SHIMADZU
Excellence in Science

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ИВЭП ДВО

РЕГИОНЫ НОВОГО ОСВОЕНИЯ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СУКЦЕССИИ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ХАБАРОВСК - 2017

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

РОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

РЕГИОНЫ НОВОГО ОСВОЕНИЯ:

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СУКЦЕССИИ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

4–7 октября 2017 г.

г. Хабаровск

Сборник материалов

FAR EASTERN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF WATER AND ECOLOGICAL PROBLEMS

RUSSIAN CONFERENCE WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION

REGIONS OF NEW DEVELOPMENT:

ECOLOGICAL SUCCESSIONS AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF NATURAL COMPLEXES

October 4 – 7, 2017

Khabarovsk, Russia

Proceedings of the Conference

УДК 911 (571.5/6)

Конференция с международным участием «Регионы нового освоения: Естественные сукцессии и антропогенная трансформация природных комплексов», 4–7 октября 2017 г., Хабаровск: сб. материалов. — Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2017. — 299 с. (электронное издание)

Представлены современные сведения по теоретическим и практическим вопросам естественных сукцессий природных комплексов и их антропогенной трансформации, оценки состояния природной среды и ресурсов в регионах нового освоения и роли особо охраняемых территорий в развитии их экономики. Выявлены зоны высокого экологического риска, определены основные экологические проблемы современного природопользования, представлены теоретические и методологические разработки для совершенствования региональной экологической политики и рационального природопользования. Рассмотрены возможности регионального научного партнерства в осуществлении международного проекта «Один пояс – один путь».

Для широкого круга специалистов в области изучения и использования природно-ресурсного потенциала, биоразнообразия, охраны окружающей среды, экологического планирования и управления природными и антропогенными ландшафтами.

Ключевые слова: регион нового освоения, биоразнообразие, экологические проблемы, состояние природной среды, экологическая политика, охрана окружающей среды, рациональное природопользование, особо охраняемые природные территории.

Печатается по решению организационного комитета конференции

Материалы конференции напечатаны в авторской редакции с некоторой стилистической правкой.

Издание распространяется бесплатно.

ISBN 978-5-91686-020-7 © Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, 2017

UDC 911 (571.5/6)

Conference with International Participation “Regions of New Development: Ecological Successions and Anthropogenic Transformation of Natural Complexes”, October 4 – 7, 2017, Khabarovsk: Conference Proceedings. — Khabarovsk: IWEP FEB RAS, 2017. — 299 p. (Electronic edition)

Modern data on theoretical and applied aspects of natural successions in natural complexes and their anthropogenic transformation are presented with the focus on assessment of the state of the natural environment and resources in the regions of new development and the role of specially protected areas in the development of their economies. Areas of high ecological risk and main environmental problems of modern nature management are identified; theoretical and methodological elaborations are presented for improving regional environmental policy and rational nature management. The possibilities of regional scientific partnership in implementing the international project "One belt is one way" are considered.

For a wide range of specialists in natural resource potential studies and use, biodiversity, environment protection, ecological planning and management of natural and anthropogenic landscapes.

Key words: new developing region, biodiversity, ecological problems, state of environment, ecological policy, nature conservation, rational nature resource use, protected area.

Printed according to decision of organizing committee of the conference

Conference proceedings are published in authors’ addition.

The publication is distributed free of charge.

ISBN 978-5-91686-020-7 © Institute of Water and Ecological Problems FEB RAS, 2017

ПРИРОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ПРИАМУРЬЕ

Natural prerequisites of ecological transformations in Priamurie region

Б.А. Воронов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; ivep@ivep.as.khb.ru

Современные антропогенные преобразования экосистем Приамурья во многом определяются природными особенностями региона. Являясь наиболее крупной речной системой в северо-западной части бассейна Тихого океана, река Амур ежегодно выносит в Охотское и Японское моря около 370 км^3 воды и 24 млн тонн взвешенных веществ. При этом в российской части амурского бассейна формируется более 269 км^3 стока воды, в то время как с территории КНР и МНР поступает около 105 км^3 (Воронов, Махинов, 2009). В многолетнем режиме водного стока выражено чередование периодов понижения и повышения водности, каждый продолжительностью 10–17 лет. Периодам повышенной водности, как правило, сопутствуют паводки низкой и очень низкой обеспеченности, а пониженной – годы повышенной или катастрофической горимости территории.

К предопределяющим экологические преобразования природным особенностям Амура следует отнести специфику его питания, высокую активность русловых процессов, естественно высокие колебания расходов и уровней воды, качество его вод с естественно повышенным содержанием природных фенолов, ярко выраженные в пойме реки эоловые процессы, естественно повышенные на территории бассейна размываемость и смываемость почвенного покрова (особенно в местах его разрушения в результате пожаров, рубок леса, сельскохозяйственного освоения) по уклонам рельефа, высокую степень естественной лесистости и заболоченности.

Природно-климатическая пестротность, развитая гидрографическая сеть, чередование равнинного и горного рельефа, лесных и открытых пространств создали предпосылки формирования богатого генетического, видового и экосистемного биологического разнообразия, уникального смешения в пределах одних природных экосистем компонентов различных флор и фаун (Воронов, 2016). В пределах Приамурья встречаются представители берингийской, ангарской, маньчжурской (с индомалайскими элементами), монголо-даурской и высокогорной флор и фаун, а также фауны открытых ценозов Приамурья (Куренцов, 1965; Сочава, 1969), которых, несмотря на определенную зональную и биотопическую привязанность, здесь можно встретить на ограниченных по площади участках, в пределах одних и тех же природных комплексов. Это во многом определяется особенностями размещения амурского бассейна и формирующих его природных элементов, играющих для биоты важную коммуникационную и взаимообогащающую роль, в пределах единого и обширного географического пространства. Однако сформированное таким образом биологическое разнообразие Приамурья имеет высокую степень уязвимости по отношению к природным и антропогенным воздействиям, нестабильность и подвижность его качественных и количественных характеристик. Это во многом объясняется наличием в региональной биоте большого числа видов, находящихся здесь на границах своих ареалов, экологически консервативных, редких и исчезающих видов растений и животных.

Отмечая своеобразие, уникальность и разнообразие природных условий Приамурья, сложность и многообразие его природных комплексов и отдельных составляющих, можно констатировать их динамичность, изначально и генетически обусловленные предпосылки к экосистемным изменениям под воздействием различного рода природных и антропогенных факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воронов Б.А. Эколого-географические предпосылки негативных преобразований экосистем Приамурья // Экология и безопасность жизнедеятельности города: проблемы и решения /М-лы 5-й Всеросс. науч.-практ. конф. с международным участием. Хабаровск: 23-24 августа 2016 г. Хабаровск: изд-во ДВГУПС, 2016. С. 9-15

Воронов Б.А., Махинов А.Н. Современное состояние водных ресурсов Дальнего Востока и их антропогенное преобразование // Сб. докл. Всеросс. науч. конф. "100-летие Камчатской экспедиции Русского географического общества". Петропавловск-Камчатский: ИВиС ДВО РАН, 2009. С. 40-48

Куренцов А.И. Зоогеография Приамурья. М.-Л.: Наука, 1965. 155 с.

Сочава В.Б. Ботанико-географические соотношения Амура // Амурская тайга (комплексные ботанические исследования). Л.: Наука, 1969. С. 5-15

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУР: ПОЗИТИВНЫЕ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

The impact of global climate change on the ice regime of the Amur river: positive and negative effects

В.И. Ким, А.Н. Махинов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск; kim@ivep.as.khb.ru

В гидрологическом цикле реки Амур ледовый режим играет заметную роль. Под ледяным покровом река находится практически половину года. На реках Сибири и Дальнего Востока знание закономерностей формирования ледового режима рек приобретает особую актуальность, так как ледовый покров часто используется для переправ на дорогах. Кроме того, прямую опасность для населенных пунктов представляют собой заторно-зажорные явления в период весеннего и осеннего ледоходов. Продолжительный зимний период, во время которого отмечаются очень низкие температуры воздуха, сложное строение русла обусловливают значительную мощность ледового покрова и его неоднородность на различных участках реки. Специфические гидрологические условия во время зимней межени нередко являются причиной образования обширных полыней, некоторые из них не замерзают даже в самые сильные морозы.

Исследование особенностей строения и формирования ледового покрова на реках имеет большое значение для выявления закономерностей гидрологического режима. Эти знания будут способствовать совершенствованию прогнозов опасных природных процессов, в частности ледовых заторов, регулярно происходящих на многих реках России, а также обеспечению безопасной деятельности человека.

Строение ледового покрова р. Амур характеризуется существенной пространственной неоднородностью. Река Амур обладает специфическими условиями формирования и разрушения ледового покрова. Среди них следует отметить продолжительный зимний период с низкими среднемесячными температурами. На отдельных участках русла ледовый покров отличается сильной торосистостью. Обломки льда толщиной 20–30 см представляют собой хаотические нагромождения, создавая неровную поверхность с амплитудой высот до 1,8 м. Нередко в этой зоне глыбы льда образуют протяженные вдоль течения валы размером до 20 м при ширине до 5 м. Между этими зонами обычно располагается ровная поверхность льда. Ширина заторошенных участков составляет сотни метров. Толщина льда на участках торосов может превышать 2,0 м.

В конце XX века в масштабах всей планеты зафиксировано существенное изменение глобального климата, которое выражается в повышении приземной температуры воздуха. По данным метеорологических наблюдений среднегодовая глобальная температура выросла на 0,74 °С. В будущем прогнозируется еще более интенсивный рост глобального и регионального потепления (Оценочный доклад…, 2008).

Значительные климатические изменения в последние десятилетия происходят также в бассейне Амура (Новороцкий, 2011, Петров и др., 2000). Тенденции изменения климата в бассейне Амура в целом синхронны глобальным климатическим изменениям. Результаты ранних исследований свидетельствуют о существенных изменениях климата в континентальной части южных районов Дальнего Востока (Новороцкий, 2007). Здесь потепление происходит довольно устойчиво последние 120 лет и продолжается до настоящего времени (рис. 1).

За это время аномально теплые периоды наблюдались в конце 19 века, в 1920-е, 1950-е и 1960-е годы. В начале 80-х годов началось самое значительное потепление, которое продолжается до настоящего времени. Среднегодовая температура воздуха возросла за весь период инструментальных наблюдений на 1,5 °С, а за последние 20 лет (1981–2000 гг.) на 0,56 °С по сравнению с нормой, рассчитанной за весь период наблюдений. В последнее десятилетие отмечается самое рекордное увеличение температуры воздуха на 0,65 °С по сравнению со средними многолетними величинами. Эти региональные тенденции синхронны глобальным изменениям климата и являются их составной частью.

Наиболее отчетливо изменение сроков ледовых явлений в бассейне р. Амур прослеживается с 1990 г.

Сравнение данных о ледовом режиме Амура до 1990 г. и после него свидетельствует о том, что начало ледовых явлений сдвинулись на более поздние сроки от 2 до 6 суток. Наибольшие изменения в сроках появления заберегов отмечаются в низовьях реки (Николаевск-на-Амуре). Они могут быть связаны не только с увеличением температуры воздуха, но вследствие более теплой воды, поступающей сверху по течению из южных участков реки, т.к. изменения температуры воды более инерционны по сравнению с температурой воздуха.

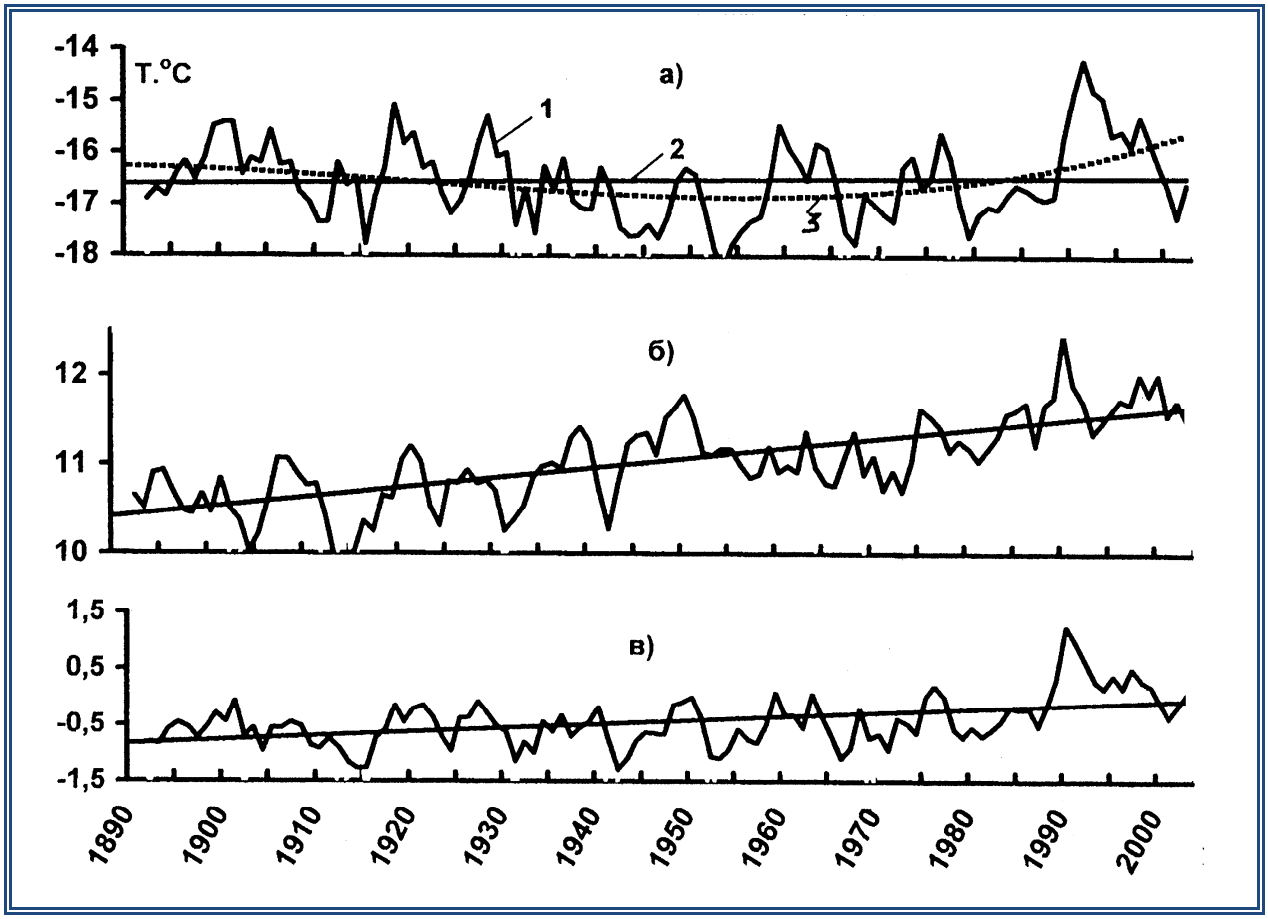


Рис. 1. Многолетний ход температуры воздуха в Бассейне Нижнего Амура (Новороцкий, 2004): а) – холодный период, б) – теплый период, в) – год в целом.

Ледостав на р. Амур в районе Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре после 1990 г. начал устанавливаться на один день позже, чем в предыдущий период, а в Николаевске-на-Амуре — на два дня. При этом увеличилась неравномерность начала и окончания ледостава с общим смещением на более поздние сроки начала и на более ранние сроки его окончания. Так, например, в последние годы ледостав у Хабаровска устанавливался в 2012 г. — 1 декабря, в 2013 г. — 3 декабря при средних сроках — 24 ноября. Начало ледохода в 2008 г. — 7 апреля, 2017 г. — 13 апреля при средних сроках 21 апреля. Продолжительность ледостава на разных участках нижнего течения реки Амур сократилась на трое — четверо суток.

Таблица 1. Средние многолетние характеристики ледового режима в нижнем течении реки Амур (по данным наблюдений на постах ФГБУ «Дальневосточное УГМС»)

Годы	Начало ледовых явлений, дата	Начало ледостава, дата	Подвижка льда, дата	Начало весеннего ледохода, дата	Конец весеннего ледохода, дата	Продолжительность ледостава, сутки
Хабаровск, 966 км от устья						
1930 – 1990	05.11	23.11	21.04	23.04	29.04	151
1991 – 2013	08.11	24.11	18.04	21.04	27.04	148
Комсомольск-на-Амуре, 614 км от устья						
1930 – 1990	05.11	20.11	28.04	01.05	03.05	163
1991 – 2013	07.11	21.11	25.04	29.04	30.04	159
Николаевск-на-Амуре, 48 км от устья						
1930 - 1990	01.11	13.11	14.05	15.05	16.05	182
1991 - 2013	07.11	15.11	12.05	12.05	14.05	179

Начало весенних подвижек льда и начало весеннего ледохода за последние 23 года сместились по сравнению с предшествующим периодом на трое суток раньше у Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре и на двое суток у Николаевска-на-Амуре. Дата окончания весеннего ледохода также сместилась на более ранние сроки на 2-3 дня.

Глобальное потепление климата, проявившееся в Нижнем Приамурье, привело к смещению сроков основных ледовых явлений за период 1991-2013 гг. по сравнению с периодом 1930-1990 гг. на 2-3 дня, а продолжительность ледостава сократилась на 3-4 дня. При этом заметных различий для разных пунктов нижнего течения реки не выявлено вследствие, вероятно, близких для всей этой территории темпов потепления (Махинов и др., 2017).

Положительные последствия климатических изменений в Приамурье:

- сокращение сроков ледостава на реках и озерах и более раннее начало ледохода на реках;
- уменьшение толщины льда на реках и морских акваториях;
- уменьшение глубины промерзания почв и более раннее их оттаивание весной;
- увеличение вегетационного периода.

Отрицательные последствия:

- активизация русловых процессов на реках и активизация эрозионных явлений;
- активизация опасных гидрологических и метеорологических явлений и процессов, в частности наводнений, зажоров и заторов на реках, ливневых осадков, оползней и др.;

Таким образом, климатические изменения приводят к преобразованию природных процессов и ресурсов, создают условия для проявления катастрофических природных явлений с увеличением их частоты и интенсивности, осложняют условия жизни и хозяйственной деятельности в регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН (проекты 15-I-6-083 и 17-I-1-065).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т.1. Изменения климата. 2008. – М., Росгидромет. 227 с.

Новороцкий П.В. Современные климатические изменения в бассейне Амура и на побережье Японского моря. Изв. РГО. 2011. Т.143. Вып.1. С. 41-48.

Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток – Хабаровск, Дальнаука, 2000. 174 с.

Новороцкий П.В. Климатические изменения в бассейне Амура за последние 115 лет // Метеорология и гидрология, 2007, № 2. С. 43-53.

Новороцкий П.В. Многолетние изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в бассейне Нижнего Амура // Метеорология и гидрология, 2004, № 5. С. 55-62.

Махинов А.Н., Ким В.И., Шмигирилов С.А. Строение льда и ледового покрова реки Амур в нижнем течении на участках разветвленного русла // Водные ресурсы. 2017. Т. 44, № 4. С. 432-441.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА Р. ОРХОН

Water resources of the Orkhon basin

Д. Батжаргал[1];Н. Батсух[2]

[1]*Государственная корпорация "Монгол-Ус", г. Улаанбаатар, Монголия;* Bachka_8@yahoo.com

[2]*Монгольский государственный университет науки и технологии. г. Улаанбаатар, Монголия;* nbatskh@must.edu.mn

Бассейн р. Орхон находится в центральной части Монголии и занимает площадь в 131635 км^2, что составляет 47,2% площади бассейна р. Селенга в пределах Монголии (рис. 1).

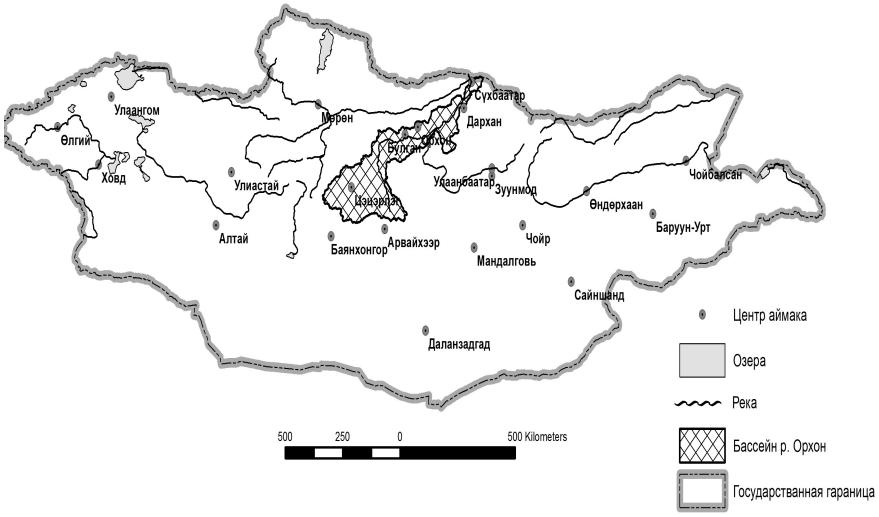


Рис 1. Местоположение бассейна р. Орхона

Река Орхон – вторая по длине река Монголии (1149 км), густота речной сети 0,28 км/км^2. По закону Хортон-Страхлера соотношение чисел притоков, длин, площадей водосбора составляет соответственно 3.69, 2.47, 4,560 (Ресурсы..., 2015). Река Орхон, найбольший правый приток р. Селенга, берет начало на хребте Хангай. Рельеф местности в верхней части водосбора высокогорный, а в средней и нижней – среднегорный с преобладанием холмисто-сопочного. Растительность преобладает степная. Основные притоки (рр. Туул, Хараа, и Ерөө) Орхон приминает справа, в нижнем течении. Дно реки каменисто-галечниковое в верхнем течении и галечниково-песчаное в нижнем. В формировании поверхностного стока на территории данного бассейна принимают участие как дождевые, так и талые воды (табл. 1).

Таблица 1. Составляющие годового стока реки Орхон (Гидрологический..., 1977).

Река-пункт	Площадь водосбора, км^2	Средняя высота водосбора, м	Составляющие годового стока, %		
			грунтовая	талая	дождевая
Орхон - с.Орхон	23600	1640	39	11	50
Орхон - с. Сухбаатар	132000		36	18	46

Грунтовая составляющая, характеризующая роль базисного стока в годовом, составляет 36-39%. Средний многолетний сток реки Орхон в пункте с. Орхон составляет 43,3 м^3/с, а в пункте с. Сүхбаатар – 116,0 м^3/с. Многолетние данные о минерализации и химическом составе воды реки Орхон приводятся в табл. 2.

Таблица 2. Минерализация и химический состав воды р. Орхон, мг/дм^3 (Ресурсы..., 2015).

Река – пункт	M	Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+}+K^{+}$	HCO_3^-	SO^{2-}_4	Cl^-
Орхон – Сухбаатар	221	28.77	9.81	17.07	143	17.35	7.87

Данные о минерализации и химическом составе воды реки Орхон, полученные в 2013 году совместными иследованиями АН Монголии и РФ даны в табл. 3 (Сүхбаатар и др., 2015).

Таблица 3. Гидрохимическая характеристика воды реки Орхон в устье, мг/дм^3.

Сумма ионов	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Cl^-	SO^{2-}_4	HCO^-_3	NO^-_3	Рмин	Робщ
188,6	11,7	1,8	25,9	6,9	5,1	16,4	120,8	0,27	43	212

На территории бассейна реки Орхон согласно геологическому строению и тектонике нами виделены следующие водоносные горизонты, комплексы и зоны: голоценовые аллювиалные горизонты, плейстоценовые пролювиальные, и пролювиально-аллювиальные горизонты, голоценово-плейстоценовые аллювиальные, пролювиальные горизонты, неогеновый водоносный комплекс, водоносный комплекс отложений мела, водоносный комплекс пластовых отложений триаса-юры, водоносная зона трещиноватых вулканогено-терригенных отложений палеозоя и водоносная зона магматических пород различного возраста. (Жадамбаа и др., 2012). Согласно составленной нами карты естественных ресурсов подземных вод бассейна реки Орхон, они представлены главным образом голоценовыми аллювиальными и плейстоценовыми пролювиальными, пролювиально-аллювиальными водоносными горизонтами (рис. 2).

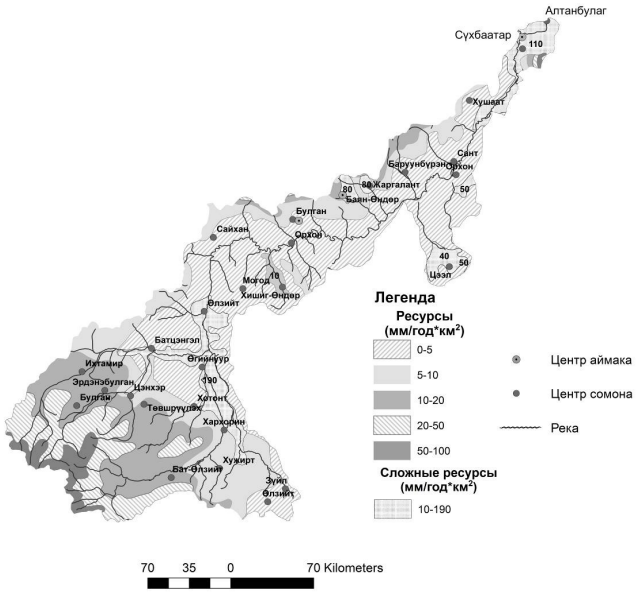


Рис 2. Карта естественных ресуров подземных вод бассейна р. Орхон

В бассейне реки Орхон сосредочен большой экономический потенциал страны, поэтому водные ресурсы региона интенсивно эксплуатируютя. Особенно широко используются ресурсы подземных вод. В настоящее время разведаны 20 месторождений подземных вод, подсчитанные суммарные эксплуатационные запасы которых составляют 95278 м^3/сут. Крупные населенные пункты, промышленные объекты, горно-добывающие предприятия используют подземние воды в целях водоснабжения и в технологических циклах (табл. 4).

Таблица 4. Использование водных ресурсов в бассейне р. Орхон.

№	Отрасли народного хозяйство	Водопотребление, 10^3м^3/год		
		2010г	2010г	2010г
1	Водоснабжение населения	14.4	14.4	14.4
2	Промышленность	3626.6	3626.6	3626.6
3	Туризм	10.9	10.9	10.9
4	Сельское хозяйство	19571.1	19571.1	19571.1
5	Коммунальное хозяйство	785	881.2	1025
Сумма		24008,0	36259.7	52286.8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гидрологический режим рек бассейна р. Сэлэнгэ и методы его расчета / Под ред. В.А. Семенова и Б. Мягмаржава. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1977. 235с

Монгол орны гадаргын усны горим, нөөц. Хянан тохиолдуулсан Г. Даваа, Улаанбаатар, 2015.

Сүхбаатар И., Федотов А.П., Хаш-Эрдэнэ С., Чебыкин Е.П., Батсүх Н., Сороковикава Л.М., Оюун Д., Томберг И.В., Нарантуяа Р. Сэлэнгэ мөрөн, түүний цутгал голуудын усны химийн найрлага, шинж чанарын харьцуулсан судалгаа. Геологи. 2015. № 31. С. 207-215.

Жадамбаа Н., Батжаргал Д. Газрын доорх усны нөөцийн үнэлгээ. Улсын усны нөөцийн нэгдсэн менежментийн төлөвлөгөө боловсруулахад зориулсан судалгааны эмхэтгэл. Нэгдүгээр дэвтэр, Улаанбаатар, 2012, тал. 293-607.

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE MEGAPOLIS SOILS (ULAANBAATAR, MONGOLIA)

Gantumur Sambuu[1], Khaliun Gantumur[2]

[1]*Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia;* gntmr2000@mail.ru

[2]*China University of Petroleum-Beijing, China*

The relevance of research. The volume of anthropogenic entrance of heavy metals into the environment of cities has exceeded the scale of the natural migration and accumulation processes (Orlov, 2002; Kurbatov, 2005). In urban areas there is almost complete lack of natural soil types. Instead, the specific forms of organic and mineral formation are formed: soil-dirts, urbolite, urbanozem.

Accumulation of tehnofill elements and toxic organic compounds in soils results in urban circuit technological cycles of migration of chemical substances. Impervious to moisture and air asphalt and concrete pavement within the city limit the participation of the soil in the processes of self-purification, translating them into the biosphere-inactive ingredients (Gerasimova, 2008).

Therefore, evaluation of the quality of soil and environmental monitoring requires more attention. The system of environmental protection measures is essential to develop environmental control in order to prevent degradation of the soil and create conditions for the normal functioning of the soil in urban ecosystems.

The purpose of this research is geoecological assessment of urbanized areas of Ulaanbaatar city under the influence of gas stations, filling stations and oil storage tanks (Gantumur, 2009). Chaotic and fast developing network of filling stations contributes to the degradation of soil ecosystems. However, systematic environmental monitoring of soil pollution and urbanozem of the city is missing.

Objects and methods of research. The object of the study was the territory of gas station located in the eastern part of Ulaanbaatar city along the main road. At the first stage we have chosen to monitor heavy metals (HM) included in the priority list of soil pollutants in accordance with the regulations of SanPiN (Sanitary Norms and Rules) 2.1.7.1287-03: Cu, Cd, Ni, Pb, Zn, Hg, and As. These elements are toxic (1 and 2 hazard class), as they have a greater affinity for the physiologically important organic compounds and are able to inactivate the later ones (Kurland, 2002). Secondly, the metals are able to accumulate in the body, causing not only pronounced specific action, but also a chronic non-specific effect.

Soil samples were collected in accordance with GOST 17.4.402-84 at a distance of 1 m from the filling station and tank farm loading point of petroleum products. Sampling was carried out at a depth of 0–5 cm around the perimeter of the site, as well as soil horizons at depths of 5–10 and 30 cm for individual points. The samples were dried to air-dry state before analyzing in the laboratory. Then, the concentration of heavy metals in soils was determined by atomic absorption spectroscopy with pretreatment in accordance with standard procedures ISO / TC190 / SC3 / WG1.

The Perkin Elmer-500 instrument was used for the analysis. The detection limits were: for the As – 1, Cd – 0.03, Cu – 0.08, Hg – 4.2, Ni – 0.14, Pb – 0.45, Zn – 0.018 mg/l with the relative accuracy in the determination within 0.20–0.29%.

The pH values were determined by potentiometric method of water and salt extracts of soil samples. Processing of the results was performed using correlation analysis and excel software package STATISTICA.

Results and discussion. The evaluation of soil and ground conditions is a binding framework for determining the degree of anthropogenic load on the territory. Metals incoming from the atmosphere, motor vehicles and thermal power plants are fixed by soil. The process of fixing involves absorption, sedimentation, coagulation and adsorption of clay minerals. Heavy metals have different mobility, depending on the acid-alkaline and oxide- reduction conditions in soils. Therefore, pH plays a special role in binding metals in soil.

When analyzing the environmental state of the area, we assumed that acid soils adsorb heavy metals from solutions of lesser extent than neutral or containing carbonate. In acidic soils predominant oxidizing conditions (well-drained soils of podsolic number), some heavy metals form mobile substances that increase their toxicity. However, with the increase of pH, the strength of connections of HM with soil components grows.

The content of heavy metals Cu, Ni, Zn and As are much higher than the MPC (APC) of these elements. Experiments have revealed a weakly alkaline nature of the soil pH 7.50–7.64. The observed pH may be due to loss of alkaline dust in Ulaanbaatar city, containing carbonates of Ca and Mg. Alkaline dust comes from the motorway and from mortars using lime from a large number of construction projects. Such solutions are well eroded and release Ca and Mg into the soil. Therefore, pH can reach 8–9 in the strip of 0–

2 m from the roads. For comparison, the pH of the natural (virgin) soils varies within 4.5–6.5. This acidity provides soils self-cleaning properties and reduces the negative impact of toxicants.

According to distribution of heavy metals in the soil horizons, the content of Cu, Ni and Pb increase with the depth. This suggests manmade receipt of metals in the soil on the territory of the gas station. The opposite behavior is found in the distribution of Zn spread in the horizon.

It is known that severe contamination with heavy metals distorts the functioning of all the components of the soil ecosystem, microbial and plant communities, turning the territory into a man-made wasteland. As a rule, these degraded areas must certainly be restored.

The method of correlation analysis revealed the dynamics of the metal content, depending on the pH of the soil contour isolines at 1 m from the point of loading of petroleum products at gas stations. The correlation is not subject to the normal distribution law. This constitutes a violation of the exchange and migration processes in the polluted urban soil compared to the natural soil. Indeed, the resulting equations show correlation polynomial dependence of the analyzed parameters and confirm the multifactor influence of the environment on migration and accumulation of heavy metals in urbanozem of Ulaanbaatar city.

The observed behavior of metals exhibits high sensitivity to changes in mobility of HM to the changes of acidic properties of the environment even in a small range of pH. It may be of practical importance in the rehabilitation of contaminated sites and the techniques used for the reclamation of soils.

Thus, the selected objects (filling stations) allows a comprehensive and compact monitoring of soil pollution with heavy metals (HM) and petroleum products. Analysis of the distribution of geochemical parameters obtained by the results of soil testing for the regular network can provide the spatial structure of pollution and will assess the environmental safety of areas within the metropolis. On this basis, it may help on the decision to plan industrial and cultural facilities, as well as the development of the basis of soil environmental monitoring and the cadastral valuation of the land within the Ulaanbaatar city.

The next stage involves the examination of the gas station area at a distance 7, 10, 30 m from the point of filling stations and boundaries in order to compile the pollution map using GIS technology.

Conclusions

In the first stage of the study revealed soil contamination of the filling station with heavy metals Cu, Ni, Zn and As. Their content exceeds limit values (MPC).

Accumulative type of distribution for Cu, Ni and Pb, manifested in the accumulation of metals in the subsurface, is shown. This confirms a concept of manmade HM distribution of the territory of the gas station. The Zn shows an inverse relationship.

The high sensitivity to changes in mobility of HM acidic properties of the environment even in a small range of pH is revealed. It may have a practical importance for the rehabilitation of soils within the contaminated areas to select proper techniques.

BIBLIOGRAPHY

Orlov D.S., Sadovnikov L.K., Lozanovskii I.N. Ecology and protection of the biosphere by chemical pollution. M.: Higher School, 2002.

Assessment of the soils during the engineering and environmental studies. Kurbatov A.S., Gerasimov S.A., Reshetina T.V., Fedorov I.D., Bashkin V.N., Shcherbakov A.B. M.: Science World, 2005. 180 p.

Anthropogenic soil. Gerasimova M.I., Stroganov M.N., Mozharova N.V., Prokofiev T.V. (Ed. Dobrovolsky G.V). M.: MGU, 2008.

R.1.10.1920-04. Guidelines for assessment of health risk when exposed to chemicals that pollute the environment.

Sarapulova G.I., Gantumur S., Batsuh N. Problems of environmental monitoring of soil contamination in the operation of petrol stations and tank farms of Ulaanbaatar city // Actual problems of oil and gas industry of Mongolia and their solutions. 2009. № 1/15. Pp. 262–266.

General Toxicology / Under. Ed. Kurland B.A., Filov V.A. M.: Medicine, 2002, p 608.

JDC heavy metals and arsenic in soils with different physical and chemical properties (total content mg/kg) GN 2.1.7.020-94.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Matter and energy transport processes modelling at anthropogenic transformation of natural complexes

Е.В. Шеин [1,2], А.В. Дембовецкий[1]

[1] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г. Москва;* avd26@yandex.ru

[2] *Почвенный институт им. В.В. Докучаева, г. Москва;* evgeny.shein@gmail.com

Классическая российская гидрология почв, созданная трудами А.А. Роде и его коллегами, имеет в своей основе концепцию различных форм воды в почве и почвенно-гидрологических констант. На современной стадии развития в гидрологии почв используются все разработанные А.А. Роде с соавторами концептуальные подходы, что позволяет характеризовать гидрологию почв как активно развивающую науку, имеющую свой исторический путь, принципы, границы применения, преимущества и возможные перспективные пути развития, использующую разработанные и экспериментально подтвержденные А.А. Роде понятия о “капиллярно-подвешенной” и “капиллярно-подпертой” влаге и, соответственно, о наименьшей и капиллярной влагоемкостях. Современный этап отличается активным применением количественных подходов. В современной гидрологии центральное место занимает равновесная основная гидрофизическая характеристика, которая аппроксимируется, как правило, уравнением ван Генухтена (Шеин, Рыжова, 2016). В связи с разработкой математических моделей переноса влаги на данном этапе развития гидрологии, исследования в области гидрологии почв основываются на экспериментальном определении основной гидрофизической функции, коэффициента влагопроводности, либо на расчетах с применением педотрансферных функций. В дальнейшем, при характеристике водного режима почв необходимо знать распределение основной гидрофизической характеристики и насыщенной гидравлической проводимости по профилю изучаемых почв и точно задавать условий на границах. При антропогенной трансформации природных комплексов, прежде всего при сельскохозяйственном освоении земель и переводе их из одного качества в другой изменяются не только гидрофизические свойства (основная гидрофизическая характеристика и насыщенная гидравлическая проводимость), но и условия на верхней границе (осадки, поверхностный сток и пр., а также нередко и условия на нижней границе почвенного профиля, – условия дренажа, проницаемости, наличия и уровня грунтовых вод. Все это существенно изменяет гидрологию почвенного покрова и предполагает особые методы наблюдения за водным режимом почв и его трансформацией.

Современная почвенная гидрология в полной мере впитала термодинамические представления о давлении (потенциале) влаги в почве. Эта идея оказалась чрезвычайно плодотворной, так как была в центре количественных расчетов движения влаги в почве. Центральное место в этих расчетах было отведено именно почвенной (или, как указывал А.А. Роде, внутренней) составляющей водоудерживания. В основе данной составляющей лежала кривая водоудерживания (water retention curve): зависимость объемной влажности от капиллярно-сорбционного (матричного) давления влаги. А.М. Глобусом (1987) эта зависимость очень точно названа основной гидрофизической характеристикой (ОГХ). Действительно, ОГХ оказалась в центре нового понимания всей почвенной гидрологии, причем не только расчетов движения и характеристики состояния влаги. Л.А. Ричардсом (Шеин, 2005) предложено модифицировать уравнение Дарси, относящееся к насыщенной влагой почве, к условиям ненасыщенной зоны. В результате, к современному этапу развития количественной гидрологии почв удалось совместить основное уравнение переноса и уравнение баланса в виде уравнения неразрывности. Это привело к дифференциальному уравнению, не имеющему аналитических решений, но которое может быть решено численными методами:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z}\left[K_{\text{вл}}(P_{\text{к-с}})\left(\frac{\partial P_{\text{к-с}}}{\partial z} - 1 \right) \right]$$

Приведенная запись основного уравнения движения влаги и носит название уравнения Ричардса (уточним, эта запись для переноса в вертикальном направлении, по оси *z*, когда градиент гравитационного давления равен 1 при одинаковых единицах измерения расстояния и давления). Нетрудно заметить, что в этом уравнении две переменные: влажность (θ) и капиллярно-сорбционное давление влаги ($P_{\text{к–с}}$), а также величина влагопроводности почв, зависящая от давления влаги $K_{\text{вл}}(P_{\text{к–с}})$, t – время Решения этого уравнения даже специальными методами невозможно. Для его решения

численными методами вводят понятие дифференциальной влагоемкости $C(\theta, P_{к\text{-}с}) = \frac{d\theta}{dP_{к\text{-}с}}$. Если внимательно проанализировать выражение дифференциальной влагоемкости, оказывается, что эта величина есть не что иное, как дифференциальная кривая распределения объемов пор по их диаметрам (или радиусам). Действительно, изменение объемной влажности, $d\theta$, это – объем воды, содержащейся в почве при изменении давления влаги, $dP_{к–с}$, которое представляет собой изменение радиусов пор в определенном диапазоне. Таким образом, если есть ОГХ, то дифференцируя эту кривую, т.е. определяя дифференциальную влагоемкость, фактически получаем распределение пор по размерам. А последняя характеристика почвенных пор отвечает именно за влагопроводность. Получается, что, имея ОГХ, мы получаем основу для количественной характеристики не только сил водоудерживания внутренней (по А.А. Роде) природы, но распределения пор по размерам, характеризующее способность почвы проводить поток влаги, в том числе и ненасыщенный, т.е. влагопроводность.

В любом случае, – и при расчетах, и при анализе состояния влаги, и при других оценках межфазных (поровый раствор–твердая фаза–газообразная фаза) взаимодействий, – в основе лежала так называемая кривая водоудерживания или ОГХ (Воронин, 1987). Действительно, ОГХ оказалась в центре нового понимания всей почвенной гидрологии, причем не только расчетов движения и характеристики состояния влаги. Работами А.Д.Воронина и его школы было показано, что ОГХ существенно зависит от структуры почвы, характеристик твердой фазы, состава почвенного раствора; в разных областях давления влаги анализ ОГХ позволял количественно характеризовать удельную поверхность, распределение пор по размерам, реологическое состояние, физико-механические свойства. Это дало возможность выделить целое направление, названное А.Д. Ворониным «структурно-функциональная гидрофизика почв» (Воронин, 1987).

Развитие термодинамического подхода шло по-разному в разных научных школах. Российская школа сосредоточилась на анализе самой кривой ОГХ, пытаясь различными способами извлечь информацию о состоянии и структуре твердой, жидкой и газообразных фаз. В российской школе даже утвердилось представление об ОГХ, как зависимости давления влаги от массовой влажности, что давало некоторые дополнительные возможности при анализе состояния равновесной системы «твердая–жидкая–газообразная фазы» почв. В зарубежных, особенно в американской, школах превалировал практический подход – использование ОГХ для расчетов переноса влаги и веществ в почве. Совпадение стремительного прогресса компьютерной техники с развитием этого подхода привело к появлению и быстрому росту количества математических прогнозных моделей переноса влаги, где две основные функции, – ОГХ и функция влагопроводности (зависимость гидравлической проводимости от давления влаги), формируют основное почвенное экспериментальное математических моделей. В конце XX – начале XXI-го века развитие математических моделей приобрело весьма законченный вид: ОГХ аппроксимировалась уравнением Ван Генухтена, параметры которого во всей области подвижной влаги достаточно хорошо отражают специфическую форму кривой, а вместе с уравнением Ван Генухтена-Муалема позволяют определить и функцию влагопроводности, зная коэффициент фильтрации (Шеин, 2005). Так образовалась стабильная и очень прочная ситуация в современной количественной гидрологии почв: использование прогнозных математических моделей переноса веществ, почвенным экспериментальным обеспечением которых являются ОГХ в виде параметров уравнения Ван Генухтена и коэффициента фильтрации. Таких качественных математических моделей, имеющих широчайшее использование во всем разнообразии почвенно-климатических и гидрологических условий, сейчас представлено очень много. Это и одна из первых российских моделей переноса влаги MOIST (авторы Я.А. Пачепский, Е.В. Мироненко, Р.А. Щербаков), модель влаго-, соле-, теплопереноса HYDRUS (авторы Ван Генухтен и Й. Шимунек), модель «почва–вода–растение–атмосфера» SWAP (Шеин, Рыжова, 2016), модели с блоком продуктивности растений (Полуэктов и др., 2006) и много других разнообразных моделей, представляющих физически обоснованные и удобные программные продукты (Шеин, Рыжова, 2016).

Естественен и всегда подразумевается вопрос об ошибках моделирования природных процессов, гидрологии почв, в частности. Эти ошибки связаны с особенностями почвы как структурированного сложного природного тела и с невозможностью описать движение влаги в этом объекте только в рамках классической гидрофизики почв. Суммируя все возможные процессы, являющиеся источниками погрешностей моделей, можно выделить основные, которые указывают на несовершенство термодинамической теории влаги в почве (Теории…, 2007).

Эти процессы следующие:

1. Наличие в почве преимущественных потоков (preferential flow) влаги, тепла, иных субстанций;
2. Изменение основных гидрологических свойств и функций в зависимости от масштаба определения, – уже отмеченный выше «масштабный фактор»;
3. Анизотропия почвенных свойств – различие гидрофизических свойств и характеристик в зависимости от направления изучения;
4. Сложность достижения равновесия в почве, зависимость основных гидрофизических функций от неравновесности условий их определения и применения;
5. Явление гистерезиса, зависимость свойств от предыстории процесса;
6. Гидрофильность/гидрофобность поверхности твердой фазы;
7. Явления набухания/усадки, изменения порового пространства почв в зависимости от влажности, состава жидкой фазы и пр.

Современный этап, на наш взгляд, отличается тем, что гидрология начинает более тесно и количественно соединяться с другими науками, имея общую количественную базу и физическое понимание процессов переноса влаги в почве и почвенном покрове. Так на наших глазах рождается направление, которое называют гидропедологией. По мнению Лиин и Боума (Bouma, 2006) оно интегрирует почвоведение, гидрологию и геоморфологию, и целью которого является изучение почвенных, гидрологических и ландшафтных взаимоотношений в пространстве и времени. Авторы, прежде всего, подчеркивают особенности гидропедологического направления, среди которых можно отчетливо выделить три: (1) учет закономерностей в пространственном распределении почв в почвенном покрове, (2) особенностей движения влаги в почве с учетом зон транспорта и застойных зон и (3) взаимоотношения эволюционных ландшафтных процессов с процессами миграции влаги в ландшафте.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воронин А.Д. Основы физики почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 205 с.

Глобус А.М. Почвенно-гидрофизическое обеспечение агроэкологических математических моделей. Л.: Гидрометеоиздат. 1987. 427 с.

Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж. А.Г. Модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та. 2006. 396 с.

Теории и методы физики почв / Под ред. Е.В.Шеина, Л.О.Карпачевского. М.: «Гриф и К», 2007. 616 с.

Шеин Е.В. Курс физики почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. 432 с.

Шеин Е.В., Рыжова И.М.. Математическое моделирование в почвоведении. Учебник. М.: «ИП Маракушев А.Б.», 2016, 377 с. ISBN 978-5-9908895-0-7.

Bouma J. Hydropedology as a powerful tool for environmental policy research // Geoderma. 2006. 131. C. 275-280.

СОВРЕМЕННАЯ ПРИБОРНАЯ БАЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

The modern equipment for environmental control

А.Я. Якубовская

Шимадзу Европа ГмбХ, г. Владивосток; svl_ay@shimadzu.ru

В настоящее время наблюдается тенденция к гармонизации российской и международной систем аналитического обеспечения контроля качества объектов окружающей среды. Это касается технологии отбора проб, унификации систем мониторинга загрязнений, применения универсальных методик измерений и оснащения лабораторий надежным аналитическим оборудованием, которое обеспечит проведение анализа в соответствии с международными стандартами. С другой стороны, с повышением антропогенной нагрузки и возникновением чрезвычайных ситуаций техногенного характера, возрастает актуальность определения степени загрязнения компонентов среды опасными химическими веществами, часто неизвестной природы, что требует использования новых подходов на базе последних технических разработок.

Учитывая возрастающие с каждым годом требования к качеству анализа и расширению круга определяемых параметров, компания «Шимадзу», входящая в пятерку ведущих мировых производителей аналитического оборудования, предлагает новейшие приборы, проводит их пуско-наладку, гарантийное и пост-гарантийное обслуживание, обучение, on-line консультирование и методическую поддержку пользователей.

Оборудование «Шимадзу», поставляемое в РФ и страны СНГ:

1. Оборудование для спектрального анализа:
   - Спектрофотометры для работы в видимой, ультрафиолетовой и ближней ИК-области спектра;
   - Спектрофлюориметры;
   - ИК-Фурье спектрометры;
   - Атомно-абсорбционные спектрофотометры;
   - ИСП- и ИСП-МС-спектрометры;
2. Оборудование для хроматографического анализа:
   - Газовые хроматографы и хроматомасс-спектрометры, в том числе с одинарным и тройным квадруполями;
   - Жидкостные хроматографы и хроматомасс-спектрометры, в том числе с одинарным и тройным квадруполями;
   - Узкоспециализированные хроматографические системы;
3. Биотехнологическое оборудование:
   - Масс-спектрометры MALDI;
   - Секвенаторы белков;
   - Оборудование для анализа нуклеиновых кислот;
4. Анализаторы общего органического углерода и общего азота
5. Рентгеновское оборудование:
   - Энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры;
   - Волнодисперсионные рентгенофлуоресцентные спектрометры;
   - Рентгеновские дифрактометры
6. Лазерные анализаторы размеров частиц
7. Испытательные машины
8. Электронные микроанализаторы (микрозонды)
9. Атомно-силовые микроскопы
10. Термоаналитическое оборудование

Для приборов «Шимадзу» характерны высочайшие чувствительность и скорость выполнения анализов в сочетании с надежностью получаемых результатов, простотой и удобством в работе. Немаловажным достоинством оборудования является оптимальное соотношение цены и качества. Все приборы, выпускаемые компанией «Шимадзу», внесены в Государственный реестр средств измерений РФ.

Компания «Шимадзу» обладает многолетним опытом оснащения и комплектации аналитических лаборатории современным оборудованием. Наши постоянные заказчики — Центры стандартизации и метрологии, Центры гигиены и эпидемиологии, Центры гидрометеорологической

службы, организации мониторинга и контроля окружающей среды, лаборатории экологической экспертизы.

В докладе будут представлены новинки, предлагаемые «Шимадзу» для анализа экологических объектов; готовые решения «Шимадзу» для определения следовых концентраций экотоксикантов. На ряде примеров будут рассмотрены результаты работы унифицированных аналитических лабораторий, оснащенных комплексом современных аналитических приборов «Шимадзу».

TEMPORAL-SPATIAL ANALYSIS OF DYNAMIC CHANGE FOR GRASSLAND IN THE WESTERN PART OF SONGNEN PLAIN OF CHINA

Liping CHANG

Northeast Institute of Geography and AgroEcology, CAS, Changchun 130012, P.R.China;
lpchang@iga.ac.cn

Songnen Plain is located in the cross area of agriculture and forestry in Jilin Province and Heilongjiang Province of Northeast's China. In recent years, grasslands in the area have gradually decreased year on year due to the unreasonable use in a large scale, being most typical pattern in study on regional land use and coverage change. This paper has well utilized the remote sensing imagery and regional feature analysis approach (referred to as geoanalysis) to model its dynamic change based on the survey data. Combination of remote sensing information and field investigation data, we did an analysis on its driving force in light of the regional characteristics and the policies of rapid economic development put forward by Chinese Government. In practical work, mapping the grasslands with three different temporal in 1986, 1996, 2002 and 2015 respectively was carried out to overlay each other and extract these varied patches with a feature, and compiled a trend map of its development towards a decade to come. Finally, author brought up an idea how to utilize grassland in the area on the basis of the regional feature of China.

BARITE CONCRETIONS OF GOBI DESERT (MONGOLIA)

Galina Kharitonova[1*], Amgalan Bayasgalan [2],Valeria Krutikova[1, 3], Nikolay Berdnikov[3], Gantomor Sambuu[2], Evgeny Kharitonov[1]

[1]*Institute of Water and Ecology Problems, FEB RAS, Russia*

[2]*Mongolian University of Science and Technology, Mongolia*

[3]*Institute of Tectonics and Geophysics, FEB RAS, Russia*

**Corresponding author: gkharitonova@mail.ru*

Barite concretions of Gobi desert (Mongolia), their composition and structure have been studied. Concretions are heavy (specific gravity up to 3.7–3.9 g/cm^3), mostly have spherical size up to 5 cm. Concretion body is firmly cemented barite $BaSO_4$, its content reaches 50–55% in a volume. Such framework minerals as quartz and feldspars form the basis of the mineralogical composition of concretion matrix. Concretion core (up to 8 mm) consists of separate grains of quartz and feldspars and clay-salt microaggregates (minerals of illite-smectite group with $BaSO_4$ and $CaSO_4$), poorly interconnected. The content of barite in the core is substantially less, than in the body of concretion. It is represented by thin films on grains of clast minerals and fine-crystalline barite (the size is up to 4–6 μm) in the content of microaggregates.

Barite concretions are of great interest in this group of geological formations, because they are the manifestation and an indicator of barite mineralization sediments. Barite ($BaSO_4$) is a critically important mineral for the energy industry. About 90 percent of the barite consumed worldwide is used as a weighting agent in gas- and oil-well-drilling fluids. Barite is favored weighting agent as it is non-corrosive, non-abrasive, insoluble and non-toxic (Koski, Hein, 2003). In this paper we will describe a new location of barite concretions and characterize their features (composition and structure).The use of scanning electron microscopy (SEM) has been added to more traditional methods of study, including light microscopy, to gain insight into the nature and development of these concretions.

The study area is located at 3 km north from the famous Tögrögiin Shire site with abundant vertebrate fossils (Fastovsky *et al*., 1997). The AlagTeeg locality is well known by discovery of new genus and species of hadrosauroid ornithopod, *Plesiohadrosdjadokhtaensis* (Tsogtbaatar *et al*., 2014). The Djadokhta Formation of Upper Cretaceous age was first described by Berkey and Morris (1927) and at this locality it is represented by alluvial and paludal facies overlain by eolian sandstone beds with large cross stratification. Fluvial beds of white and red sandstone and red and brown mudstone layers overlie the eolian sandstone. The concretions collected from this formation are located at the north side of the recent active sand dune**.** The landscape consists of piedmont hills of Gobi Altay range. Weathering of Cretaceous continental strata with vertebrate fossils creates flat to slightly inclined plains encircled along the edges by badlands.

Concretions range in size, shape, and texture, but all exhibit similar coloration. The surface of the concretions acquires a white-brownish color, suggesting traces of iron in the barite. Broken surface the concretions are yellow-red in color. The most common concretion form is spheroidal, but they have many different shapes, such as ovoid, angular, and tubular occur. The concretions are 2–5cm in diameter, most commonly 5 cm. Occasional irregular tubular concretions the same common diameters are present.

SEM examination of the concretions shows that they are composed of medium grained, well rounded and well sorted sandstones. Cement is most commonly barite $BaSO_4$, with minor iron oxide and the trace of hydroxyapatite $Ca_5(PO_4)_3OH$. Barite completely filled all space between sandstone grains and around them by thin coatings. The high content of barite in concretions and its increased density confirms the assumption of Nichols H.W. (1906) about the growth of barite concretions due to the crystallization of barite and explains their maximum size of 5 cm (the diameter of a spherical and cylindrical concretions) resistance of host rock. The weathered sandstone grains were composed of quartz, including feldspar, both potassium feldspar and plagioclase.

The most endurable coatings are peculiar to the quartz grains. In composition, they contain substantially less iron, then less homogeneous in composition and structure cement between the grains – up to 0.1 and 1–2at.% respectively. Unlike the tightly cemented concretion body, concretion core (up to 8 mm) consist of separate quartz, potassium feldspar and plagioclase grains, poorly interconnected.

Clast grains are covered with thin mosaic films of barite, pictures of well-preserved relatively thick coatings (after grinding of the sample of concretion body) are held up as an example. Besides, there are many clay-salt microaggregates in the core, which size corresponds to the size of clast grains up to 200–250 m. According particle morphology and EDS-analysist they consist of minerals of illite-smectite group (Si/Al = 2/1) with $CaSO_4$ and $BaSO_4$.The content of barite in the core is substantially less, than in the body of

concretions. Apart from thin films on grains of clast minerals it is represented by fine-crystalline barite (lamellar crystallites up to 1–2x4–6 μm) in the content of microaggregates.

As for the age of concretions, detection of bone remnants of the dinosaurs in the same layer and adjacent to concretions can testify the ancient origins of concretions. Barite presence in "Haversian" cannels of bones does not contradict to that fact. A very interesting side effect of our research should be noted. Apart from barite in "Haversian" cannels of bones increased content of Ce was found, but that is the subject of a separate study. Among the unexpected results of the study should be also mentioned participation of clay-salt microaggregates in the structure of sand barite concretions, which usually were formed in the semi-arid saline soils, given the fairly high content of clay matter.

Authigenic mineral segregates with high content of barite, which are usually a manifestation and indicator of deposits of barite mineralization, are abundant within the Djadokhta Formation of Upper Cretaceous age. These are heavy (specific gravity up to 3.7–3.9 g/cm^3) firmly cemented concretions, where content of $BaSO_4$ is 50–55% in volume. They varied in shape, but the most common concretion form is spheroidal, which indicates their formation in homogeneous host rock. Texture of concretions indicates the concentric growth in two steps: fast and slow crystallization. In the first stage loose core was formed, in the second stage dense body of concretions was formed. Core and body of concretions are composed of medium grained, well rounded and well sorted sandstones (grains of quartz and feldspar, both potassium feldspar and plagioclase). The presence of clay minerals in the core of concretions as clay-salt microaggregates cannot testify their modern creation, as well as the findings in the concretion layer of host rock in dinosaur bones.

REFERENCES

Berkey, C. P., and F. K. Morris, 1927, Geology of Mongolia: Natural History of Central Asia, Volume II. American Museum of Natural History, New York, 475 p.

Fastovsky, D. E., D. Badamgarav, H. Ishimoto, M. Watabe, and D. B. Weishampel, 1997, The paleoenvironments of Tugrikin-Shireh (Gobi Desert, Mongolia) and aspects of the taphonomy and paleoecology of *Protoceratops* (Dinosauria: Ornithishichia). Palaios 12:59–70.

Koski, R.A., and Hein, J.R., 2003, Stratiform barite deposits in the Roberts Mountains Allochthon, Nevada: A review of potential analogs in modern sea-floor environments. In: Bliss, J.D., Moyle, P.R., and Long, K.R., eds., Contributions to industrial minerals research. USA Geological Survey Bulletin 2209-H, 17 p; (http://pubs.usgs.gov/bul/b2209-h/).

Nichols, H. W., 1906, Sand-barite crystals from Oklahoma, in New forms of concretions: Field Columbian Museum, Geology Series, v. III (3), Pp. 31–35.

Tsogtbaatar, K., Weishampel, D. B., Evans, D. C., & Watabe, M., 2014, A new Hadrosauroid (plesiohadros djadokhtaensis) from the late cretaceous djadokhtan fauna of southern Mongolia. In *Hadrosaurs* (Pp. 108–135), Indiana University Press.

A SPECIFIC Rb-Li BIOGEOCHEMICAL PROVINCE IN THE EASTERN MEDITERRANEAN?

Fyodor S. Kot

Faculty of Civil and Environmental Engineering, Technion–Israel Institute of Technology, Haifa 3200003, Israel

Rubidium and lithium are rather exotic elements in the environmental research, in spite of their affiliation to the group of chemically active metals and the Rb abundance in the environment. A growing body of evidence, however, still debatable, indicated that both elements possess unique essential and neurophysiological characteristics in animals and humans. During our investigations in the Galilee, the Coastal Plain, and the northern Negev of Israel, low Li and high Rb concentrations and mobility, and the indicative Rb to K imbalance in the soils, the soil waters, the plant and litter leachates, and the natural waters were determined, suggesting a specific biogeochemical background of the area. Rubidium preferential to K accumulation in the soil clays along with high input with precipitation seems to be the main mechanism of the Rb enrichment. Lithium, on the contrary, showed low mobility and potential availability. Presumable consequences on the local biota and humans were supposed.

Acknowledgements. Support provided by Misrad ha-Klita (Jerusalem) and The Technion Research & Development Foundation Ltd. (Haifa, Israel) is appreciated.

THE TRAJECTORIES OF CHINA'S RESOURCE-DEPENDENT CITIES: 1990-2010

He LI

Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences,
Changchun, Jilin Province; lihe@iga.ac.cn

Resources exploitation has been an important factor impacting China's urbanization, but its role in urbanization varies considerably across regions and over time. During the planned economy, a great number of China's cities rose and developed as a result of large scale resources exploitation. However, after the reform and opening-up, resource-dependent cities (RCs) have become a kind of China's cities facing great challenges of sustainable development. Many studies have examined the economic decline and transition processes of China's RCs, but little attention has been paid on the urban population change of these cities. The aim of the paper is to investigate the overall direction and disparities of urban population change of China's RCs, and examine the factor impacting the urban population change. Based on the analysis of national population census data during 1990-2010, the study found that urban population growth of RCs was much slower than national average, a growing number of RCs has been facing intensifying urban population loss. Among different regions of China, northeast China suffered most dramatic slowdown of urban population growth of RCs, there were more shrinking RCs than growing RCs during 2000-2010. Urban population growth of China's RCs is closely related to factors such as life cycles of resource exploitation, regional economic performance, resources categories, natural population growth and ecological protection policies. The slowdown and decline of urban population of RCs is a peculiar phenomenon of China's contemporary urbanization that needs continuous attention.

FORAGE ALLOMETRY: LINKING TO CLIMATE CHANGE IN SALT AFFECTED SEMI-ARID LAND

A.I. Mamedov and E.K. Husiyev

Institute of Botany, Institure of Soil Science and Agrochemistry, Azerbaijan National Academy of Sciences (ANAS), Baku Azerbaijan; amrakh03@yahoo.com

Above- and belowground components of plants (e.g. root and shoot) are closely linked through movement of minerals and energy between plants and soil organisms, and influence terrestrial ecosystem processes and carbon storage. Combined studies of both components and their interaction in the soil-plant system may identify of terrestrial ecosystem dynamics and productivity under global climate changes. Using allometry may allow connecting plant growth and physiological processes, and regression relationship can be used to estimate plant parameters in the crop models that are difficult to measure frequently. The objective of the study was (i) to investigate an effect of abiotic stress (e.g. soil salinity, drought) on morphological and physiological characteristics of the forage crops, (ii) to test allometric relationships to evaluate crop performance under current or projected changing environments. During three year a change of allometry between root and shoot parts of five forage crops (Amaranthus, Maize, Pearl Millet, Quinoa, Sorghum) in the arable land of semi-arid Central Kur-Araz watershed, Azerbaijan, characterized by heavy soil texture, salinity and alkalinity (EC > 4 dS/m, pH>8) and limited water resources and precipitations (< 300 mm) was studied. Field and laboratory measurements at various phenological stages of crops were conducted, and root, shoot and soil samples analyzed. An allometric relationship between the developmental rates of different plant organs (height, leaf size, stem mass and diameter, root mass and length, etc.) was established.

Results showed that (i) plant growth rate strongly depend on the mutual functioning of both roots and shoot, and their structure and function are interrelated, although roots of plants were less affected by salinity and drought than the shoots, (ii) root: shoot ratio of the forage crops increased with decline in root weight of the plants; quinoa exposed the lowest root: shoot ratio, while having highest root weight, showing its better adaptability to abiotic stresses, (iii) similar in trees, there was an exponential or power regression relationship between the stem diameter and root and shoot weight of plants, allowing to link (e.g. by exponent or coefficient of equations) contribution of studied factors to their performance, (iv) allometric relationship (e.g. using easily measurable plant parameters) could assist (a) in estimation of C accumulation rates, water and nutrient requirements for plants under abiotic stresses, (b) to identify the trend in distribution of minerals (macro- and micro) in the system of soil-root-shoot system, (c) to understand the ability of plants to adapt to the environment and abiotic stress condition, and hence to evaluate the contribution of crop varieties and management. The results will assist selecting the plants species adapted to the most varied abiotic stresses, and develop techniques for overcoming the limitations imposed by harsh environments prevailing in the region, and promoting a development in agricultural sustainability.

SOIL AND PUBLIC HEALTH: INVISIBLE LINKS AND CONSEQUENTIAL INTERACTIONS

Yakov Pachepsky
USDA-ARS Environmental Microbial and Food Safety Laboratory, Beltsville, MD 20705 USA;
yakov.pachepsky@ars.usda.gov

Public health institutions are intrinsically connected with soils from ancient times. The massive body of the empirical knowledge about this connection was accumulated. Public health always accounted for soil conditions in newly settled areas. Recently unraveling the underlying mechanisms of this link has begun, and many of them appeared to have the microbiological origin. The impressive progress in understanding the nexus between soil and health has been achieved by experimentation with preserved soil microbial systems functioning preserved along their metagenomic characterization. The objective of this work was to present an overview of some recent onsets.

In the food safety arena, survival of human pathogens in soils has been related to the degree of soil eutrophication and/or related structure of soil microbial communities. Soil microbial systems affect the affinity of plants to internalizing pathogenic organisms. Pharmaceutical arsenals benefit from using field soil environment for developing antibiotics. Enzyme production by soil bacteria is used as the signal source for drug activation. Sanitary functions of sols are dependent on soil microbial system workings. The healthy living can be enhanced by the human immune system training received from direct contact with soils. The hygiene hypothesis considers the microbial input due to exposure to soil as the essential ecosystem service.

The invisible links between soil and public health result in large-scale consequences. Examples of concurrent degradation of soil and public health are worth scrutinizing. Public health records can provide valuable sources of soil-public health interactions. It may be worthwhile to examine current evaluations of soil health from the public health standpoint. Soil management can be an efficient instrument of public health control.

GEOECOLOGICAL CONDITION OF THE TERRITORY GAS STATIONS CITY ULAANBAATAR

Gantumur Sambuu[1], Khaliun Gantumur[2]

[1]*Mongolian University of Science and Technology, Ulaanbaatar, Mongolia;* gntmr2000@mail.ru

[2]*China University of Petroleum, Beijing, China*

Modern urbanized areas are complex ecological and geographic systems with a constantly increasing anthropogenic impact on the natural environment (Tyutyunnik, 1991). The urban environment is characterized by the presence of numerous sources of pollution, uneven distribution and the proliferation of pollutants. The movement of air masses carrying technogenic aerosols in the city, in contrast to the out-of-town locations, is corrected by the height and character of the building, the direction of the streets and the purging of the quarters, the ratio of asphalted and planted areas, the possibility of demolition and washing away of dust from roofs of buildings, road surfaces and deposition in other areas. Motor vehicle emissions spread to the sides of the highway, and in urban conditions, starting from the walls of nearby houses, have an additional negative impact on soil (Medvedev, Fedorets, 2004).

The processes of transformation of natural landscapes and their properties in the zone of influence of enterprises in the city last for decades. However, the consequences of this impact are manifested after 2-3 years, in 15-20 years suburban landscapes are fully deformed or destroyed, anthropogenic and man-made landscapes occur. At the same time, soils lose their natural qualities, which are necessary to maintain ecological balance (Kochurov, 2003).

Urban soils are a unique natural-urban object (Medvedev, Germanova, 2009). They are formed under the influence of one of the leading factors of soil formation - urbo-anthropogenic - and constitute a biocosm system that performs certain ecological functions. For the first time, the concept of "urban soil" was introduced by Bockheim (USA) in 1974. The characteristic specific horizon for these soils is Urbik. This is a bulk, mixed horizon, containing anthropogenic inclusions in the form of construction waste and industrial waste. All soils of the city are divided into groups: natural undisturbed, natural-anthropogenic, surface-transformed, anthropogenic deeply transformed urbanisms and soils of technogenic superficial soil-like formations - urbotehnozems. Chemically transformed urban soils include:

1) soils of industrial and communal zones: highly technologically contaminated (heavy metals and other toxic substances), compacted, structureless;

2) soils impregnated with organic oil-gasoline fluids; They are formed in the territory of petrol stations and car parks. Chemically transformed and contaminated soils may include technologically contaminated soils in which the genetic profile is preserved.

The volume of anthropogenic inflow of NP into the urban environment exceeded the scale of the natural processes of their migration and accumulation. In conditions of urbanization in the territory of large cities, there are almost no natural types of soils. Instead, specific organomineral formations are formed: soil, urbolites, urbanozems, whose capabilities are limited in self-cleaning processes. Transformation of natural properties of soils in megacities is more pronounced, and natural buffering under conditions of oil pollution is sharply reduced (Technology ..., 2009).

In the soil of the city of UlaanBaatar, petroleum products can come as a result of leaks from tanks and pipelines, fuel spills during refueling of cars and injection of tanks at gas stations (gas stations). The chaotic and high density of filling stations in the city, lack of environmental control, storm sewage and sewage treatment contribute to the rapid contamination of soils with petroleum products. Severe climatic conditions and a small thickness of the humus soil layer sharply reduce the efficiency of self-cleaning processes. This leads to an increase in the ecological danger of the metropolitan area. Therefore, geoecological studies of urban ecosystems are relevant both to identify the criteria for the ecological state of soils, and to develop a modern methodology for predicting changes in their quality, creating engineering methods for their protection and sanitation (Medvedev, Fedorets, 2004).

Assessment of pollution of NP in the zone of gas stations using GIS. For example, two gas stations AZS-14 and AZS-90 MT located along the main highway of the city studied the pollution of NP and TM soils in the zones of influence of these objects, as well as the features of intra-profile differentiation of their distribution.

The analysis of more than 200 samples showed that exceeding the norm of the content of petroleum products MPC in 100 mg / kg is characteristic for 100% of all samples analyzed in the work. And when using the MPC value of 300 mg / kg, the amount of contaminated samples is 73% of their total number. There is a steady increase in the content of petroleum products with a depth of up to 30 cm at virtually all points of the selected transect. This effect is most pronounced at a distance of 100 m from the source of

pollution. The direction of migration flows of petroleum products is subject to the landscape slope of the surface (the catenary principle for geochemical components). At a distance of about 100 m from the source of pollution, the content of petroleum products increases to 800 mg / kg. This is due to the landscape decrease and accumulation of oil products in the lowland (Gerasimov, 1998). But even at a distance of 250 m from the source of pollution of petroleum products do not comply with generally accepted standards (minimum content of 100 to 300 mg / kg soil). Removal of oil products from the soil profile and its further distribution along the landscape slope toward the river. Tuul creates a danger of contamination of surface waters and the territory as a whole (Sarapulova et al., 2010; Sarapulova, Gantomor Sambuu, 2011).

Comparative analysis of seasonal data for September, October and May 2015 showed a stable high content of chemical elements, especially As, exceeding the MAC by more than 2 times. As for petroleum products, their maximum accumulation is observed at a depth of 30 cm. The effect is recorded to a greater extent along the transect toward the river. Tuul (landscape slope), at a distance of more than 250 m from gas stations, it is less pronounced. The observed effect indicates the formation of a geochemical barrier in the form of petroleum products, on which anomalous accumulation of heavy metals occurs.

Thus, the peculiarity within the profile migration of petroleum products is manifested in an increase in their content at a level of 30 cm. The data obtained in this work coincide with the results of calculations of the maximum penetration depths of oil products: alluvial soils - up to 40 cm, podzolic - 32 cm, tundra - 26 cm, marshy - 23 cm (Zinoviev, Khoroshavin, 2009).

Based on the results of field testing and conducted studies of the chemical composition of soils and soil, maps of the distribution of petroleum products using GIS technologies were constructed. Substantial contamination of the territory of the filling stations themselves is shown and the areas of distribution of oil products outside the stations are identified.

BIBLIOGRAPHY

Gerasimov A.N. Mathematical methods in biology, ecology, medicine. Moscow: 1998. 40 p.

Zinovieva O.A., Khoroshavin V.Yu. Anthropogenic transformation of soil cover in the Urengoy oil and gas condensate field // Bulletin of TSU. 2009. № 3. Pp. 50-57.

Kochurov B.I. Ecodiagnostics and balanced development. Smolensk: Publishing house Magenta, 2003. 384 p.

Medvedeva M.V., Fedorets N.G. Complex assessment of the state of soils under urbanization // Scientific and technical aspects of environmental protection. M.: VINITI, 2004. № 2. Pp. 13-17.

Medvedeva M.V., Germanova N.I. Ecological and microbiological bases of soil monitoring in urbanization conditions // Ecology of urbanized territories. 2009. № 4. Pp. 84-88.

Sarapulova G.I., Gantomor S., Byambasuren Ts., Salaurov V.N. Migration flows of pollutants in the urbanized areas of Ulan-Bator // Security-2010. Materials of Stud. Scientific-practical. Conf. Irkutsk, 2010. P. 131-133.

Sarapulova G.I., Gantomor Sambuu. Pollution by heavy metals of soil along the main highway of Ulaanbaatar // Prospects for the development of technology, ecology and automation of chemical food and metallurgical industries. Irkutsk: Publishing House of IrSTU, 2011. P. 140-141.

Technology of biological utilization of oil waste and oil pollution. Scientific and technical. Bull. 2009. Is. 2 (10). 63 p.

Tyutyunnik Yu. G. Identification, structure and classification of landscapes of urbanized territories // Geography and natural resources. 1991. №3. Pp. 22-32.

TERRESTRIAL NET PRIMARY PRODUCTIVITY IN THE SANJIANG PLAIN DURING 1954-2014 AS INFLUENCED BY MULTIPLE ENVIRONMENTAL CHANGES

Fengqin YAN [1,2], Shuwen ZHANG [1]

[1] *Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun, Jilin, China;*
[2]*University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, China*

The Sanjiang Plain includes the largest freshwater wetlands in China. Located in the middle-high latitudes, the Sanjiang Plain is very sensitive to global climate change. At the same time, the Sanjiang Plain was seriously disturbed by human activities. Since the 1950s, a large number of marsh wetlands have been reclaimed as cropland. Net primary productivity is an important feature of ecosystem sustainability and ecosystem function, and the study of net primary productivity and its response to global change plays a pivotal role in the study of the whole terrestrial ecosystem carbon cycle. Revealing and quantitatively analyzing the impact of different factors on NPP changes in the region has important guiding value for understanding the carbon cycle process and the formulation of relevant policies.

Taking the Sanjiang plain as the study area, this study developed data sets including the land use / cover data, the climate changes (such as temperature, precipitation), atmospheric environment changes (CO_2 concentration, N deposition) and land management data (N fertilization, irrigation data, etc.). The DLEM model was used to simulate the temporal and spatial changes of net primary productivity of terrestrial ecosystem in the Sanjiang Plain under global climate changes and human activities. At the same time, the effects of various factors on the net primary productivity changes in the Sanjiang Plain were analyzed quantitatively by single factor experiments. The main conclusions of this study are as follows:

(1) Under the background of global warming, the average temperature showed an increasing trend from 1954 to 2014 in the Sanjiang Plain. The maximum temperature appears in 2007 (4.78 □), and the lowest temperature appears in 1969 (1.03 □). The average annual minimum temperature growth rate is much higher than the average annual growth rate of the maximum temperature, especially since the 1980s. The growth of average annual minimum temperature in the Sanjiang Plain in the past 60 years mainly contributed by the growth of the average annual growth. During the period from 1954 to 2014, the average annual precipitation in the Sanjiang Plain was 577.41 mm per year. The maximum annual precipitation can reach to 810.52 mm (1994) and the minimum precipitation was 396.94 mm (1976).

(2) Over the past 60 years, the Sanjiang Plain experienced serious land use changes. Paddy fields, dry farmland and settlement area increased quickly at the expense of forest land, grassland and marsh. During the past 60 years, dry farmland had the largest increase rate, followed by paddy field while marsh and grassland decreased significantly by 25.9% and 9.9%, respectively. In the past 60 years, the N deposition of the Sanjiang Plain showed an increasing trend, and the growth rate of NHx_N is much higher than that of Noy_N. The growth of nitrogen deposition in the Sanjiang Plain is mainly due to the growth of NHx_N. At the same time, the amount of nitrogen fertilizer in the Sanjiang Plain showed increased trend over the past 60 years.

(3) Based on the site data, this study calibrated the parameters of DLEM and simulated the spatial and temporal changes of the net primary productivity since the 1950s in the Sanjiang Plain. During the study period, net primary productivity of the Sanjiang Plain showed a growing trend. By setting the "single factor" experiments, this paper quantitatively analyzes the impact of environmental factors on the carbon cycle of the Sanjiang Plain in the past 60 years. The results show that the climatic factors made the largest contribution to the growth of NPP in the Sanjiang Plain over the last 60 years, followed by the change of N deposition and CO_2 concentration. During the period from 1954 to 2014, the increase of nitrogen deposition and nitrogen fertilization in the Sanjiang Plain promoted the growth of net primary productivity in the study area. The CO_2 concentration in the study area also showed increasing trend and has contributed to the growth of NPP in the study area over the past 60 years.

GRASSLAND DEGRADATION MONITORING IN WESTERN HULUN BUIR PLATEAU

Jiuchun YANG, Liping CHANG, Shuwen ZHANG, Lingxue YU

Northeast Institute of Geography and Agroecology, CAS, Changchun 130102, China;

yangjiuchun@iga.ac.cn

INTRODUCTION. Grassland, one of the most widely distributed natural resource on Earth (Lund, 2007), is the vital foundation for the development of livestock husbandry. It has long been recognized as having important benefits in environmental conservation and socioeconomic development (Gibson, 2009). In China, the total area of different types of grassland is about 4×10^9 hm^2. However, salinization, desertification, cultivation, mining, rodents, or urban development have dramatically degraded or endangered these grassland ecosystems in many regions (Liu et al., 2011). Grassland degradation has become the limiting factor that impeded the performance of the ecological function of grassland ecosystems, and affected the stability and regional sustainable development. Therefore, it is essential to investigate the pattern and process of grassland degradation to understand how grassland succession under climate change and anthropogenic disturbances.

The intent to trace grassland degradation arises from the process of monitoring what, where and to what extent grassland has degraded, and furthermore, to understand how and why the change can occur. Remote sensing data, coupled with geographic information systems (GIS), has played significant role to monitoring the pattern and process of grassland ecosystem (Akiyama, Kawamura, 2007). Owing to the timely and cost-effective information from satellite remote sensing, biophysical characteristics of grassland in quantitatively can be estimated (Yang, Zhang, 2009), as well as long-term development and process of degradation at a relatively large spatial scale can be mapped (Li et al., 2013). Even the earliest remote sensed images, however, have not fully recorded the original environment with less human disturbances due to launching time of satellite and availability of data (Richard et al., 2001). Historical maps could yet provide more and earlier information to understand the original ecosystem before degradation.

Hulun Buir Plateau, one of the three largest natural meadows in the world, experienced dramatic degradation due to improper grazing, agricultural activities, and coal mining. It has become a hotspot of the world, with the number of the scientific research articles increasing significantly from less than 10 yearly in the mid-1990s to more than 300 in 2012. The purpose of this research is to investigate the grassland degradation and its causes on the Hulun Lake Basin, a typical basin in the Hulun Buir Plateau, during the last 56 years from 1954 to 2010. The specific research object is twofold: (1) to interpret and analyze the grassland degradation using historical topographic maps and multi-temporal Landsat MSS/TM images; (2) to explore the causes and understand the inter-linkage among grassland degradation, climate change, socioeconomic development and land management.

DATA SOURCES AND METHODS. The data sources include historical topographic maps and Landsat MSS/TM remote sensing images. The historical topographic maps, with the scale of 1: 100 000, were produced by the People's Liberation Army (PLA) during the period of 1954-1957 (the mid-1950s). The remote sensed images in the mid-1970s, the mid-1980s, the 2000s, and the 2010s were acquired during the growing season from late April to early October.

Based on the land use/cover classification system put forward by Liu et al. (2008), each image was classified into ten land use/cover classes: farmland, woodland, high coverage grassland, moderate coverage grassland, low coverage grassland, water, build-up area, saline land, sandy land and wetland. And then we concluded grassland degradation into coverage coverage degradation, salinization and desertification. Visual interpretation was adopted by experienced experts to guarantee the accuracy.

These maps were scanned and adjusted to provide the substantive historical land use/cover types as reference information from the pre-satellite ages.

All images were registered to the historical topographic maps with Albers conical equal area projection doubled standard latitude and Beijing 1954 coordinate system, using the ERDAS software with an accuracy of less than 0.5 pixel root mean square error (RMSE) for all images.

ANALYSES AND RESULTS. Although the high coverage grassland descended from 30816.72 km^2 in 1954 to 27770.90 km^2 in 2010, it occupied more than 90% overall. The fast decrease of high coverage grassland appeared during the period of 1954-1976, by 134.47 km^2 per year. And in the recent 10 years from 2000 to 2010, it decreased again by 28.55 km^2 per year. The moderate coverage grassland and low coverage grassland both expanded by 1200.34 km^2 and 784.61 km^2, respectively. The moderate coverage grassland continually ascended before 2000. But the dramatic decrease appeared during the recent stage from 2000 to

2010, losing 61.36 km^2 per year averagely. Contrary to the change process of high coverage grassland, the low coverage grassland spread from 16.62 km^2 in 1954 to 922.84 km^2 in 1976, then appearing a descend trend during the period of 1976-2000. Finally its area rose again rapidly by 58.77 km^2 per year averagely, mainly transited from high coverage grassland.

Table 1. The area of each grassland degradation type of Hulun Lake Basin from 1954 to 2010.

Grassland degradation type		Area (km^2)			
		1954 - 1976	1976 - 1988	1988 - 2000	2000 - 2010
Coverage degradation	high coverage grassland → moderate	1124.86	763.92	55.71	513.41
	high coverage grassland → low	778.43	53.84	1.72	373.47
	moderate coverage grassland → low	63.62	44.55	63.62	262.19
Desertification	high coverage grassland → sand land	136.33	91.55	4.65	33.11
	moderate coverage grassland → sand land	80.41	47.04	34.68	38.43
	low coverage grassland → sand land	2.64	15.63	13.14	4.47
Salinization	high coverage grassland → saline land	830.14	91.55	5.70	114.00
	moderate coverage grassland→saline land	46.90	47.04	29.51	440.20
	low coverage grassland → saline land	0.15	15.63	39.85	17.36
Total area		3063.48	1170.73	248.57	1796.65

During the mid-1950s to the mid-1980s, the area of moderately degraded grassland is the largest, up to 17.01×10^4 hm^2. From the mid-1980s to 2000, the severe and moderate degradation rate has decreased significantly, while the proportion of lightly degraded grassland has increased. During this period, the area of severe degraded grassland is the largest, up to 2.92×10^4 hm^2, and 2.44×10^4 hm^2 of the grassland has improved. During 2000 to 2005, the area of moderately degraded grassland has increased dramatically, while the severe and mild degradation rate has slowed noticeably. During this period, the area of moderately degraded grassland is the largest, up to $3.43\times10^4 hm^2$.

REFERENCES

Lund H.G. Accounting for the world's rangeland // *Rangeland*, 2007. 29(1), pp. 3-10.

Gibson D.J. Grasses and grassland ecology. Oxford University Press, Oxford, 2009. pp. 1-5.

Liu Y., Zha Y., and Gao J. Assessment of grassland degradation near Lake Qinghai // *International Journal of Remote Sensing*, 2011. 25(20), pp. 4177-4189.

Akiyama T., Kawamura K. Grassland degradation in China: method of monitoring, management and restoration // *Grassland Science*, 2007. 53(1), pp. 1-17.

Yang J. C., Zhang S.W. The spatial and temporal process in grassland degradation and causes in Hulun Lake Basin in the past 50 years // *Chinese Journal of Grassland*, 2009. 31(3), pp. 13-19 (in Chinese).

Li X.L., Gao J., Brierley G., et al. Rangeland degradation on the Qinghai-Tibet Plateau: implications for rehabilitation // *Land Degradation and Development*, 2013. 24. pp. 72-80.

Richard T. C., Paustian K., Elliott E. T. Grassland management and conservation into grassland: effects on soil carbon // *Ecological Applications*, 2001. 11(2). pp.343-355.

Liu J. Y., Xu X. L., Shao Q. Q. The spatial and temporal characteristics of grassland degradation in the three-river headwaters region in Qinghai Province // *Acta Geographica Sinica*, 2008. (4), pp. 364-376 (in Chinese).

EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON VEGETATION PHENOLOGY IN NORTHEAST CHINA DURING 1982 TO 2015

Lingxue YU

Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, P. R. China; yulingxue@iga.ac.cn

Vegetation phenology is an important indicator in monitoring the change in climate and natural environment. The global warming has contributed to extension of the growing season in many areas especially in middle latitudes regions. In this paper, we investigated the spatial characteristics of SOS, EOS and LOS and their change trend during 1982 to 2015 in Northeast China. Our results showed that there were significant advance of SOS and significant delay of EOS especially in the north part of Northeast China during 1982 to 2015. To the average change slope of EOS in the study area, the delay trend was 0.25 d/y, which was more obvious than the advance trend -0.13 d/y from SOS. As a result, the growing season became longer with a higher change rate, 0.39 d/y. Specially, the LOS of DNF increased at the trend of 0.63 d/y during 1982 to 2015, indicating that the growth season increased 21.42 days in a 34 years period. The average slope of LOS for grassland was 0.66 d/y, about 22.44 days longer in 2015 than that in 1982. Compared with the other regions such as USA and Africa, the change trend of LOS in Northeast China showed a more severe increase rate, indicating a more serious impact on vegetation phenology due to climate change than elsewhere.

TEMPORAL AND SPATIAL CHANGES IN SNOW COVER AND THE CORRESPONDING RADIATIVE FORCING ANALYSIS IN SIBERIA FROM THE 1970s TO THE 2010s

Shuwen ZHANG

Northeast Institute of Geography and Agroecology, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130012, P. R. China; zhangshuwen@iga.ac.cn

In the context of global climate change, the extent of snow cover in Siberia has significantly decreased since the 1970s, especially in spring. The changes of snow cover at middle and high latitudes have significant impacts on the meteorological and hydrological processes because the snow cover can affect the surface energy, water balance and the development of the atmospheric boundary layer. In this paper, the temporal and spatial changes in snow cover were firstly estimated based on a long time series of remote sensing snow cover data, which showed that the average snow coverage and snow days during 1970s to 2010s decreased at a trend of -0.855*104 km^2/a and -0.248 d/a, respectively. Based on this, we estimated the radiative forcing caused by the snow cover changes from the 1970s to the 2010s and compared it with the radiative forcing caused by the vegetation cover changes over the same time period in Siberia. The shortwave and longwave radiative forcings caused by the snow cover changes were 2.59 W/m^2 and 0.007 W/m^2, respectively, while the shortwave and longwave radiative forcings caused by the vegetation cover changes were -0.017 W/m^2 and -0. 74*10-4 W/m^2, respectively, indicating that the snow cover changes in Siberia can accelerate climate warming and the vegetation cover changes here have the opposite effect. Furthermore, the snow cover changes may play a more important role than the vegetation cover changes in regulating the surface radiation balance in Siberia on the regional scale.

ДЕСТРУКЦИЯ ОПАДА НАДЗЕМНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОСТПИРОГЕННЫХ ЛЕСАХ ЗЕЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Decomposition of litterfall in post fire forest of Zeysky nature reserve

Е.Р. Абрамова, С.В. Брянин

Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск;

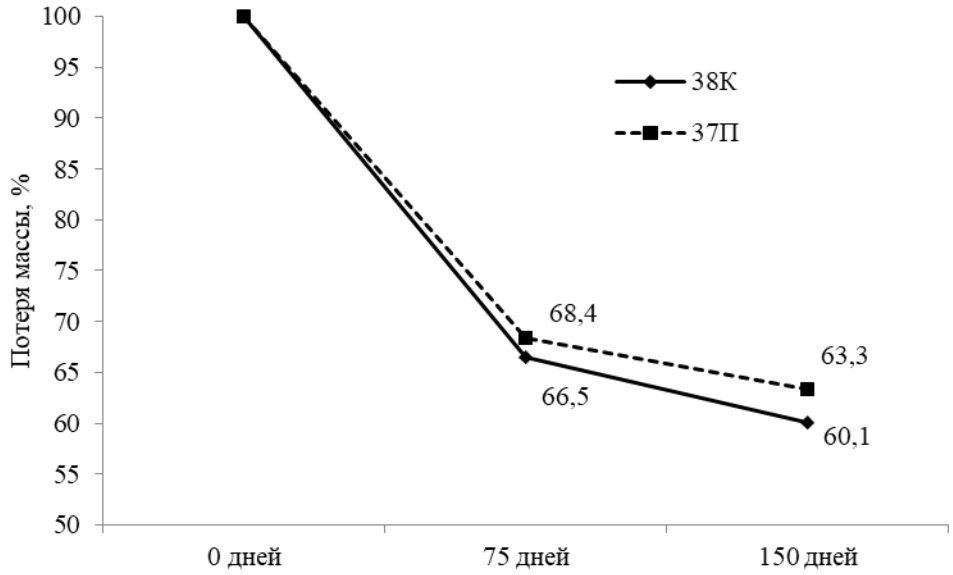
abramova.sci@gmail.com, bryanin@gmail.com

Леса бореальной зоны являются одним из основных резервуаров углерода (С) на планете (Preston, 2006). Климатические условия бореальной зоны замедляют биодеструкцию растительного материала и минерализацию почвенного С, что приводит к накоплению С в почвах (Pimm et all., 2009). Так, около 84% запасов С в таежных лесах сосредоточены в почвенном покрове (Dixon, 1994). Процесс разложения опада надземной фитомассы является необходимой составляющей процесса круговорота и пополнения запасов почвенного С и питательных веществ в этих лесах (Makkonen et al., 2012). Лесные пожары относятся к одним из существенных факторов, контролирующих естественный цикл С (Кудеяров, 2007). Процессы разложения опада существенно изменяются, как под прямым воздействием огня, так и в послепожарный период. При достаточно обширных исследованиях пирогенных экосистем, процессам разложения опада в постпирогенных лесах уделяется недостаточно внимания. Таким образом целью работы является изучение процессов разложения опада в лиственничных лесах хребта Тукурингра.

Исследования проводятся в государственном природном заповеднике «Зейский», расположенном в восточной части хребта Тукурингра (54° с.ш. и 127° в.д.). Объектом исследования является опад древесного и травянистого яруса. Полевые исследования проводятся в лиственничнике брусничном на постоянных пробных площадях (ПП), каждая по 0,25 га: первая – контрольная (38К), вторая – постпирогенный лес 2003 года (37П). На ПП 37П древостой сильно изрежен пожаром и последующим отпадом деревьев. Жизнеспособность сохранили только самые зрелые деревья лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Rupr.). Сбор опада производили согласно методике Н.И. Базилевич с соавторами (1978). Для эксперимента использовали фракции опада наиболее типичные для данного типа лесов. Отобранный опад распределяли на фракции: «листья» (береза плосколистная (*Betula platyphylla* Sukacz.) и тополь дрожащий (*Populus tremula* L.)), «ветви» (береза плосколистная, тополь дрожащий и лиственница Гмелина), «хвоя» (лиственница Гмелина и частично ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb)), «трава» (майник средний (*Maianthemum intermedium* Worosch.), вейник (*Calamagrostis* sp.) и осока шаровидная (*Carex globularis* L)) и высушивали до постоянного веса при температуре 30°С. Для оценки скорости разложения опада применялся метод изоляции растительного материала в мешочках из ткани (Перель, Карпачевский, 1968). В тканевый мешочек размером 10х10 см закладывали 7 г листьев, хвои, 5 г травы и 4,1 г ветвей. На каждой ПП было заложено по 124 образца с опадом. Мешочки с сухими фракциями опада помещали между верхним слоем опада и подстилкой. Сбор материала производился спустя 75 и 150 дней от начала эксперимента (в августе и октябре 2016 года, соответственно). Отобранные образцы помещали в полиэтиленовые пакеты. В лабораторных условиях образцы высушивали до постоянного веса при температуре 75 °С и взвешивали. Скорости разложения изучаемых фракций определяли по потере массы соответственно срокам отбора. Статистическую обработку данных проводили с помощью программ: Microsoft Excel 2013 и R (R Development Core Team, 2014).

Средние значения потери массы опада за период 150 дней составляли 32,5 и 33 % на ПП 37П и 38К соответственно (рис. 1). Наибольшая потеря массы на обеих ПП наблюдается на первом этапе разложения (0-75 дней, $p<0,05$). Потеря массы составила 26,5% и 28% на ПП 37П и 38К, соответственно. На втором этапе разложения (75-150 дней) потеря массы составила 6,0% и 4,9% на ПП 37П и 38К, соответственно. Не смотря на различия в потерях массы фракций опада, между изучаемыми ПП статистически значимой разницы не обнаружено, как за весь период разложения ($p=0,367$), так и на отдельных его этапах 75 дней ($p=0,614$) и 150 дней ($p=0,42$).

Потеря массы не отличалась между исследуемыми ПП (рис. 2). При этом фракции опада оказывали статистически значимое влияние на потерю массы. На обеих ПП наибольшая потеря массы за весь изучаемый период наблюдается у фракций «трава» и «листья». Наименьшую потерю массы за весь изучаемый период имеют фракции «хвоя» и «ветви».



Рисю 1. Потеря массы образцов опада на ПП 38К и 37П за изучаемый период

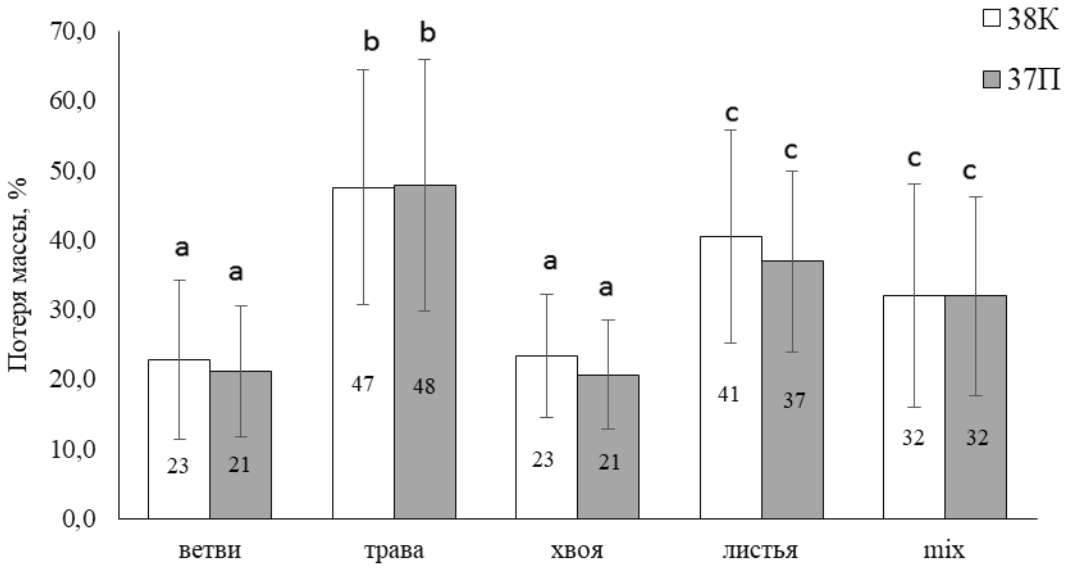


Рис. 2. Потеря массы образцов различных фракций опада на ПП 38К и 37П за изучаемый период. Планки погрешностей представляют ± 1 ошибка средней (n=6). Строчные латинские буквы отражают статистическую значимость различий по результатам двухфакторного дисперсионного анализа и теста Тьюки.

Несмотря на существенные различия лесорастительных условий изучаемых древостоев, потеря массы на ранних этапах разложения между ПП различалась не существенно. Разложение опада на обеих ПП имеет тенденцию интенсивной потери массы в первые 75 дней и замедление скорости потери массы на втором этапе разложения (75-150 дней). Такая особенность убыли массы обусловлена большой потерей сахаров, низкомолекулярных фенолов, а также некоторых питательных веществ на первом этапе разложения. Их высвобождение из материала опада сопровождается процессами растворения и выщелачивания, в совокупности с действием быстрорастущих микроорганизмов-деструкторов. На втором этапе разрушению подвергаются крупные макромолекулы целлюлозы, гемицеллюлозы и лигнина, которые более устойчивы к биодеструкции (Berg, 2014). Потери массы опада существенно различаются между фракциями. Разложение травы происходит существенно быстрее остальных фракций на протяжении всех этапов ($p<0,001$). Скорость потери массы убывает в ряду фракций: трава, листья, хвоя и ветви. Вероятно, это обусловлено особенностями исходного химического состава изучаемых фракций. В настоящее время исследования продолжаются для выявления механизмов разложения опада в изучаемых

сообществах и особенностей накопления углерода в таёжных экосистемах подверженных влиянию пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базилевич Н. И., Титлянова А. А., Смирнов В. В., Родин Л. Е., Нечаева Н. Т., Левин Ф. И. Методы изучения биологического круговорота в различных природных зонах / под ред. А. А. Роде. М.: Мысль. 1978. 185 с.

Кудеяров В.Н. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России [Текст] / В.Н. Кудеяров, Г.А. Заварзин, С.А. Благодатский и др.; отв. ред. Г.А. Заварзин. – М.: Наука: ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН. 2007. 315 с.

Перель Т.С., Карпачевский Л.О. О некоторых особенностях разложения опада в широколиственно-еловых лесах // Pedobiologia. 1968. Т. 8. С. 306-312.

Berg B., McClaugherty C. Plant Litter: Decomposition, Humus Formation, Carbon Sequestration. 2014. P. 315.

Dixon R.K. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems / R.K. Dixon et al. // Science. 1994. N. 263. Pp. 185-190.

Pimm S. Boreal forests' carbon stores need better management / S. Primm, N. Roulet, A. Weaver // Nature. 2009. N. 462. P. 276.

Preston C.M. Stocks, chemistry, and sensitivity to climate change of dead organic matter along the Canadian boreal forest transect case study / C. M. Preston, J.S. Bhatti, L.B. Flanagan, C. Norris // Climatic Change. 2006. Pp. 223-251.

R Development Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: The R Foundation for Statistical Computing, 2014. http://www.Rproject.org/

К ОЦЕНКЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

On the Estimation of the Species Diversity of Amphibians and Reptiles in the Russian Far East

Э. В. Аднагулов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, rfe_herps@mail.ru

Среди крупных регионов России Дальний Восток является, по-видимому, вторым по биоразнообразию герпетофауны после Кавказа (по: Терентьев и Чернов, 1949). Несмотря на более чем 150 лет исследований, фауна земноводных и пресмыкающихся Дальнего Востока изучена недостаточно. Отчасти это объясняется большой территорией и малым количеством специалистов-герпетологов.

К настоящему времени известно более 1000 публикаций, посвященных различным вопросам видового состава, систематики, распространения, экологии и проблемам охраны земноводных и пресмыкающихся Дальнего Востока России.

Географически Дальний Восток простирается примерно на 4100 км с запада на восток и на 4100 км с севера на юг, занимая площадь около 3,5 млн км^2. На этой территории выделяют 9 физико-географических зон с различными типами рельефа, водных объектов, почв, растительности, фаунистических комплексов (по: Дальний Восток, 1961).

Видовой состав и географическое распределение различных видов животных (в т. ч. земноводных и пресмыкающихся) очень неоднородно и в целом наибольшего разнообразия достигает в южных районах.

Первые сведения по земноводным и пресмыкающимся Дальнего Востока (в частности, бассейна Амура) приведены Р. Мааком в его «Путешествии на Амур», в котором перечислены семь видов амфибий и семь видов рептилий (Маак, 1859).

Дальнейшие публикации (Никольский, 1905, и др.; Емельянов, 1928; Терентьев, Чернов, 1949; Банников и др., 1977, и пр.) отражают как непосредственные наблюдения в природе, так и соответствующие достижения в развитии зоологической систематики. По мере развития герпетологических исследований список видов изменяется, как правило, в сторону увеличения.

Отдельно следует отметить, что в ряде обзоров последних лет рассматриваются отдельные классы (Кузьмин, 2012; Кузьмин, Маслова, 2005; Ананьева и др., 2004; Maslova, 2016), либо даже отдельные группы — змеи (Дунаев, Орлова, 2014). В целом, различия в оценке количества видов сводятся к учёту или игнорированию морских видов — тропических черепах и змей, изредка регистрируемых близ берегов России.

В последние годы были опубликованы несколько крупных сводок с предложениями по изменению статуса ряда таксонов мировой фауны земноводных и пресмыкающихся. К их числу можно отнести проект Д. Фроста с соавторами — крупнейший интернет-сервис по современной систематике земноводных фауны мира «Amphibian Species of the World 6.0: an Online Reference» (Frost, 2017). Аналогичная интернет-сводка есть и по рептилиям (Uetz et al., 2017). Эти работы в свою очередь являются обобщениями других многочисленных публикаций по систематике отдельных таксонов (напр., Helfenberger, 2001; Utiger et al., 2002; Fritz et al., 2010; Guo et al., 2014; Duelmann et al., 2016; и др.). Недавно опубликован «Цветной атлас амфибий Китая» (Fei et al., 2012), в котором отражены номенклатурные изменения некоторых видов Китая и сопредельных стран. Также выявляются криптические виды (Берман и др., 2009; Okamoto, Hikida, 2012; Poyarkov et al., 2012; и др.). Отдельно следует отметить «Каталог змей мира» (Wallach et al., 2014) — попытку обобщения сведений по фауне змей мира, хотя и там есть некоторые разночтения.

Вместе с тем продолжаются дискуссии о валидности тех или иных крупных таксонов уровня рода и подсемейства и даже семейства (Pyron et al., 2013), а также уточнения авторства некоторых таксонов (Dubois & Bour, 2011).

Большинство видов, известных к настоящему времени на Дальнем Востоке России, распространены достаточно широко и в целом являются обычными.

Фауна амфибий рассматриваемой территории представлена 13 видами семи родов, относящимися к пяти семействам двух отрядов. Из них наиболее многочисленны лягушки — в целом, 6 видов. Один вид хвостатых земноводных (уссурийский когтистый тритон) — узкоареальный вид, эндемик России. Два вида амфибий — заносные (искусственно вселённые): в последние годы сообщалось об интродукции двух видов лягушек на Камчатку — озёрной *Pelophylax*

ridibundus (Pallas, 1771) и травяной *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (Шейко, Никаноров, 2000; Ляпков, 2014, 2016). Изучение популяций этих видов показывает, что они достаточно успешно натурализовались, но в отдельных локальных местообитаниях и без существенной динамики ареалов.

В фауне пресмыкающихся — 27 видов, относящихся к 19 родам 8 семейств двух отрядов. Из них пять — морские виды (три вида черепах и два вида змей). Пять видов пресмыкающихся отмечены по одному разу (головастая и зелёная черепахи, восточный ликодон, тонкохвостый полоз и большой морской крайт). Из наземных видов наиболее многочисленны ужеобразные (12 видов) и ямкоголовые — 4 вида.

Из других наземных пресмыкающихся по единичным находкам известны восточный динодон (ликодон) *Dinodon* (=*Lycodon*) *orientale* (Hilgendorf, 1880) и тонкохвостый полоз *Elaphe taeniura* (=*Orthriophis taeniurus*) (Cope, 1861). Также довольно редки полосатый полоз *Orientocoluber spinalis* (Peters, 1866) и краснопоясый динодон (ликодон) *Dinodon* (=*Lycodon*) *rufozonatum* (Cantor, 1842). Предположение о недостаточной изученности герпетофауны Дальнего Востока подкрепляется недавними находками некоторых видов за пределами их известных ареалов: восточный щитомордник *Gloydius blomhoffii* (Boie, 1826) на о. Кунашир (Курильские о-ва) (Orlov et al., 2014) и красноспинный полоз *Oocatochus rufodorsatus* (Cantor, 1842) в долине Среднего Амура (Stein, Kalinina, 2016).

Остальные виды в определённой степени «автохтонны» и регистрируются с разной степенью периодичности, что отражает их численное состояние (обычность — редкость), либо узкую экологическую специализацию. Встречи видов за пределами их известных ареалов (красноспинный полоз в Амурской обл. (Stein, Kalinina, 2016), монгольская жаба на Сахалине (Тиунов и др., 2009), восточный щитомордник на о. Кунашир (Orlov et al., 2014)) скорее свидетельствуют о неполноте сведений по герпетофауне Дальнего Востока, чем о расселении видов или расширении ареалов. Таксономический статус некоторых видов (сахалинская гадюка, каменистый щитомордник) неясен: валидность этих таксонов признаётся некоторыми авторами (напр., Alencar et al., 2016, p. 54, Fig. 1). Для уточнения их систематического положения необходимы дальнейшие исследования.

Полный список видов земноводных и пресмыкающихся Дальнего Востока России с краткими аннотациями по распространению и комментариями представлен отдельно (Аднагулов, 2017).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аднагулов Э. В. 2017. Аннотированный список видов земноводных и пресмыкающихся Дальнего Востока России с таксономическими и номенклатурными изменениями // Современная герпетология. (в печати)

Ананьева Н. Б., Орлов Н. Л., Халиков Р. Г., Даревский И. С., Рябов С. А., Барабанов А. В. 2004. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (Таксономическое разнообразие, географическое распространение, природоохранный статус). СПб.: Зоологический институт РАН. 232 с.

Банников А. Г., Даревский И. С., Ищенко В. Г., Рустамов А. К., Щербак Н. Н. 1977. Определитель земноводных и пресмыкающихся фауны СССР. Учебное пособие для студентов биологических специальностей педагогических институтов. М.: Просвещение. 415 с.

Берман Д. И., Деренко М. В., Малярчук Б. А., Булахова Н. А., Гржибовский Т., Крюков А. П., Лейрих А. Н. 2009. Ареал и генетический полиморфизм углозуба Шренка (*Salamandrella schrenckii*, Caudata, Amphibia, Hynobiidae) // Зоологический журнал. Т. 88. № 5. С. 530–545.

Дунаев Е. А., Орлова В. Ф. 2014. Змеи. Виды фауны России: Атлас-определитель. М.: Фитон XXI. 120 с.

Емельянов А. А. 1928. Инструкция для сборов земноводных и пресмыкающихся // Работы кружка юных краеведов при Владивостокском отделении государственного Географического общества. Вып. 2. Владивосток: Издание Владивостокского отделения государственного Русского географического общества. С. 3–10.

Кузьмин С. Л. 2012. Земноводные бывшего СССР. Издание второе, переработанное. М.: Товарищество научных изданий КМК. 370 с. + CD-диск.

Кузьмин С. Л., Маслова И. В. 2005. Земноводные Дальнего Востока России. М.: Товарищество научных изданий КМК. 298 с.

Ляпков С. М. 2014. Озёрная лягушка (*Pelophylax ridibundus*) в термальных водоёмах Камчатки // Зоологический журнал. Т. 93. Вып. 12. С. 1427–1432.

Ляпков С. М. 2016. Травяная лягушка (*Rana temporaria*) на Камчатке: формирование первой популяции // Современная герпетология. Т. 16. Вып. 3/4. С. 123–128.

Маак Р. 1859. Путешествие на Амур, совершенное по распоряжению Сибирского отдела Императорского Русского Географического общества в 1855 г. Один том с портретом графа Муравьева-Амурского и с отдельным собранием рисунков, карт и планов. СПб.: Изд. С. Ф. Соловьева. Тип. К. Вульфа. 320 с. + 212 с.

Никольский А. М. 1905. Пресмыкающиеся и земноводные Российской империи (Herpetologia Rossica) // Записки Академии наук по физико-математическому отделению. Серия VIII. Т. XVII. № 1. СПб.: Императорская Академия наук. 517 с. + Прил. 2 табл.

Терентьев П. В., Чернов С. А. 1949. Определитель пресмыкающихся и земноводных. 3-е дополненное издание. М.: Советская наука. 340 с.

Тиунов И. М., Тиунов М. П., Шереметьева И. Н. 2009. Находки на Сахалине монгольской жабы (*Bufo raddei*) и большой полёвки (*Microtus fortis*) // Зоологический журнал. Т. 88. Вып. 11. С. 1406–1408.

Шейко Б. А., Никаноров А. П. 2000. Класс Amphibia — Земноводные. Класс Reptilia — Пресмыкающиеся. // Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Гл. 2. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. С. 70 – 72.

Alencar L. R. V., Quental T. B., Grazziotin F. G., Alfaro M. L., Martins M., Venzon M., Zaher H. 2016. Diversification in vipers: Phylogenetic relationships, time of divergence and shifts in speciation rates // Mol. Phylogenetics and Evol. Vol. 105. Pp. 50–62.

Dubois A., Bour R. 2011. The authorship and date of the familial nomen Ranidae (Amphibia, Anura) // Alytes. Vol. 27. Pp. 154–160.

Duelmann W. E., Marion A. B., Hedges S. B. 2016. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae) // Zootaxa. Vol. 4104 (1). Pp. 001–109.

Fei L., Ye C. Y., Jiang J. P. 2012. Colored Atlas of Chinese Amphibians and Their Distributions. Chengdu, Sichuan, China: Sichuan Publishing House of Science & Technology. 620 p.

Fritz U., Gong Shiping, Auer M., Kuchling G., Schneeweiß N., Hundsdörfer A. K. 2010. The world's economically most important chelonians represent a diverse species complex (Testudines: Trionychidae: *Pelodiscus*) // Organisms Diversity & Evolution. Vol. 10. № 3. Pp. 227–242.

Frost D. R. (ed.) 2017. Amphibian Species of the World: an Online Reference (accessed at March 25, 2017). Version 6. Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.html. American Museum of Natural History, New York, USA.

Guo P., Zhu F., Liu Q., Zhang L., Li J. X., Huang Y. Y., Pyron R. A. 2014. A taxonomic revision of the Asian keelback snakes, genus *Amphiesma* (Serpentes: Colubridae: Natricinae), with description of a new species // Zootaxa. Vol. 3873. № 4. Pp. 425–440.

Helfenberger N. 2001. Phylogenetic Relationships of Old World Ratsnakes based on Visceral Organ Topography, Osteology, and Allozyme Variation // Russ. J. Herpetol. Vol. 8 (Suppl.). Pp. 1–62.

Maslova I. V. 2016. Brief ecological and faunistic review of terrestrial reptiles of the Russian Far East // The 8th World Congress of Herpetology. Hangzhou, China, 15 – 21 August 2016. Abstracts. P. 31.

Okamoto T., Hikida T. 2012. A new cryptic species allied to *Plestiodon japonicus* (Peters, 1864) (Squamata: Scincidae) from eastern Japan, and diagnoses of the new species and two parapatric congeners based on morphology and DNA barcode // Zootaxa. № 3436. Pp. 1–23.

Orlov N. L., Sundukov Yu. N., Kropachev I. I. 2014. Distribution of pitvipers of «*Gloydius blomhoffii*» complex in Russia with the first records of *Gloydius blomhoffii* at Kunashir Island (Kuril Archipelago, Russian Far East) // Russ. J. Herpetol. Vol. 21. № 3. Pp. 169–178.

Poyarkov N. A. Jr., Che J., Min M.-S., Kuro-o M., Yan F., Li C., Iizuka K., Vieites D. R. 2012. Review of the systematics, morphology and distribution of Asian Clawed Salamanders, genus *Onychodactylus* (Amphibia, Caudata: Hynobiidae), with the description of four new species // Zootaxa. Vol. 3465. Pp. 1–106.

Pyron R. A., Burbrink F. T., Wiens J. J. 2013. A phylogeny and revised classification of Squamata, including 4161 species of lizads and snakes // BMC Evolutionary Biology. Vol. 13. № 93. Pp. 1–54.

Stein A. C., Kalinina V. 2016. Confirmation of the Red-backed Snake *Oocatochus rufodorsatus* (Cantor, 1842) (Squamata: Colubridae) in Amur Oblast', Russian Federation // Russ. J. Herpetol. Vol. 23. № 1. Pp. 81–82.

Uetz P., Freed P., Hošek J. 2017. (eds.) The Reptile Database, http://reptile-database.org, accessed March 25, 2017.

Utiger U., Helfenberger N., Schätti B., Schmidt C., Ruf M., Ziswiler V. 2002. Molecular Systematics and phylogeny of Old and New World Ratsnakes, *Elaphe* auct., and Related Genera (Reptilia, Squamata, Colubridae) // Russ. J. Herpetol. Vol. 9. № 2. Pp. 105–124.

Wallach V., Williams K. L., Boundy J. 2014. Snakes of the World. A Catalogue of Living and Extinct Species. Boca Raton (FL, USA): CRC Press, Taylor & Francis Group. xxvi + 1227 p.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Use of industrial wastes for wastewater treatment

Н.Ю. Акименко

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск; n_akimenko@inbox.ru

Одним из преобладающих источников загрязнения водоёмов и водотоков является сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод от различных промышленных предприятий. В целях рационального использования водных ресурсов и экологической безопасности на предприятиях должны внедряться и совершенствоваться системы очистки и повторного использования сточных вод, исключающих их сброс в водоём.

Так на большинстве предприятий теплоэнергетики (ТЭС), работающих на твердом топливе, в результате применения процесса мокрого золоудаления, образуются сточные воды, которые имеют очень высокую концентрацию взвешенных веществ – от 1000 до 2500 мг/дм^3.

Самым распространенным, в большей мере из-за его дешевизны, способом выделения воды из пульпы (смеси воды, золы, шлака, и различных взвешенных веществ) является гравитационный метод отстаивания в шламонакопителях. Данные сооружения не обеспечивают достаточный уровень очистки воды, необходимый для полноценного её вторичного применения во всех процессах ТЭС. А также зачастую находятся вблизи населенных пунктов или непосредственно на их территории, что позволяет ТЭС сократить как потери тепловой и электроэнергии на линиях подачи потребителям, так и затраты на транспортировку пульпы. Все это приводит к неблагоприятной экологической обстановке в селитебной зоне, приводя к загрязнениям как воздушного, так и водного бассейна, а также почв.

Вопрос эффективной очистки данной категории сточных вод может быть разрешён с помощью интенсификации осаждения взвешенных частиц с применением реагентов, что сделает возможным использование оборотных систем водоснабжения на промышленных предприятиях. В качестве реагентов могут традиционно использоваться соли алюминия, соли железа или их смеси в разных пропорциях, но эти реагенты довольно дороги, так как являются конечным продуктом производства. В тоже время можно использовать в качестве реагентов отходы промышленных производств, обладающие высокой коагулирующей способностью. Что является взаимовыгодным как для металлургического предприятия, которое значительно сокращает нормативы размещения отходов, так и для предприятия теплоэнергетики, которое получает доступные и дешёвые реагенты. При этом решаются вопросы создания комплекса безотходного производства, и значительно снижается воздействие на окружающую природную среду.

Для обработки сточной воды от системы мокрого золоудаления с концентрацией взвешенных веществ, золы и шлака 1000-2500 мг/дм^3 при отстаивании можно использовать реагенты, в качестве которых применять отходы титано-магниевого производства.

Экспериментальные исследования по определению эффективности применения отходов титаномагниевого производства – хлоридного плава и гипохлоритной пульпы проводились на сточной воде от системы мокрого золоудаления в лабораторных условиях. Данные промышленные отходы обладают хорошей коагулирующей способностью. Известно применение хлоридного плава для коагуляции городских сточных вод в виде 5-15%-ного водного раствора в дозе, не превышающей 300 мг/л по товарному продукту.

Хлоридный плав представляет собой твёрдый продукт плотностью 1,5 – 2,3 г/см^3. Состоит из безводных хлоридов и имеет растворимость 37г/100г воды при 20°С, относится к веществам с невысокой токсичностью. Гипохлоритная пульпа является также отходом титаномагниевого производства, содержит примеси взвешенных частиц, представляющие собой гидроокись кальция ($Ca(OH)_2$), карбонат кальция ($CaCo_3$), окись кремния (SiO_2), окись магния (MgO), незначительное количество полуторных окислов ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$) (Акименко, 2005г.).

Коагулирующая способность хлоридного плава обусловлена гидролизом, содержащихся в нём хлорида железа, алюминия и титана (не менее 35%), и образующих в результате хлопья гидроокисей, которые адсорбируют основную массу загрязнений. Двухвалентное железо, входящее в состав хлоридного плава, приводит к образованию его гидроокиси. Для его окисления и одновременно обеззараживания сточных вод совместно с хлоридным плавом вводилась гипохлоритная пульпа. Кроме этого, набольший эффект очистки сточных вод даёт использование смешанных коагулянтов, при этом происходит равномерное образование и осаждение хлопьев, чем при применении выше указанных коагулянтов порознь.

Проведённые экспериментальные исследования, на сточной воде после системы мокрого золоудаления котельной с исходной концентрацией 1800 – 2300 мг/дм^3, состояли из многочисленных серий опытов и выявили оптимальные величины доз реагентов при различной концентрации водного раствора хлоридного плава, показали – максимальный эффект осветления сточных вод составляет при 1%–ной концентрации растворов хлоридного плава 95 – 97%.

Эффект очистки сточных вод при совместном коагулировании хлоридным плавом и гипохлоритной пульпой намного выше, чем при коагулировании только хлоридным плавом. Что предполагает, что гипохлоритная пульпа, обладает каталитическими свойствами, и гидроокиси железа и алюминия при её наличии в обрабатываемой воде обладают большой абсорбционной способностью.

При использовании традиционных и наиболее часто применяемых коагулянтов: сернокислым алюминием $Al_2(SO_4)_3$ и хлорным железом $FeCl_3$ эффект очистки для аналогичных сточных вод составил 97-99%.

Сравнительный анализ применения регентов для сточных вод после системы мокрого золоудаления приведён в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Исследуемые реагенты	Основные характеристики осветлённой воды	
		Эффект осветления, Э%	Концентрация взв. в-в, С, мг/дм^3
Концентрация взвешенных веществ в исходной сточной воде – 1200 -2500 мг/дм^3			
1	Хлоридный плав и гипохлоритная пульпа	97-98	30-20
2	Хлорное железо	97-99	40-20
3	Алюминий сернокислый	97-99	40-20

Результаты позволяют сделать вывод, что по технологическим показателям отходы титано-магниевого производства могут заменить традиционные реагенты, применяемые для осветления сточных вод после систем мокрого золоудаления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Акименко Н.Ю. Анализ применения различных реагентов в очистке сточных вод с высоким содержанием взвешенных веществ. Усть-Каменогорск: Вестник ВКГТУ, 2005, № 4. С. 70-75.

Акименко Н.Ю., Давыдов Ю.Ф. Reagent methods of sewage treatment. г. Усть-Каменогорск: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., 24–25 мая 2014 г. ВКГТУ, 2014 г. С. 10-20.

УСТОЙЧИВОСТЬ БАКТЕРИОБЕНТОСА РЕКИ АМУР К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ

Resistance of the bacteriobenthos of the Amur River to heavy metals

Д.В. Андреева

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; freckles2008@yandex.ru

Помимо органических веществ, в списках важнейших групп загрязняющих веществ р. Амур одно из первых мест занимают тяжелые металлы, соединения которых не подвергаются деструкции в природных водах, а лишь изменяют формы существования (Кот,1999). В результате изменения физико-химических, гидрологических условий в водотоке и сорбционных свойств донных отложений (ДО), а также происходящих биогеохимических процессов, они могут не только аккумулировать химические соединения, но и выступать источником вторичного загрязнения водной среды. Бентосные микробные комплексы, участвуя в разложении аллохтонных и автохтонных органических веществ донных осадков, выступают в качестве важных агентов в миграции тяжелых металлов в контактной зоне вода-дно, изменяя их растворимость, биодоступность и токсичность.

Материалы и методы.

Для исследования структуры бактериобентоса и его устойчивости к тяжелым металлам (Hg^{+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}) летом 2009 и 2014 гг. во время экспедиций сотрудников ИВЭП ДВО РАН по Среднему Амуру были отобраны пробы из поверхностных слоев донных отложений (0–15 см) в зоне влияния крупных притоков (реки Зея, Бурея, Сунгари) и в районе г. Хабаровска.

При экспериментальном исследовании устойчивости бентосных микробных комплексов к загрязнению использовали ионы тяжелых металлов в следующих концентрациях: Hg^{+} 0,0005 и 0,001 мг/л, Cd^{2+} 0,001 и 0,002 мг/л; Pb^{2+} 0,5 и 3,0 г/л. Выбор концентраций тяжелых металлов обусловлен спецификой загрязнения воды и ДО р. Амур и ландшафтными особенностями территории водосбора (Кот, 1999). Активность роста бактериобентоса оценивали фотометрически по изменению оптической плотности культуральной жидкости при 600 нм на КФК-3-01. Содержание тяжелых металлов определяли в Хабаровском инновационно-аналитическом центре на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (ICP MS) фирмы «Perkin Elmer» (США) методом Total Quant.

Результаты и обсуждение.

При исследовании загрязнения ДО р. Амур тяжелыми металлами в зоне влияния крупных притоков (реки Зея, Бурея и Сунгари) летом 2005 г. максимальные концентрации трех приоритетных токсичных элементов (ртуть, свинец, кадмий) были выявлены ниже устья р. Бурея (Кондратьева и др., 2013). Содержание ртути в ДО, отобранных на этом участке реки, составляло 0,14 мг/кг, тогда как в устьевых зонах рек Зея и Сунгари, ее концентрация была в пределах 0,03 и 0,075 мг/кг, соответственно.

Дальнейшие исследования содержания токсичных элементов в ДО р. Амур были проведены летом 2008 г. на Нижнем Амуре в районе крупных городов Хабаровск, Амурск, Комсомольск-на-Амуре, выше и ниже по течению. Максимальное загрязнение ионами ртути было установлено выше г. Хабаровска вдоль правого берега (0,259 мкг/г). Высокие концентрации свинца были характерны для ДО, отобранных вдоль правого берега ниже г. Комсомольск-на-Амуре (11,363 мкг/г).

Последующие исследования содержания тяжелых металлов проводили в ДО, отобранных в р. Амур в районе крупных промышленных центров Дальнего Востока (гг. Хабаровск, Амурск, Комсомольск-на-Амуре) летом 2014 г. По сравнению с ДО, отобранными на этом же участке реки в 2008 году, содержание тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть) существенно снизилось. Однако, содержание ртути в ДО, отобранных в р. Амур в районе г. Хабаровска, было повышенным (0,0012 мкг/г).

Согласно данным совместного российско-китайского мониторинга, повышенные концентрации ртути (0,021-0,035 мг/кг) зарегистрированы в летние периоды 2011-2013 гг. в донных отложениях р. Уссури. Это может быть связано с поступлением ртути с сельскохозяйственными стоками с территории России и Китая. Известно, что в сельском хозяйстве широко используется гранозан (хлорид этилртути – C_2H_5HgCl) как фунгицид и бактерицид для обработки семян зерновых, бобовых и других культур.

Сульфатредуцирующие бактерии (СРБ) из донных отложений, отобранных ниже устья рек Бурея и Сунгари, отличались повышенной устойчивостью к загрязнению ионами ртути в концентрации 0,0005 мг/л (рис. 1). Это может быть связано с хроническим загрязнением их местообитаний ртутью. Увеличение концентрации ртути в 2 раза (0,001 мг/л) приводило к ингибированию численности сульфатредуцирующих бактерий во всех исследуемых пробах (рис. 1).

Наиболее адаптированными к присутствию кадмия 0,001 мг/л оказались СРБ из донных отложений, отобранных в устьевых зонах рек Зея и Бурея. Эти данные свидетельствуют о локальном загрязнении донных отложений р. Амур ионами кадмия.

Принимая во внимание, что в минеральную среду Морриса для культивирования СРБ входит ацетат свинца в концентрации 1 г/л, необходимо было установить концентрационные пределы лимитирования этого субстрата. Установлено, что снижение концентрации ацетата свинца в 2 раза (до 0,5 г/л) приводит к резкому снижению численности СРБ, а увеличение в 3 раза (до 3 г/л) даже способствовало росту численности сульфатредуцирующих бактерий, обитающих ниже устьев рек Зея и Бурея (рис. 1). Экспериментальные исследования показали, что ионы свинца не выступают в качестве ингибиторов роста СРБ, а являются важным компонентом их развития.

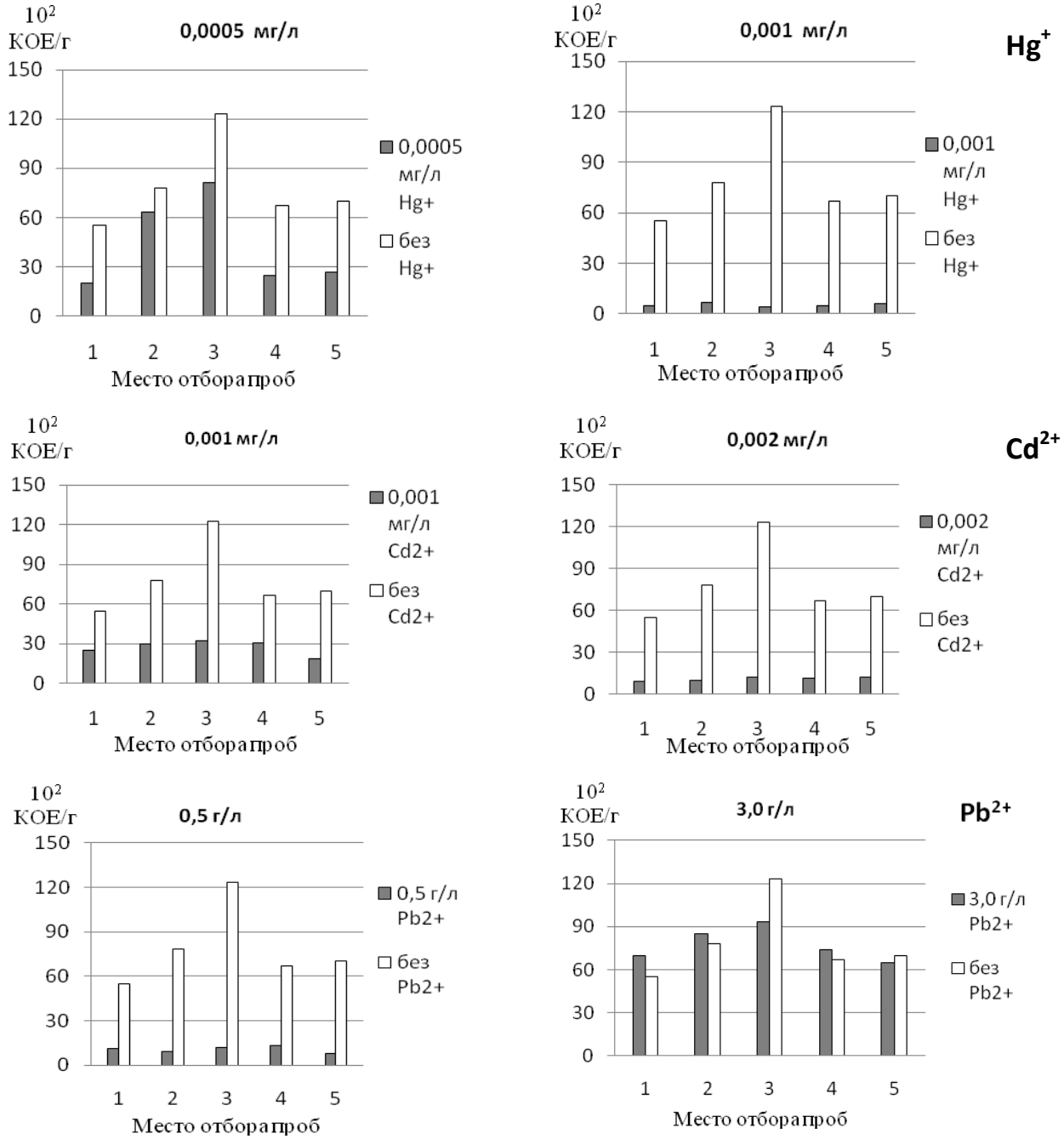


Рис. 1. Влияние ионов ртути, кадмия и свинца на численность бентосных сульфатредуцирующих бактерий из различных местообитаний р. Амур: 1 – ниже устья р. Зея, 2 –

ниже устья р. Бурея, 3 – ниже устья р. Сунгари, 4 – 0,5 км выше г. Фуюань, 5 – 0,5 км ниже г. Фуюань.

Последующие исследования устойчивости бентосных СРБ к различным концентрациям ртути проводили в ДО р. Амур, отобранных в районе г. Хабаровска летом 2014 года. Повышенное содержание ртути (0,0012 мг/кг) обнаружено в донных осадках р. Амур, отобранных у правого берега в районе г. Хабаровска (рис. 2). Установлено, что СРБ из этого местообитания проявляли максимальную устойчивость к ртути при концентрации 0,0005 и 0,001 мг/л (рис. 2). Это может быть связано с непосредственным участием сульфатредуцирующих бактерий в образовании метилртути.

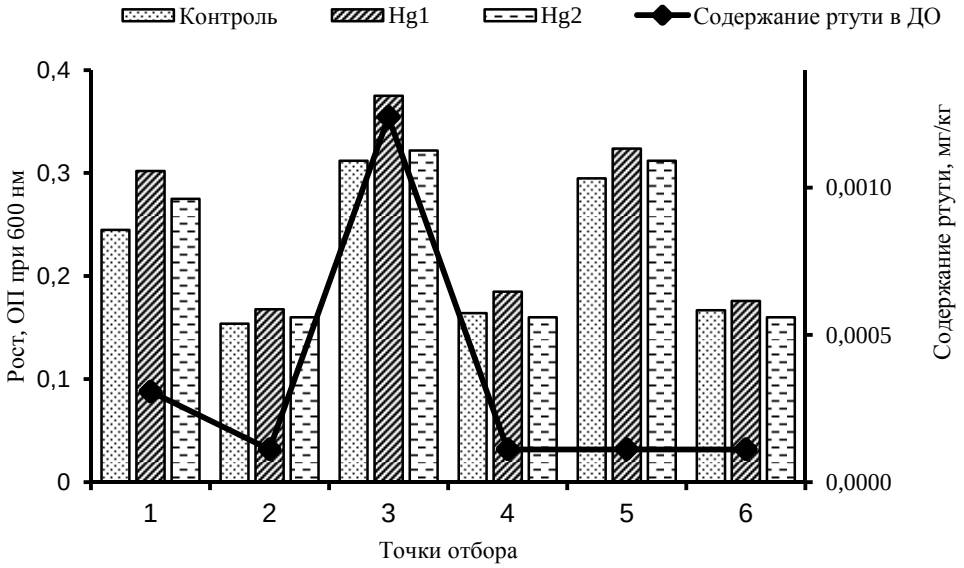


Рис. 2. Влияние ртути (Hg1 – 0,0005, Hg2 – 0,001 мг/л) на рост сульфатредуцирующих бактерий на лактате и ее содержание в донных отложениях р. Амур: 1, 2 – выше г. Хабаровска; 3, 4 – район г. Хабаровска; 5, 6 – ниже г. Хабаровска.

Примечание. Нечетные – правый берег, четные – левый берег.

Китайскими исследователями (Shao et al, 2012) были выделены два вида СРБ (*Desulfobulbus propionicus* и *Desulfovibrio vulgaris*) из пресноводных донных отложений. Их культивирование проводили в течение 30 суток при разных концентрациях сульфатов и солей ртути. Результаты показали, что во всех вариантах эксперимента концентрация метилртути увеличилась. Поэтому наличие солей ртути и СРБ в водной среде или донных отложениях считают веской предпосылкой для образования более токсичной метилртути.

На исследуемом участке р. Амур бентосные СРБ проявляли устойчивость к широкому диапазону концентраций ртути (0,0005-0,001 мг/л), причем их наиболее активный рост зарегистрирован в донных отложениях, отобранных у правого берега в районе г. Хабаровска. Эти данные согласуются с более ранними исследованиями (Кондратьева и др., 2011; Кондратьева и др., 2013) и свидетельствуют о локальном загрязнении донных отложений, отобранных у правого берега, ионами ртути, поступающей со стоком р. Уссури, р. Сунгари и сточными водами г. Хабаровска.

Выводы.

Для оценки характера загрязнения донных отложений из различных местообитаний р. Амур тяжелыми металлами (Hg^{+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}) использовали методы биоиндикации. Установлено, что индикаторная группа бентосных микроорганизмов, участвующая в цикле серы (сульфатредуцирующие бактерии) оказалась максимально адаптирована к ртутному загрязнению в 1 ПДК (0,0005 мг/л) в зоне влияния стока р. Сунгари и в районе г. Хабаровска. Бентосные сульфатредуцирующие бактерии проявили максимальную устойчивость к концентрации ионов кадмия (0,001 мг/л) и свинца (3,0 г/л) в зоне влияния рек Зея и Бурея. Учитывая сопряженность процессов сульфатредукции и метилирования ртути, можно утверждать, что они наиболее активно

происходят на тех участках р. Амур, где фиксируются повышенное евтрофирование, лимит кислорода в придонных слоях воды, а в водной среде или донных отложениях присутствует ртуть.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кот Ф.С. Рассеянные металлы в донных отложениях р. Амур и зоны смешения в Охотском море. Оценка антропогенной составляющей // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 1999. – Вып. 9. – С. 80–91.

Кондратьева Л.М., Андреева Д.В., Голубева Е.М. Влияние крупных притоков на биогеохимические процессы в реке Амур // География и природные ресурсы. 2013. №2. С. 36-43.

Кондратьева Л.М., Шунькова Н.Н., Андреева Д.В. Влияние ионов тяжелых металлов на структуру бактериобентоса из различных местообитаний в реке Амур // Чтения памяти В. Я. Леванидова (21–23 марта, 2011 г.). Владивосток: Дальнаука, 2011. № 5. С. 239-246.

Shao D., Kang Y., Wu S., Wong H. Effects of sulfate reducing bacteria and sulfate concentrations on mercury methylation in freshwater sediments // Science of the Total Environment. 2012. Vol. 424. Pp. 331-336.

ИНВАЗИИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛЕСНЫЕ ЦЕНОЗЫ ЮГА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ

Invasion of alien plant species into forest cenoses in the south of the Khabarovsk Territory

Л.А. Антонова

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; levczik@yandex.ru

Внедрение (инвазия) агрессивных чужеродных видов (alien plants, nonnative plants, nonindigenous plants) в природные сообщества приводит к глобальным изменениям биосферы. Они ведут не только к трансформации природных систем, снижению биологического разнообразия, но и наносят значительный экономический ущерб, представляют опасность для здоровья людей (Антонова, 2012; Виноградова, Хорун, Майоров, 2010; Kleunen M., Dawson W., Essl F., et al., 2015). Успешные инвазии чужеродных видов являются индикатором снижения потенциала самовосстановления природных экосистем (Kleunen M., Dawson W., Essl F., et al., 2015; Weber, 2000).

Несмотря на то, что лесные экосистемы в целом более устойчивы к инвазиям чужеродных видов растений, происходящие в них изменения более глубокие и долговременные, при этом формируются лесные ценозы с доминированием чужеродных видов.

В настоящее время в лесах Хабаровского края чужеродные виды приурочены преимущественно к обочинам дорог, и участкам с уничтоженным естественным растительным покровом, тем не менее, актуальность данной проблемы очень высока. Все интенсивнее протекает расселение чужеродных видов, в том числе и инвазионных видов растений, в лесных насаждениях и зеленых массивах населенных пунктов и их окрестностей.

Целью данной работы являлось изучение инвазионных процессов в растительном покрове лесных ценозов. Исследования выполнялись в бассейне реки Амур в пределах южной части Хабаровского края (российский Дальний Восток) в лесных экосистемах различной степени антропогенной нарушенности. Исследования включали геоботаническую съемку по общепринятой методике, определение показателей антропогенного воздействия, выяснение видового состава, активности и ценотической роли инвазионных чужеродных видов растений.

Адвентивная флора Хабаровского края включает 392 вида сосудистых растений из 230 родов, относящихся к 51 семейству, что составляет 18,7 % от флоры Хабаровского края (Антонова, 2012). С начала нынешнего столетия в регионе зафиксировано нарастание числа натурализовавшихся адвентивных видов, проявляющих тенденцию к активной инвазии в природные сообщества разной степени нарушенности. Еще во второй половине прошлого века в Хабаровском крае многие из них отмечались единично или небольшими локальными группами в составе растительных сообществ.

В соответствии с принятой в России классификацией инвазионные виды растений Хабаровского края нами разделены по четырем категориям (виноградова, Хорун, Майоров, 2010). Статус 4 - потенциально инвазионные виды, способные к возобновлению в местах заноса и проявившие себя в смежных регионах в качестве инвазионных видов имеют 19 видов. Статус 3 имеют 25 видов, это - чужеродные виды, расселяющиеся и натурализующиеся в настоящее время в нарушенных местообитаниях, которые в ходе дальнейшей натурализации смогут внедриться в полуестественные и естественные сообщества. Статус 2 - чужеродные виды, активно расселяющиеся и натурализующиеся в нарушенных полуестественных и естественных местообитаниях, имеют 28 видов.

Статус 1 – виды трансформеры, активно внедряющиеся в естественные и полуестественные сообщества, изменяющие облик экосистем, нарушающие сукцессионные связи, выступающие в качестве эдификаторов и доминантов, образующие значительные по площади одновидовые заросли, вытесняющие и (или) препятствующие возобновлению видов природной флоры, имеют 15 видов. Видами трансформерами в Хабаровском крае являются следующие: *Acer negundo*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Bidens frondosa*, *Echinocystis lobata*, *Helianthus tuberosus*, *Hippophaë rhamnoides*, *Hordeum jubatum*, *Impatiens glandulifera*, *Pastinaca silvestris*, *Solidago canadensis*, *Xanthium albinum*, *Xanthium strumarium*, *Phalacroloma strigosum*, *Humulus lupulus*, *Xanthoxalis corniculata*. Виды трансформеры не только внедряются в синантропные сообщества, где часто бывают эдификаторами, доминантами или субдоминнтами, но и входят в состав испытывающих антропогенный пресс естественных растительных сообществ. Активность видов трансформеров, в лесных, луговых, пойменных и открытых растительных группировках естественных нестабильных экотопов различна. Это связано как с особенностями биологии и экологии самих видов, состоянием и ценотическими особенностями сообществ реципиентов, так и временными рамками инвазии.

В составе лесных сообществ юга Хабаровского края выявлены все 15 видов трансформеров. Большая часть этих видов в лесных сообществах в настоящее время встречается локально, или единичными экземплярами и приурочена к нарушенным участкам. Наиболее агрессивными являются пять видов, они выявлены в составе осиново-ясеневых, ивовых, дубово-осиновых, смешанных мелколиственных лесных ценозов, пойменных комплексов, а также искусственных насаждений.

Североамериканский клен *Acer negundo* в условиях юга Хабаровского края расселяется по нарушенным долинам рек в населенных пунктах и их окрестностях, конкурирует в древостое с аборигенными видами ив, подростом ясеня маньчжурского, сирени амурской и др., заглушает всходы и подрост деревьев и кустарников. В связи с высокими репродуктивными возможностями и быстрым приростом биомассы он быстро занимает все подходящие местообитания.

Второй североамериканский вид *Solidago canadensis* во вторичных мелколиственных лесах угнетает и вытесняет аборигенные виды, образуя сплошные монодоминантные заросли. В таких сообществах он может оставаться доминантом в течение многих лет. Благодаря клональному росту золотарник может создавать густые заросли, плотность которых достигает 309 побегов/м^2. Отдельные клоны живут подолгу и достигают возраста 100 лет (Weber, 2000). Благодаря высокой адаптационной способности он может произрастать в широком диапазоне почвенных условий, как по структуре, так и по плодородию почвы.

В нарушенных мелколиственных и смешанных лесах формирует густой травяной ярус центральноазатский вид *Impatiens parviflora*, имеющий высокую пластичность к затенению. В местах совместного произрастания он вытесняет аборигенный вид *Impatiens noli-tangere*.

В пойменных лесах и кустарниковых зарослях расселяется североамериканский вид *Echinocystis lobata*. Он активно вытесняет аборигенные виды из естественных приречных фитоценозов, создавая густую тень, в которой не способны произрастать свойственные этим местообитаниям травянистые растения и всходы древесных растений.

Открытые участки, лесные опушки нарушенных лесных сообществ в последние годы начинает занимать агрессивный лугово-степной высокорослый вид – *Pastinaca sylvestris*, который широко расселился в южных районах Хабаровского края

Результаты наших исследований показали, что среди отмеченных в лесных сообществах инвазионных видов наиболее агрессивными являются пять, они представляют опасность трансформации растительных сообществ. Их расселение определяется в первую очередь степенью деградации лесных ценозов и интенсивностью антропогенной нагрузки. В свою очередь присутствие инвазионных видов служит показателем состояния экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонова Л.А. Инвазионный компонент флоры Хабаровского края // Российский журнал биологических инвазий. № 4, 2012 г. С. 2-9.

Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Черная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.

Kleunen M., Dawson W., Essl F., Pergl J., Winter M., Weber E., Kreft H., Weigelt P., Kartesz J., Nishino M., Antonova L. et al. Global exchange and accumulation of non-native plants // Nature, 2015. 525, 100–103.

Weber E. Biological flora of Central Europe: *Solidago altissima* L. // Flora Switzerland. 2000. Vol. 195. P. 122-128.

ДИНАМИКА ЛЕТНЕГО ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО МУССОНА НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В ГОЛОЦЕНЕ

Holocene dynamics of the East Asian monsoon on south of the Far East

В.Б. Базарова[*], М.А. Климин[**], Т.А. Копотева[**]

[*]*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток; bazarova@tig.dvo.ru*

[**]*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск*

Восточно-азиатский муссон является доминирующей субсистемой азиатской муссонной системы и оказывает значительное влияние на климат и природную среду востока азиатского континента и, в частности, юга Дальнего Востока. На юге азиатского континента наблюдается зональное распределение муссонных областей, нарушающееся непрерывной меридиональной полосой азонально распределенных областей муссонов и муссонных тенденций на востоке Азии. Область муссонов распространяется на территорию дальневосточного региона широкой полосой, западная и северная периферии которой захватывают территорию примерно до бассейнов рек Зея и Селемджа. Далее на север и к западу располагаются территории с континентальным климатом. Однако черты муссонности в слабой степени прослеживаются и в самой аридной части бассейна – к западу от Большого Хингана (Хромов, 1956). Для юга Дальнего Востока, куда входят территории Амурской области, Приморского и Хабаровского краев, были рассчитаны индексы муссонности Хромова и определены границы районов распространения муссона. Большая часть территории (более ¾) принадлежит к областям с муссонной тенденцией и районам, где муссонный угол не выражен, только для ¼ территории характерна муссонная циркуляция. Такое деление территории связано с особенностями летней циркуляции атмосферы, расположением основных горных цепей и барических образований в данном регионе. Наиболее ярко муссонность климата выражена в южных и восточных районах Приморского края, вдоль побережий Охотского и Японского морей, на равнинных участках Нижнего Приамурья (Новороцкий, 1999).

Территория юга Дальнего Востока, как и сопредельные провинции восточного и северо-восточного Китая, входит в зону влияния муссона. В настоящее время имеется большое количество данных по реконструкции голоценовой динамики восточно-азиатского муссона на территории Китая (An, 2000; An et al., 2000; Hong et al., 2006 и др.) с указанием условной современной северной границы влияния летнего муссона (Cosford et al., 2008). Подобные исследования на юге российского Дальнего Востока не проводились. Цель настоящей работы - по ранее реконструированным пограничным горизонтам в разрезах торфяников Нижнего Приамурья (Базарова, 2008), выяснить причины их образования. Несомненно, что главной из них является климат, а именно динамика увлажненности, зависящая от режима муссонной циркуляции. В данной работе предпринимается начальная попытка реконструкции голоценовой динамики летнего восточно-азиатского муссона на юге Дальнего Востока.

Современная атмосферная циркуляция над Дальним Востоком имеет свои особенности, обусловленные неравномерным нагреванием и охлаждением суши и океана. Чередование полей давления определенного знака с устойчивым их преобладанием от сезона к сезону создает особый тип циркуляции – муссонный. В развитии летнего дальневосточного муссона выделяют две стадии. Первая стадия продолжается с апреля по июнь, поддерживается активным антициклогенезом над Охотским морем. В этой стадии муссон представляет собой очень холодное влажное морское воздушное течение. Во второй стадии, примерно с июля по сентябрь, усиливается меридиональный перенос воздуха. В этот период северотихоокеанский (гавайский) субтропический максимум хорошо развит, часто смещен к западу и занимает большую часть акватории океана. Вовлекаемый в муссонную циркуляцию влажный очень теплый субтропический воздух поступает на континент с южными и юго-западными ветрами (Лисогурский, Петричев, 1980). Эту стадию дальневосточного муссона современные климатологи считают северной составляющей восточно-азиатского муссона. Вторая стадия дальневосточного муссона характеризуется обильными дождями. На прибрежных станциях Охотского и Японского морей и в целом на юго-востоке Азии максимум осадков в годовом ходе приходится именно на июль-август (Jiang et al., 2006; Лобанов и др., 2014). В настоящее время на территории юга Дальнего Востока периоды интенсивных муссонных дождей сменяются продолжительными летними засухами. В начале лета по мере прогревания континента зона дождей смещается с юга Восточной Азии на Китай и далее к северу, приближаясь к югу российского Дальнего Востока. Но возникают ситуации, когда основная граница раздела воздушных масс продолжительное время задерживается на юге Китая, где возникает стационирование фронтальной зоны с выпадением сильных дождей. По этой причине между водностью рек Янцзы и Амура существует обратное соотношение. При высоких паводках на Янцзы,

когда над ее водосборной территорией продолжительное время располагается основная фронтальная зона с муссонными дождями, на Амуре преобладает маловодье. И, наоборот, если зона муссонных дождей смещена к северу, то высокие паводки наблюдаются на Амуре, а на Янцзы пониженная водность (Соколова, 2006).

По палеогеографическому материалу, полученному для территории юга Дальнего Востока, реконструированы четыре похолодания в позднем плейстоцене-голоцене (10300-10800, 8000-8300, 4200-4600 и 2500 ^{14}C л.н.), которые сопровождались значительным уменьшением атмосферного увлажнения (Klimin et al., 2004; Bazarova et al., 2008, 2011; Mokhova et al., 2009). Предлагается два ретроспективных сценария для объяснения причин уменьшения влажности. Первый – часто повторяющиеся продолжительные периоды роста давления в области летней дальневосточной депрессии и азиатской депрессии. Согласно исследованиям современной региональной атмосферной циркуляции на Дальнем Востоке, летом ослабевает термический контраст между тропической зоной и полярными областями, а во второй половине лета – между сушей и морем. Летний макромасштабный градиент давления над Дальним Востоком в два раза меньше зимнего. Его ослабление связано с ростом давления в области летней дальневосточной депрессии (проявляется летом над территорией Среднего Приамурья) и азиатской депрессии (проявляется летом с центром над Иранским нагорьем) и понижением давления над Охотским морем и прилегающими районами океана (Тунеголовец, 2009). Такие изменения в поведении барических пар приводят к ослаблению обеих стадий летнего дальневосточного муссона. В целом ряде работ отмечено, что ослабление летнего азиатского муссона происходило в конце XX и начале XXI вв. (Шатилина, Анжина, 2008, 2011; Yihui et al., 2010; Hao et al., 2011). Второй сценарий связан с охотским антициклоном, который одни исследователи рассматривают как самостоятельный синоптический центр действия атмосферы (ЦДА), другие как северный гребень северотихоокеанского максимума (Дашко и др., 1997). Возможно, активизация интенсивности охотского антициклона, меридиональное и зональное смещение его центра в более низкие широты, а также продолжительное квазистационарное состояние приводили к блокировке циклонов над южными территориями Дальнего Востока. Граница раздела воздушных масс смещалась на юг Китая на продолжительное время. Оба сценария могли работать как синхронно, так и метахронно.

Известно, что местоположение и интенсивность ЦДА определяют особенности циркуляции атмосферы. Охотский антициклон, азиатская и дальневосточная депрессии являются сезонными климатическими ЦДА. Их взаимное расположение контролирует климатические изменения над территорией юга Дальнего Востока.

На территории Нижнего Приамурья было реконструировано четыре похолодания. Все похолодания сопровождались значительным уменьшением атмосферного увлажнения вследствие ослабления интенсивности летнего дальневосточного муссона. В периоды этих похолоданий в южной части Дальнего Востока условная северная граница муссона перемещались на юг на тысячу и более километров, примерно с 54^{o} до 48^{o} с.ш. Если же принять во внимание данные китайских исследователей, что на северо-востоке Китая восточно-азиатский муссон был наиболее ослаблен 9,2-9,0, 8,4-8,1, 5,7-5,4, 4,1-3,8 и 3,6-2,1 тыс. кал. л.н. (Li et al., 2011; Chen et al., 2015), можно предположить, что граница летнего муссона смещалась в еще более низкие широты, т.е. южнее 48^{o}. Необходимо отметить, что на территории Китая интенсивность летнего восточно-азиатского муссона проявлялась асинхронно. В северо-восточных регионах летний муссон был активен 10,0-8,0, 6,0-4,0 и 2,1-0,15 кал. тыс. л.н., в центральной части Китая – 10-7 кал. тыс. л.н., а в среднем и нижнем течении Янцзы – 7,0-5,0 кал. тыс. л.н. (An et al., 2000; Chen et al., 2015; Stebich et al., 2015). Вероятно, что в эти периоды центр действия охотского антициклона максимально занимал самое западное меридиональное и самое южное зональное положение. Циклоны над территорией юга Дальнего Востока блокировались и смещались в более низкие широты, разряжаясь в центральных и южных регионах Китая. Дальнейшее изучение восточно-азиатского муссона в ретроспективном плане предполагает реконструкцию его динамики на территориях с континентальным климатом, расположенных к северу и западу от юга Дальнего Востока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Базарова В.Б. Пограничный горизонт: обсуждение проблемы на примере разрезов торфяников Нижнего Приамурья // Изменение климата. Природные катастрофы и становление ландшафтов юга Дальнего Востока в плейстоцене-голоцене. Владивосток: Дальнаука. 2008. С. 15-24.

Дашко Н.А., Варламов С.М., Хан Е.Х., Ким Е.С. Центры действия атмосферы Азиатско-Тихоокенского региона и летние особенности погоды на побережье Японского и Охотского морей // Метеорология и гидрология. 1997. № 9. С. 14-23.

Лисогурский Н.И., Петричев А.З. Распространение муссона над Восточной Азией и степень его устойчивости // Метеорология и гидрология. 1980. № 5. С. 54-59.

Лобанов В.Б., Данченков М.А., Лучин Е.В., Мезенцева Л.И., Пономарев В.И., Соколов О.В., Трусенкова О.О., Устинова Е.И., Ушакова Р.Н., Хен Г.В. Дальневосточные моря России // Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М.: Росгидромет. 2014. С. 684-743.

Новороцкий П.В. Распространение муссона над южной частью российского Дальнего Востока // Метеорология и гидрология. 1999. № 11. С. 40-46.

Соколова Г.В. О муссонах дальневосточных как антиподе лесным пожарам // Дальневосточный ученый. 2006. № 12 (1310). С. 6.

Тунеголовец В.П. Интенсивность циклогенеза во второй половине XX столетия // Труды ДВНИГМИ. Владивосток: Дальнаука. 2009. Вып. 151. С. 140-153.

Хромов С.П. Муссоны в общей циркуляции атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат. 1956. 256 с.

Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Особенности атмосферной циркуляции и климата на Дальнем Востоке в начале XXI века // Известия ТИНРО. 2008. Т. 152. С. 225-139.

Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость интенсивности дальневосточного муссона в 1948-2009 гг. // Известия ТИНРО. 2011. Т. 167. С. 146-159.

An Z. The history and variability of the East Asian paleomonsoon climate // Quaternary Science Reviews. 2000. Vol. 19. P. 171-187.

An Z., Porter S., Kutzbach J., Xihao W., Suming W., Xiaodong L., Weijian Z. Asynchronous Holocene optimum of the east Asian monsoon // Quaternary Science Reviews. 2000. Vol. 19. P. 743-762.

Bazarova V.B., Klimin M.A., Mokhova L.M., Orlova L.A. New pollen records of Late Pleistocene and Holocene changes of environment and climate in the Lower Amur River basin, NE Eurasia // Quaternary International. 2008. Vol. 179. P. 9-19.

Bazarova V.B., Mokhova L.M., Klimin M.A., Kopoteva T.A. Vegetation development and correlation of Holocene events in the Amur River basin, NE Eurasia // Quaternary International. 2011. Vol. 237. P. 83-92.

Chen R., Shen J., Li C., Zhang E., Sun W., Ji M. Mid- to late-Holocene East Asian summer monsoon variability recorded in lacustrine sediments from Jingpo Lake, Northeastern China // Holocene. 2015. Vol. 25. P. 454-468.

Cosford J., Qing H., Eglington B., Mattey D., Yuan D., Zhang M., Cheng H. East Asian monsoon variability since the Mid-Holocene recorded in high-resolution, absolute-dated aragonite speleothem from eastern China // Earth and Planetary Science Letters. 2008. Vol. 275. P. 296-307.

Hong B., Lin Q., Hong Ye. Interconnection between the Asian monsoon, ENSO, and high northern latitude climate during the Holocene // Chinese Science Bulletin. 2006. Vol. 51. P. 2169-2177.

Hao L.-S., Min J.-Z., Ding Y.-H. Investigation of changes of precipitation characteristics and causes of reduction of heavy rains frequency in North China // Chinese Journal of Geophysics. –2011. – Vol. 54. – P. 1160-1167.

Jiang W., Guo Z., Sun X., Wu H., Chu G., Yuan B., Hatte C., Guiot J. Reconstruction of climate and vegetation changes of lake Bayanchagan (Inner Mongolia): Holocene variability of the East Asian monsoon // Quaternary Research. 2006. Vol. 65. P. 411-420.

Klimin M.A., Kusmin Y.V., Bazarova V.B., Mokhova L.M., Jull A.J.T. Late Glacial-Holocene environmental changes and its age in the Lower Amur basin, Russian Far East: Gursky peatbog case study // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 2004. Vol. 223-224 B. P. 676-680.

Li C., Wu Ya., Hou X. Holocene vegetation and climate in Northeast China revealed from Jingbo Lake sediment // Quaternary International. 2011. Vol. 229. P. 67-73.

Mokhova L.M., Tarasov P.E., Bazarova V.B., Klimin M.A. Quantitative biome reconstruction using modern and late Quaternary pollen data from the southern part of the Russian Far East // Quaternary Science Reviews. 2009. Vol. 28. P. 2913-2926.

Stebich M., Rehfeld K., Schlütz F., Tarasov P., Liu J. Holocene vegetation and climate dynamics of NE China based on the pollen records from Sihailongwam Maar Lake // Quaternary International. 2015. Vol. 124. P. 275-289.

Yihui D., Yanji L., Ying S., Yafang S. Weakening of the Asian summer monsoon and its impact on the precipitation pattern in China // International Journal of Water Resources Development. 2010. Vol. 26. P. 423-439.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ЕВРАЗИИ[1]

The main directions of the socio-economic interactions in Eurasia

П.Я. Бакланов

ТИГ ДВО РАН, Россия

Крупнейший на Земле Евразийский континент в целом имеет широтную вытянутость. Его протяженность с востока на запад составляет около 11 тыс. км. Хотя и протяженность с севера на юг также велика – около 7 тыс. км.

В хозяйственной освоенности Евразии четко выражена следующая дифференциация: в Северной Евразии освоенность значительно возрастает с востока, где она остается очень низкой, на запад, достигая большого уровня в Европейской России и Восточной Европе и еще более высокого уровня – в Западной Европе. На юге Евразии в пространственной дифференциации хозяйственной освоенности другая закономерность: здесь максимальная освоенность характерна для восточной части – восточные и юго-восточные районы Китая и Юго-Восточная Азия в целом имеют очень высокую плотность населения и экономическую плотность. Высокая освоенность в целом продолжается и в пределах Индокитайского и Индийского полуостровов, несколько снижается в регионах Центральной Азии и Ближнего Востока.

Таким образом, в Евразии в целом выделяются два крупных региона с очень высокой хозяйственной освоенностью и очень большим геоэкономическим потенциалом: Европейский и Юго-Восточная Азия. Именно это лежит в основе развития наиболее интенсивных социально-экономических связей и взаимодействий между этими регионами, то есть в направлении с юго-востока Евразии на запад и обратно.

В целом такие социально-экономические связи и взаимодействия в обобщенном виде можно характеризовать как широтные, развивающиеся в восточно-западном и западно-восточном направлении.

Масштабы и плотность рыночных пространств в Европе (Западная Евразия) и в юго-восточной Евразии таковы, что объемы их взаимодействий существенно превышают величины взаимосвязей по направлению север-юг и юг-север. Хотя и эти – в целом меридиональные взаимосвязи в последнее время также возрастают.

Следует отметить, что пространственная дифференциация природно-ресурсного потенциала в Евразии во многом асимметрична хозяйственной освоенности. Так основные природно-ресурсные регионы расположены на востоке, северо-востоке и севере Евразии. На основе этого формируются широтные связи восток-запад, а так же меридиональные север-юг по перевозке природных ресурсов и продуктов их первичной переработки.

В перспективе будет возрастать роль природно-ресурсного потенциала Арктического региона, а также Тихоокеанского, включая прилегающие к ним шельфовые зоны. Соответственно будут увеличиваться и масштабы меридиональных (север-юг) и широтных (восток-запад) взаимодействий этих ресурсных регионов с освоенными – южными и западными.

Таким образом, в Евразии преобладающие объемы социально-экономических взаимодействий приходятся на широтные транспортные магистрали – железнодорожные, автодорожные, морские и авиационные. При этом все основные широтные транспортные пути (и участки) реализуют функции широтных взаимодействий. В перспективе объемы таких взаимодействий будут вырастать и, соответственно, будет возрастать роль широтных транспортных магистралей в их реализации.

Китайский транспортный мегапроект Нового шелкового пути, который свяжет два самых крупных геоэкономических региона: восточную и юго-восточную Евразию и Европейскую часть Евразии, будет занимать центральное место в системе широтных транспортных магистралей. Однако основные российские широтные транспортные магистрали: Транссиб, БАМ, Северный морской путь, автодорожная магистраль Владивосток-Москва (М-60) также играют и будут играть большую роль в реализации широтных взаимодействий. В настоящее время необходимо оценить наиболее эффективное разделение труда в реализации транспортно-транзитных функций и взаимодополнение как в региональном и национальном, так и в глобальном пространстве. Важно выполнить и соответствующие прогнозные оценки вариантов взаимодействия всех широтных транспортных магистралей Евразии в ближайшей и отдаленной перспективе.

[1] Работа выполнена в рамках российско-китайского проекта РФФИ 17-55-53109 ГФЕН

ПОЙМЕННЫЕ СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ РОДА *PHYLLOSCOPUS* (SYLVIIDAE) В БУРЕИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Floodplain successions of vegetation cover and population of the *Phylloscopus* birds (Sylviidae) in the Bureya nature reserve

М.Ф. Бисеров[1], С.В. Осипов[2]

[1]*Государственный заповедник «Буреинский, пос. Чегдомын;* marat-biserov@mail.ru

[2]*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток;* sv-osipov@yandex.ru

Направление развитию и смене экосистем долин горных рек задаёт жизнедеятельность реки, формирующая серию речных террас, обусловливая в них один из значительных экологических и сукцессионных градиентов. Структуре и динамике растительного покрова и общего населения птиц речных долин горно-таёжных ландшафтов посвящено ограниченное число работ (Бурский, 2009; Осипов, Бисеров, 2016 и др.). В статье, по материалам работ в Буреинском заповеднике, охарактеризованы пойменные серии растительного покрова и населения птиц рода *Phylloscopus* как наиболее разнообразно в них представленных.

В растительном покрове выражены три высотные пояса (зоны). Бореально-лесной пояс протянулся от наименьших высот до 1400 м н.у. м., подгольцовый пояс – от 1400 до 1600 м н.у.м., тундровый пояс – от 1600 м (Осипов, 2012 а). В бореально-лесном поясе довольно ясно выделяются 2 подпояса: нижний и верхний, в которых зональными соответственно являются таёжные ельники и лиственничники и подгольцовые ельники и лиственничники. Граница между подпоясами проходит на высоте 800–1000 м н.у.м.

Пойменные смены экосистем рассматриваются в соответствии со стадиями развития растительности и географических комплексов в целом: (1) раннесукцессионные на русловом аллювии, (2) раннесукцессионные на пойменных террасах, (3) среднесукцессионные на пойменных террасах, (4) позднесукцессионные и климаксовые на надпойменных террасах (Осипов, 2012 б; Осипов, Бисеров, 2016). Различаются серия Н (нижний подпояс бореально-лесного пояса), и серия В (верхний подпояс этого пояса). Пойменные экосистемы заповедника населяют 6 видов пеночек (таблица), исключая таловку *Phylloscopus borealis,* населяющую склоновые экосистемы верхнего подпояса.

Протяженность учетных маршрутов, проведенных по Ю.С. Равкину (1967) по стадиям сукцессионных серий составила около 150 км.

Таблица

Население пеночек сукцессионных серий пойменных экосистем Буреинского заповедника

	Виды пеночек:	Нижний подпояс				Верхний подпояс			
		H_1	H_2	H_3	H_4	B_1	B_2	B_3	B_4
1	*Phylloscopus inornatus* – зарничка	-	1,8	4,8	4,8	-	1,6	9,8	10,4
2	*Phylloscopus fuscatus* – бурая	-	-	2,8	-	-	-	0,2	-
3	*Phylloscopus proregulus* – корольковая	-	22,6	6,4	72,8	-	2,8	12,2	14,1
4	*Phylloscopus tenellipes* - бледноногая	-	-	-	10,4	-	-	-	-
5	*Phylloscopus trochiloides* - зеленая	-	-	10,2	12,4	-	-	2,0	0,1
6	*Phylloscopus schwarzi* – толстоклювая	-	1,2	-	0,2	-	-	-	-
Общая плотность населения пеночек		-	25,6	24,2	100,6	-	4,4	24,2	24,6

Раннесукцессионные экосистемы на русловом аллювии (H_1, B_1).

Аллювиальные отложения прируслових кос, образованные галькой, валунами, песком занимают значительные площади. Растительный покров представлен отдельными растениями или их куртинами. Возвышенные участки заняты зарослями подроста различных ив, чозении толокнянколистной, тополя душистого, лиственницы Каяндера. Часто встречаются иван-чай широколистный, полевица Кудо. Обычны завалы плавника из принесённых рекой деревьев. Данные экосистемы обеих серий часто подвержены затоплениям. Гнездование пеночек в них не отмечено.

Раннесукцессионные экосистемы на пойменных террасах (H_2, B_2).

В экосистемах серии Н растительный покров сложен молодняками чозении, тополя

душистого, лиственницы Каяндера, берёзы плосколистной. Древостои высоко сомкнутые, высотой 12–16 м. Подчинённые ярусы не развиты, обычны – рябинник рябинолистный, смородина печальная, вейник пурпурный, грушанка круглолистная и др. Значительные площади экосистемы подвержены периодическим затоплениям. Населены 3-мя видами пеночек, среди которых доминирует – корольковая, поскольку в отличие от зарнички и толстоклювой, гнездящихся на земле и кустарниках, устраивает гнезда на чозениях и не зависит от затоплений (Бисеров, 1999).

Экосистемы серии В слагаются молодняками чозении, тополя душистого, лиственницы Каяндера, ивы сердцелистной. Древостои неравномерно сомкнутые, высотой до 7 м и более. Подчинённые ярусы не развиты, обычны – ольховник кустарниковый, вейник пурпурный, грушанка круглолистная и др. Экосистемы населяют 2 вида пеночек: корольковая и зарничка. Данным экосистемам присуще наиболее низкие показатели разнообразия и плотности населения пеночек, обусловленных недостаточной вертикальной сомкнутостью древостоя чозении и редкостью кедрового стланика (в случае корольковой пеночки). Неразвитость подчиненных ярусов неблагоприятна для зарнички. Толстоклювая пеночка (вид китайской фауны) вообще выбывает из состава населения.

Среднесукцессионные экосистемы на пойменных террасах ($Н_3$, $В_3$).

В экосистемах серии Н растительный покров сложен тополёвниками и лиственничниками. Тополёвники: Древостой: II–IV класс бонитета, высота 24–30 м, сомкнутость крон 80–100%, образован тополем душистым с участием ели аянской. Подрост черёмуховый, еловый и пихтовый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 40–90%, высота 1–2 м, образован свидиной белой, шиповником иглистым, рябинником рябинолистным и др. Травяной ярус имеет сомкнутость 70–90%, высоту до 70 см, образован вейником пурпурным, осокой серповидной, грушанкой круглолистной и др. Мохово-лишайниковый ярус обычно не развит. Лиственничники. Древостой: III–IV классы бонитета, высота 12–20 м, сомкнутость крон 80–90%, образован лиственницей Каяндера. Подрост лиственничный и еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 20–80%, высота 1–3 м, образован спиреей иволистной, смородиной печальной, шиповником иглистым, жимолостью съедобной, ольховником кустарниковым и др. Травяной или травяно-кустарничковый ярус имеет сомкнутость 80–100%, высоту 20–60 см, образован вейником пурпурным, борцом южносахалинским, брусникой и др. Моховой ярус образован гилокомием блестящим. Всегда присутствуют древесный сухостой и валёж. Экосистемы населяют 4 вида пеночек. Доминирует пеночка зелёная, вследствие увеличения разнообразия растительности и высоты древостоя. В сравнении с серией $Н_2$ переход чозении в более зрелую фазу роста, сокращение участия в древостое и недостаток кедрового стланика неблагоприятно сказывается на корольковой пеночке (Бисеров, 1999). Вместе с тем развитость кустарникового яруса – видимо, основная причина появления бурой пеночки и увеличения численности зарнички.

Экосистемы серии В сложены тополёвниками и лиственничниками. Тополёвники. Древостой: IV–V класс бонитета, высота 12–20 м, сомкнутость крон 60–90%, образован тополем душистым, часто с участием ели аянской. Подрост еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 20–60%, высота 1–3 м, образован рябинником рябинолистным, шиповником иглистым, смородиной печальной, ольховником кустарниковым и другими видами. Травяной ярус: сомкнутость 50–90%, высота 20–70 см, образован вейником пурпурным, грушанкой круглолистной, осокой бледной, брусникой и др. Мохово-лишайниковый ярус обычно не развит. Лиственничники. Древостой: IV–V класс бонитета, высота 12–18 м, сомкнутость крон 40–90%, образован лиственницей Каяндера, часто с участием ели аянской. Подрост лиственничный и еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 20–80%, высота 1–3 м, образован ольховником кустарниковым, кедровым стлаником, шиповником иглистым, спиреей Бовера и др. Травяной или травяно-кустарничковый ярус имеет сомкнутость 90–100%, высоту 20–50 см, образован вейником пурпурным, чемерицей

остродольной, кровохлёбкой прилистниковой, брусникой и др. Моховой ярус образован гилокомием блестящим и плеурозием Шребера. Присутствуют древесный сухостой и валёж. Экосистемы населяют 4 вида пеночек, из которых доминируют - корольковая и зарничка.

Особенностью данных экосистем является возрастание доли корольковой пеночки, как следствие усиления роли лиственницы в древостое и кедрового стланика в подлеске. Общее усиление таежного облика экосистем определяет как сокращение численности у зеленой пеночки, так и ее увеличение у зарнички. Численность бурой пеночки, характерного обитателя кустарниковых зарослей и более характерной для подгольцового пояса, очевидно, сокращается вследствие значительной развитости древесного яруса.

Позднесукцессионные и климаксовые экосистемы на надпойменных террасах (H_4, B_4).

В серии Н преобладают лиственничники таёжные зеленомошные и сфагновые. Лиственничники. Древостой: II–IV класс бонитета, высота 14–28 м, сомкнутость крон 40–95%, образован лиственницей Каяндера, довольно часто с участием ели аянской. Подрост лиственничный и еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон от незначительной до 95%, высота 1–2 (0,2–4) м, образован шиповником иглистым, кедровым стлаником и другими видами. Травяно-кустарничковый ярус имеет надземную сомкнутость 30–100%, высоту 10–70 см, образован брусникой, багульником подбелом, багульником болотным, вейником пурпурным и др. Моховой ярус образован гилокомием блестящим и плеурозием Шребера. Лиственничники сфагновые. Древостой: IV–Va класс бонитета, высота 11–20 м, сомкнутость крон 30–85%, образован лиственницей Каяндера. Подрост лиственничный и еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 20–95%, высота 0,8–3,5 м, образован кедровым стлаником, берёзой растопыренной и ольховником кустарниковым. Травяно-кустарничковый ярус: сомкнутость 10–100%, высота 10–60 см, образован багульником болотным, багульником подбелом, брусникой, осокой круглой, морошкой. Моховой ярус образован сфагном узколистным или Гиргензона. Экосистемы населяют 5 видов пеночек. Доминант - пеночка корольковая, поскольку лиственничники и кедровый стланик имеют здесь максимальное развитие. Численность пеночек зарнички и зеленой остается неизмененной. Это единственная пойменная серия, которую населяет бледноногая пеночка – типичный вид уремы, не проникающий выше по склонам гор (Панов, 1973).

В серии В преобладают подгольцовые зеленомошные лиственничники и ельники. Лиственничники. Древостой: IV–Vб класс бонитета, высота 8–20 м, сомкнутость крон 30–90%, образован лиственницей Каяндера, довольно редко с участием ели аянской. Подрост лиственничный и еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 20–100%, высота 0,6–2 м, образован кедровым стлаником и берёзой растопыренной. Травяно-кустарничковый ярус: надземная сомкнутость 30–100%, высота 20–50 см, образован рододендроном золотистым, голубикой, брусникой и другими видами. Моховой ярус образован плеурозием Шребера с участием других видов. Ельники. Древостой: V–Va класс бонитета, высота 10–18 м, сомкнутость крон 40–90%, образован елью аянской, редко с участием лиственницы Каяндера и берёзы каменной. Подрост в основном еловый. Кустарниковый ярус: сомкнутость крон 10–90%, высота 2,5–5 м, образован ольховником кустарниковым и кедровым стлаником. Травяно-кустарничковый ярус: надземная сомкнутость 70–90%, высота 15–40 см, образован кустарничками и низкими кустарниками (рододендроном золотистым, брусникой и др.). Моховой ярус образован плеурозием Шребера или/и гилокомием блестящим. Экосистемы населяют 3 вида пеночек. Типично таежный облик растительности обусловливает доминирование пеночек корольковой и зарнички. При этом численность корольковой значительно снижена в сравнении с сериями Н, что является следствием снижения высоты древостоя и меньшей сомкнутости лиственничников, и частичного замещения в подлеске стланика березкой растопыренной. До минимума сокращается доля участия в населении зеленой пеночки.

Общая плотность населения пеночек в серии Н возрастает в несколько раз, в то время как в серии В немного снижается (см. табл.). Следствием более суровых экологических

условий в серии В по сравнению с серией Н определяется отсутствие пеночек бледноногой и толстоклювой. Особенность обеих серий - максимальная доля кронников (51,6% от общего обилия в серии Н и 58,6% в серии В) и увеличение доли подлесочников.

Выводы

1. В речных долинах Буреинского заповедника выделены 4 стадии развития экосистем: раннесукцессионные на русловом аллювии, раннесукцессионные на пойменных террасах, среднесукцессионные на пойменных террасах, позднесукцессионные и климаксовые на надпойменных террасах. В бореально-лесном поясе различают две пойменные серии: Н (нижний подпояс), и В (верхний подпояс).

2. Ведущую роль в пойменных сменах растительности и развитии экосистем играют чозения толокнянколистная, тополь душистый, лиственница Каяндера и ель аянская, формирующие одинаковый набор растительных формаций обеих сукцессионных серий. Наибольшие различия данных серий связаны с ухудшением роста древесных пород от серии Н к серии В, что определяет другие различия строения и функционирования экосистем аналогичных стадий двух серий.

3. Среди пеночек наибольшее обилие в серии Н - у корольковой, в серии В – у корольковой и зарнички. В экосистемах серии Н разнообразие и обилие пеночек возрастает от раннесукцессионных к позднесукцессионным и климаксовым. В серии В – от раннесукцессионных к среднесукцессионным, которые по данным параметрам близки к позднесукцессионным и климаксовым. Разнообразие и общее обилие пеночек выше в серии Н, что связано с более благоприятными экологическими условиями и большей площадью речных долин данной серии.

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ (грант 13-05-00677).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бисеров М.Ф. О гнездостроении корольковой пеночки на северо-востоке ареала // Труды заповедника «Буреинский». Вып.1. Хабаровск: Дальнаука, 1999. С. 63-67.

Бурский О.В. Структура и динамика популяций воробьиных птиц Центральной Сибири //Автореф. дис….док.биол. наук. М., 2009. 28 с.

Осипов С.В. Растительный покров природного заповедника "Буреинский" (горные таёжные и гольцовые ландшафты Приамурья). Владивосток: Дальнаука, 2012 а. 219 с.

Осипов С.В. Динамика растительного покрова таёжных и гольцовых ландшафтов в верховьях реки Бурея (дальневосточный сектор Азии) // Сиб. экологич. журн. 2012 б. № 3. С. 325–335.

Осипов С.В., Бисеров М.Ф. Пойменные серии растительного покрова и населения птиц в горно-таёжных ландшафтах Буреинского нагорья // Бюллетень МОИП. Отдел биол, 2016. Т. 121. Вып. 1. С. 43–52.

Панов Е.Н. Птицы Южного Приморья. Новосибирск: Наука, 1973. С. 214-216.

Равкин Ю.С. К методике учётов птиц в лесных ландшафтах // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. Новосибирск: Наука, 1967. С. 66–74.

ФЕНОЛОГИЯ ЧЕРЁМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PADUS AVIUM* MILL.) В ЗАПОВЕДНИКЕ «КЕДРОВАЯ ПАДЬ»

Phenology of *Padus avium* in Kedrovaya Pad' nature reserve

Е.А. Бисикалова, И.В. Шибнева

Объединенная дирекция государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь» и национального парка «Земля леопарда», г. Владивосток; bisikalova@leopard-land.ru

В заповеднике «Кедровая падь» уже более 40 лет ведутся фенологические наблюдения за процессами, происходящими в природе. Наблюдения осуществляются на фенологической тропе, расположенной у восточной границы заповедника. Фиксируются фазы сезонного развития 31 вида деревьев, 28 видов кустарников и лиан и 41 вида трав. Объектом настоящего исследования является один из самых распространённых голарктических видов – черёмуха обыкновенная (*Padus avium* Mill.). В различных частях ареала сезонные фенологические смены черёмухи обыкновенной происходят по-разному, в связи с различными природно-климатическими условиями. Заповедник «Кедровая падь» расположен на крайнем юго-западе всего российского Дальнего Востока и в одной из самых южных точек России. Характерными сезонными особенностями данного региона являются ранняя, но продолжительная весна и поздняя осень. Черёмуха обыкновенная, это вид с ярко выраженными фенологическими явлениями: цветёт в мае, созревание плодов и листопад происходят в августе. Изменения локального климата и другие природные катаклизмы ярко отражаются на фенологии вида, поэтому данные исследования являются актуальными в изучении динамики природных процессов и взаимосвязей элементов экосистемы в заповеднике «Кедровая падь».

Черёмуха обыкновенная – это дерево высотой до 10 м с удлинённой и густой кроной. Кора матовая, чёрно-серая, с беловатыми чечевичками. Молодые ветви оливковые или вишнёво-красные. Листья на коротких черешках, простые, очерёдные, яйцевидно-ланцетные или продолговато-эллиптические, на конце заострённые, по краю остропильчатые, длиной 3-10 см. Цветки белые, собраны в длинные густые поникающие кисти длиной 8-12 см, с сильным запахом. Плод – шаровидная чёрная костянка диаметром 8-10 мм, сладкая, сильно вяжущая (Сосудистые растения…, 1996).

В работе рассмотрены семь фенологических периодов черёмухи обыкновенной (набухание почек, распускание листьев, появление бутонов, цветение, плодоношение, окраска листьев и листопад), которые в свою очередь подразделены на четырнадцать фенологических фаз (набухание почек, начало распускания листьев, развитие полной листовой пластинки, появление бутонов, начало цветения, массовое цветение, конец цветения, начало завязывания плодов, массовое плодоношение, начало созревание плодов, начало осенней окраски листьев, полная осенняя окраска листьев, начало листопада и конец листопада). Фенологические периоды характеризуют этапы сезонного развития растений. Фенологические фазы являются составляющей фенологических периодов. При выполнении фенологических наблюдений соблюдались стандартные методики (Зайцев, 1981; Шульц, 1981).

В данной работе мы рассмотрели фенологию черёмухи обыкновенной с периодичностью наблюдений, раз в несколько лет. Не брались в анализ года с неполными рядами наблюдений (большой выпад был в период 90-х годов). В итоге, рассмотрены фенологические ряды за 1982, 1988, 1989, 1990, 1998, 2000, 2005, 2009, 2011 гг. (рис.).

Фенологические наблюдения показали, что вегетационный период черёмухи обыкновенной продолжается примерно семь с половиной месяцев (в связи с небольшим числом вегетационных дней в марте и октябре, общая сумма взята за половину месяца). Начинается вегетация в конце марта с набухания почек листьев и длится данный период около двух недель. В середине апреля начинают распускаться листья. Распускание листьев у черёмухи обыкновенной это продолжительный период и длится около месяца. Зелёный конус образуется в середине – конце мая, в зависимости от погоды. Во время распускания листьев происходит появление бутонов. Данный период продолжается с конца апреля до начала мая. С середины мая до начала июня черёмуха обыкновенная цветёт. Цветение включает в себя три очередных фенологических фазы (начало цветения, массовое цветение и конец цветения), которые в целом длятся около двух недель, поэтому интервалы между сменами фаз небольшие. Во время цветения, в конце мая – начале июня, начинают завязываться плоды. Массовое плодоношение начинается сразу после окончания цветения в начале июня. В течение лета зреют плоды, и только в августе происходит их созревание. После периода плодоношения, к концу августа начинается осенняя окраска листьев. Окраска листьев длится до конца сентября – начала октября и

сопровождается листопадом. К середине октября черёмуха обыкновенная полностью сбрасывает листья.

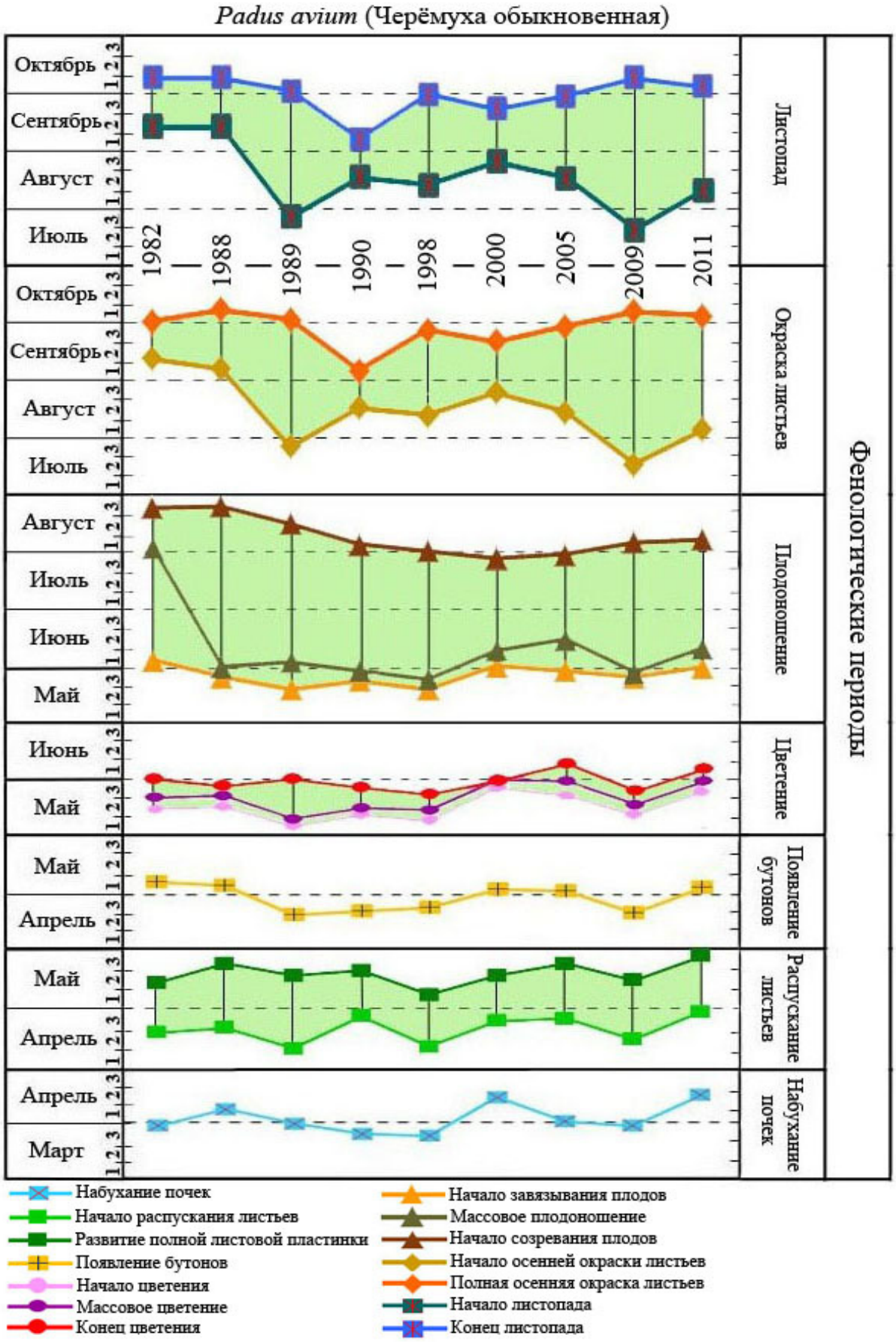


Рисунок. Фенологический спектр черёмухи обыкновенной

На рисунке видно, что начало и окончание фенологических периодов ежегодно происходит в различные сроки. Это связано с климатическими ежегодными вариациями и природными явлениями. По данным метеостанции посёлка Барабаш, за последние 30 лет локальный климат на юго-западе Приморского края в целом не изменился (Бисикалова, Шибнева, 2017), однако зафиксированы в отдельные годы аномальные скачки температуры, что непосредственно сказалось на фенологии растений.

В итоге, изучив фенологию черёмухи обыкновенной в заповеднике «Кедровая падь» выяснили, что продолжительность вегетационного периода у данного вида около семи с половиной месяцев. Самые выраженные фенологические периоды у черёмухи это распускание листьев, сопровождающееся цветением и осенняя окраска листьев, сопровождающаяся листопадом. С течением времени (около 30 лет), начало и окончание фенологических периодов в целом не сместилось, однако, в отдельные годы, в связи с природно-климатическими аномалиями, наблюдаются более ранние или поздние наступления фенологических фаз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бисикалова Е.А., Шибнева И.В. Влияние природно-климатических факторов на дендрофенологию в заповеднике «Кедровая падь» // Растительный мир Азиатской России. 2017. (в печати)

Зайцев Г.Н. Фенология древесных растений. М.: Наука, 1981. 120 с.

Сосудистые растения советского Дальнего Востока: Плауновидные, Хвощевидные, Папоротниковидные, Голосеменные, Покрытосеменные (Цветковые): / отв. ред. С.С. Харкевич. СПб.: Наука, 1996. – Т. 8. 383 с.

Шульц Г.Э. Общая фенология. Л.: Наука, 1981. 188с.

БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ТИХООКЕАНСКОЙ РОССИИ: ОПЫТ РАЙОНИРОВАНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ

The Assessment and Mapping of the Biodiversity Coastal and Marine zone of the Pacific Russia

В.Н. Бочарников, В.В. Ермошин, Е.Г. Егидарев

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

В компетенцию биогеографии входит анализ закономерностей пространственного распределения жизни на разных уровнях ее интеграции, т.е. видов, фаун и флор, биогеоценозов, биомов. Необходимость ведения и использования результатов мониторинга состояния биологического разнообразия (биоразнообразия) на территории Российской Федерации регламентируется рядом законов, в т.ч.: Федеральный закон от 17 февраля 1995 г. N 16-ФЗ "О ратификации Конвенции о биологическом разнообразии"; Федеральный закон от 24 апреля 1995 г. N 52-ФЗ "О животном мире"; Федеральный закон от 24 июля 2009 г № 209-ФЗ «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов и о внесении изменений в отдельные законодательные авты Российской Федерации» и др. Хорошо известно, что характеристику биоразнообразия России нередко осуществляют через количественные оценки видового богатства и таксономическое своеобразие применительно к наиболее изученным жизненным формам таким как флора или фауна. Для прикладных же задач, как правило, основным условием является принцип выделения в первую очередь самых массовых в данном месте групп и видов животных. Другое обстоятельство, предопределяющее особый научный интерес к данной территории выражается тем положением констатирующим и раскрывающим гипотезу того, что экосистемное равновесие всего евразийского континента Евразии сохраняется лишь вследствие относительно низкой нарушенности крупнейших биомов во многих районах азиатской части нашей страны (Бочарников, Егидарев, 2016). Концепция сохранения естественной функциональности местообитаний животных лежит в основе природоохранной политики любой страны мира, и инструментом для ее практической реализации международным сообществом может быть выбран экорегиональный подход (Бочарников и др., 2004).

Тихоокеанская Россия (ТХР) – как особый регион мира, эту территорию следует понимать (и принимать) в широких границах Дальневосточного федерального округа, при том что также возможно ограничение научного рассмотрения лишь территорий водосборных бассейнов рек Тихоокеанского побережья. Здесь важно заметить то, что как в «широком», так и в «узком» формате рассмотрения возможно наблюдать практически полный ряд зональных природных экосистем характерных для всей Северной Евразии. Любое сообщество можно представить как совокупность популяций многих видов, обитающих в пределах определенной территории. Но при этом следует учитывать, что из-за неоднородности регионального «экологического фона» у многих таксонов наблюдаются разрывы ареалов, что заставляет обращаться к многим флористическо-фаунистическим схемам инвентаризации и мониторинга, занимаясь при этом расшифровкой многих разрозненных публикаций и иных сведений, касающихся локальных флор и фаун на весьма обширной территории.

К понятиям «сообщество животных» и «зооценоз» очень близко стоит и понятие «животное население». В отличие от закономерностей размещения ландшафтов, характеристику животного населения целесообразно рассматривать по составу доминантных фаунистических элементов, отмечая при этом, что видовое богатство показывает заметную тенденцию снижения обилия видов с севера на юг. В международном смысле требуется знание глобальной значимости ресурса водоплавающих и околоводных птиц, важно будет также определить способы и условия поддержания ключевых местообитаний редких и исчезающих видов мигрирующих животных. В такой постановке более точным будет ориентация на обозначение популяционных группировок одного вида как метапопуляции, объединяя тем самым обитающих в разных местах или имеющих различные схемы миграций птиц многих географических популяций. Вполне очевидно, что для подготовки специального доклада такого рода инвентаризационного и мониторингового характера требуется большая организационная работа, включающая полевые исследования в пределах всей территории с соответствующим финансированием и привлечением большого объема необходимых материальных средств, специалистов и соответствующей масштабам осуществленных работ камеральной обработки данных. Что в современных экономических условиях нашей страны не представляется реальным.

Нами была поставлена задача экспертной оценки состояния биоразнообразия территории и сопредельных акваторий Тихоокеанской России. На начальном этапе, основываясь на опубликованных научных данных, нами была выполнена сводная оценка биоразнообразия всей

территории Российского Дальнего Востока. Профессионально полученные данные исследователями по млекопитающим, птицам, рыбам позволяют получить также наглядное и доказательное представление по состоянию биоразнообразия также и в прибрежно-морской части выделенной территории ТР. Был сделан вывод о очень различающейся по степени изученности тематики биоразнообразия территории, что верно как в общем смысле, так и для имеющихся материалов по многим изучаемым тематическим группам биоты. При постановке научной задачи стало очевидно, что следует найти методологически иной способ оценки биоразнообразия для столь обширной территории, и при отсутствии специальных источников финансирования.

Общеизвестно, что процедура географического районирования признается одним из наиболее эффективных инструментов сравнительной территориальной оценки, ее осуществление возможно разными способами. Считается, что разработанная еще в советское время системная методология районирования сможет быть успешно использована для осуществления комплексных работ по любой территории, при условии разработки и осуществления процедур расчета балльной оценки качества окружающей среды. В поставленной задаче определения наиболее важных очагов биоразнообразия (biodiversity hotspots) нами был выбран хорошо апробированный ранее способ экорегионального членения, разработанный ранее (Мартыненко, Бочарников, 2009). Учитывая десятилетний период, истекший за это время после его разработки, была очевидна необходимость коррекции и обновления картографической как и соответсвующей географической базы данных. Была обоснована также необходимость усиления «географической составляющей», и с этой целью добавлены новые элементы физико-географического районирования.

С этой целью ГИС-специалистом ТИГ ДВО РАН О.А. Бердниковой была заново оцифрована черновая схема существующих экологических районов, расширена и уточнена прежняя критериальная система определения и описания отдельных единиц - эколого-географических районов (ЭГР), что природные границы ранее выделенных экологических районов были скорректированы с учетом фактического местоположения границ всех административно-территориальных единиц (краев и областей, автономных областей и округов, крупных муниципальных образований и внутрисубъектных границ районов). В результате разработанная нами система расчета комплексной балльной оценки (табл.) позволяет проводить как инвентаризацию, так и мониторинг состояния территориальной формы сохранения живой природы на всей обширной территории и акватории ТХР.

В основу последовательной оценки были взяты расчеты имеющихся сведений по распространению крупных участков дикой природы, малонарушенных лесов, ООПТ федерального и регионального значения, других существующих природоохранных объектов. Для точечных объектов при осуществлении балльной оценки в этой работе был взят наиболее распространенный в моделировании бинарный способ - кодировки признаков как: "есть - нет". Тем не менее, с учетом дальнейшего продолжения мы стремились для всех показателей, по которым имелись исходные данные брать для расчетов как количественное значение площади гео- или биообъекта, так и долю его от общей площади, составляющей ЭГР. Для всех таких показателей балл признака территориального присутствия проставлялся в зависимости от доли (процента) имеющегося признака (площадь ООПТ, ВБУ, КОТР и т.д.). И в пояснении важности фиксации такого рода признака заметим, что именно в зависимости от доли фактической сохранности природной ценности, в т.ч. и официально закрепленной в нормативно-правовой основе России определяется природоохранная ценность любой территории.

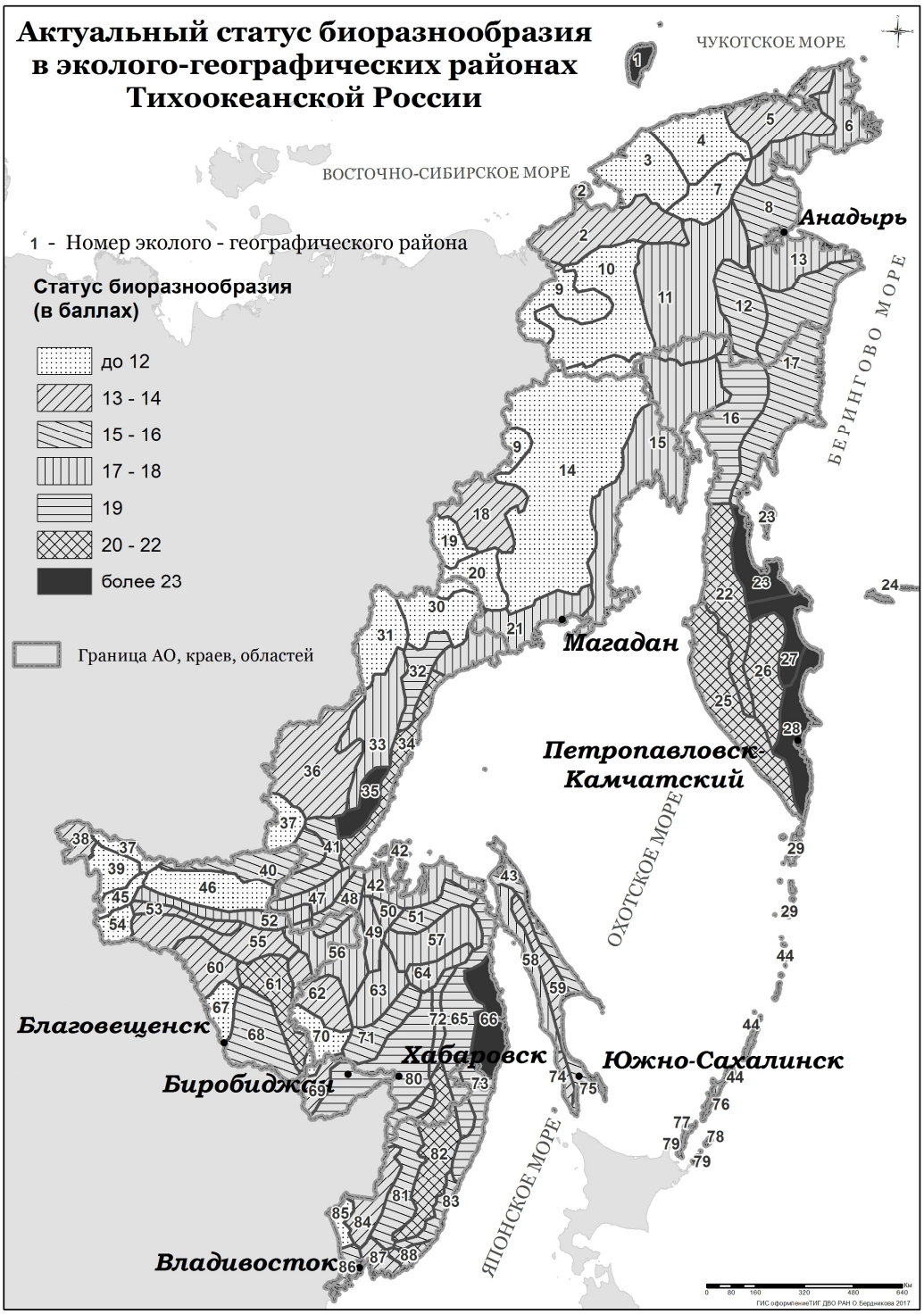
Весь геопространственный расчет, как и геоинформационное картографирование осуществлялось с помощью стандартных ГИС-процедур - фильтрации, расчета средних значений и путем суммирования полигонов по близким категориям (оверлейнные операции). Балльная характеристика сделана для всех федеральных субъектов ДВ России, с возможностью расчета и по отдельным «приморским регионам». Кроме взятых как основные показатели сведений о территориальной ценности ЗГР в процесс наших расчетов балльной оценки были взяты как отдельные «геоинформационные слои»: «площадные» показатели видового богатства наземных позвоночных животных, морских и пресноводных рыб; разнообразие охотничьих угодий и наличие экосистем лососевых рек и т.п. Общий итог балльной оценки актуального состояния биоразнообразия по территории был суммирован как результат расчета и геоинформационного картографирования пятнадцати показателей (см. табл.).

Наивысшие значения балльной оценки биоразнообразия ТХР отмечены для восточного побережья Камчатки, Северного Сихотэ-Алиня, некоторых районов Приохотья и о-ва Врангель (Рис.).

Таблица

Критерии бальной оценки биоразнообразия прибрежных районов Тихоокеанской России

№	Название критерия	Свойство биоразнообразия	Основания для расчета баллов
1	Ландшафтное разнообразие	Наличие в пределах ЭГР двух или более ландшафтных выделов	1-2 ландшафта в выделе считается как 1балл (б). Max=5б.
2	Экорегиональное разнообразие	Наличие в пределах ЭГР двух или более ландшафтных выделов	1б = 1 экорегион и т.д. Max=4
4	Административно-территориальное разнообразие	Наличие в пределах ЭГР двух или более внутренних административно-территориальных границ (АТГ) или зарубежных границ (трансграничный сухопутный или пресноводный район)	Минус 1б – три района различной принадлежности в административно-территориальном делении (АТД); -2б – четыре и более внутренних границ субъектов ДВФО; 0 – два субъекта, +1б – один субъект
5	Федеральные ООПТ	Наличие в пределах ЭГР – ООПТ, расчет по доле площади ООПТ в пределах района	+1б – до 10%; +2б – 10-20; +3б – 31-4% и т.д. Max+10.
6	ООПТ регионального значения	Заказники, природные парки, памятники природы и др. официально утвержденные региональные ООПТ	+1бдо 20% и т.д. Max=5.
7	Другие природоохранные тематические объекты национального и международного значения	ВБУ международного значения, КОТР, Всемирное природное наследие	Расчет аналогичен региональным ОПТ
8	Другие природоохранные тематические объекты национального и международного значения	Ключевые орнитологические территории международного значения (КОТР)	Расчет аналогичен региональным ОПТ
9	Другие природоохранные тематические объекты национального и международного значения	Объекты Всемирного природного наследия ЮНЕСКО	+1б (при наличии)
10	Особо ценные в природно-ресурсном отношении территории	Экосистемы лососевых рек	Аналогично ООПТ федерального значения
11	Малонарушенные леса (МНЛ)	расчет по доле площади МНЛ в пределах района	Расчет аналогичен региональным ОПТ
12	Дикая природа	расчет по доле площади ДП в пределах района	Расчет аналогичен региональным ОПТ
13	Разнообразие ихтиофауны	База данных по рыбам Дальнего Востока, созданная по оцифрованным выделам карты разнообразия рыб России, в т. 2. Национального атласа России с изменениями и дополнениями.	1 -12-23 вида; +2 – 23-38; +3-120-240; +4 - больше 240. Max=4.
14	Охотничьи угодья	Карта категорий охотничьих угодий, созданная по оцифрованным выделам карты охотничьих угодий России, в т. 2. Национального атласа России	+1б – 1 категория; +2б – 2-5; +3б – 7,8, 10; +4б – 9-11; 5б-12-13. Max=5.
15	Разнообразие наземных позвоночных животных	Карта видового богатства наземных позвоночных животных, созданная по оцифрованным выделам карты видового разнообразия наземных позвоночных животных России, в т. 2. Национального атласа России.	+1 –менее 50 видов; +50 – 100; + 100-150; +4 – 150-200; +5 – больше 200. Max+5.



Эти сведения позволяют обратить внимание на очевидные свидетельства неравномерности географического распределения биоразнообразия по всей территории и особенно в пределах прибрежно-морской зоне ТХР. Легко заметить существенное отличие от многих прежде выполненных оценок закономерностей распределения «очагов» биоразнообразия. При этом выполненная работа дает возможность как перехода к более детальным работам по оценке и мониторингу биоразнообразия, в связи с чем нами предусматривается дальнейшая возможность обновления и детализации данных сведений, как и необходимость дальнейшего совершенствования методологической основы и инструментальных средств оценки и мониторинга комплексного состояния биоразнообразия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Русского географического общества (грант РГО/РФФИ № 13-05-41280 (РФФИ-РГО).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бочарников В.Н., Мартыненко А.Б., Глущенко А.Б. и др. Биоразнообразие Дальневосточного экорегионального комплекса. Владивосток: Апельсин, 2004. 188 с.

Бочарников В.Н., Егидарев Е.Г. Новый природоохранный индекс для территории России // Проблемы региональной экологии. 2015. № 5. С. 75-80.

Мартыненко А.Б., Бочарников В.Н. Экологическое районирование Дальнего Востока // Изв. РАН, Сер. геогр. 2008. № 2. С. 76-84.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ СБРОСОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Ways of oil products discharges reduction into water bodies with wastewater

Г.Г. Видищева

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск; vidisheva26@inbox.ru

В современных условиях развития техники и производства нефть и нефтепродукты являются одним из самых распространенных загрязняющих веществ. Углерод, являющийся преобладающим составным элементов всей группы нефтепродуктов, обладает наибольшей технофильностью по сравнению с другими химическими элементами. Загрязнение нефтью и нефтепродуктами водных объектов представляет собой угрозу как по причине увеличения количества данных загрязнений, поступающих в водные объекты, так и по причине способности данных загрязняющих веществ к быстрому распространению и их устойчивости в водной среде.

Одним из факторов, обуславливающих поступление нефтепродуктов в водные объекты, является сброс нефтесодержащих сточных вод. Источниками образования данной категории сточных вод являются не только предприятия нефтедобычи и нефтепереработки, но и практически все объекты, использующие нефтепродукты, как в основных технологических процессах, так и на вспомогательных производствах. С целью выполнения природоохранных требований в своей деятельности предприятия и населенные пункты – источники образования нефтесодержащих сточных вод обязаны обеспечивать допустимые к сбросу концентрации нефтепродуктов как в сточных водах, поступающих после процессов очистки в водные объекты, так и при сбросе сточных вод в системы водоотведения коммунальных служб населенных пунктов. Таким образом, важным фактором снижения сбросов нефтепродуктов в водные объекты является эффективность процессов очистки нефтесодержащих сточных вод.

Особенности выбора и эффективного применения процессов очистки нефтесодержащих сточных вод обусловлены, во-первых, большим разнообразием применяемых в настоящее время нефтепродуктов и, во-вторых, их свойствами. Особенности поведения нефтепродуктов в воде определяются их малой плотностью и низкой растворимостью. По причине сложного состава данные загрязняющие вещества могут находиться в сточных водах в свободном состоянии (в виде поверхностной пленки), в виде эмульсии (механической и химической) и в виде молекулярных растворов. Соответственно, при очистке сточных вод от нефтепродуктов применяются процессы, как механической, так и физико-химической (химической) и биологической очистки. Выбор метода и способа очистки зависит от количества образующихся сточных вод, вида и концентрации нефтепродуктов в них.

К одним из физических методов очистки сточных вод от нефтепродуктов относится коалесценция – необратимый процесс разрушения эмульсии. Коалесценция представляет собой процесс слияния капель нефтепродуктов, диспергированных в водных растворах, за счет избыточной поверхностной энергии частиц нефтепродуктов и их стремления к объединению (Роев и др., 1987; Носкова и др., 2009). Эффективным является применение коалесценции при фильтровании эмульсии через фильтрующие загрузки, представленные гидрофобными материалами, то есть через гидрофобный фильтр. Такими материалами могут быть зернистые, гранулированные и волокнистые гидрофобные и олеофильные материалы. Конструктивно процесс коалесценции при очистке нефтесодержащих сточных вод осуществляется в коалесцирующих фильтрах, представляющих собой сооружения с коалесцирующей фильтрующей загрузкой и необходимой технологической обвязкой трубопроводами с контрольной и запорно-регулирующей арматурой. Данные фильтры работают по принципу контактных коалесцирующих насадок, то есть их конечная роль сводится не к укрупнению эмульгированных капель нефтепродуктов с целью дальнейшего более эффективного отстаивания эмульсии, а к их задержанию в фильтре за счет коалесценции в слое этих же нефтепродуктов, при этом основную роль играют явления адгезии и смачивания нефтепродуктами поверхности олеофильных гранул загрузки.

Принципиальная особенность коалесцирующих фильтров состоит в том, что частицы дисперсной фазы (капли нефтепродуктов), оседая на поверхности загрузки фильтра, коалесцируют между собой и образуют непрерывную фазу, способную эвакуироваться из объема фильтра под действием гравитационных сил. Непрерывная фаза образует на поверхности гранул и в зазорах между ними сплошную пленку, которая ограничивает систему разветвленных каналов, по которым протекает разделяемая эмульсия (Рулев и др., 1989). При установившемся режиме работы

коалесцирующих фильтров на поверхности фильтрующего материала образуется слой дисперсной фазы, и дальнейшая коалесценция капель нерастворимых жидкостей протекает при их взаимодействии с этим слоем. Интервал времени между соприкосновением капли с поверхностью и ее окончательным исчезновением определяет время коалесценции (Рулев и др., 1990).

Процесс очистки нефтесодержащих сточных вод в коалесцирующих фильтрах является сложным и многофакторным. Эффект очистки определяется зависимостью от большого числа геометрических, кинематических и динамических параметров. При решении вопроса о технологических параметрах коалесцирующих фильтров при их использовании в очистке нефтесодержащих сточных вод основными характеристиками данных сооружений являются высота слоя загрузки (при использовании гранулированных материалов), диаметр гранул, скорость фильтрования. Также важно учитывать качественные и количественные характеристики очищаемых сточных вод. В целом процесс фильтрования нефтесодержащих сточных вод является неоднородным во времени, изменяя в течение фильтроцикла свои основные параметры: качество очищенной воды, объем уловленных нефтепродуктов в теле загрузки, и другие.

Для выявления оптимальных параметров процесса очистки нефтесодержащих сточных вод предприятия железнодорожного транспорта (локомотивное депо) в исследованиях использовалась экспериментальная установка, представляющая собой двухступенчатый коалесцирующий фильтр с загрузкой из гранулированного полипропилена различной крупности (крупность зерен загрузки фильтра первой ступени составляла 3-4 мм, фильтра второй ступени – 1,5-3 мм). Установка была оборудована необходимыми технологическими трубопроводами с установкой измерительной и запорно-регулирующей арматуры, что позволяло в процессе исследований менять основные технологические параметры и контролировать показатели, определяющие эффект очистки. На установку подавалась нефтесодержащая сточная вода предприятия, прошедшая предварительное отстаивание в существующей на производственной площадке нефтеловушке с тонкослойными блоками. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах, подаваемых на экспериментальную установку, составляла 40-90 мг/л.

Исследования, проводимые в описанных условиях, наряду с определением основных технологических параметров процесса фильтрования, показали, что фильтроцикл коалесцирующих фильтров имеет две составные качественно разные части: время зарядки $t_з$, то есть начальный период фильтроцикла, когда в результате поступления в слой коалесцирующего материала (загрузки фильтра) сточной воды, содержащей нефтепродукты, в результате соприкосновения гранул с нефтепродуктами происходит формирование и увеличение толщины пленки, заполнение наиболее узких поровых каналов и связывание нефтепродуктами основной массы частиц загрузки в единую гидравлическую систему (в этот период качество очищенной воды отличается нестабильностью с постепенным уменьшением концентрации нефтепродуктов); и время работы фильтра $t_р$, когда при сформировавшемся в слое загрузки слое нефтепродуктов процесс коалесценции протекает стабильно, о чем свидетельствуют постоянные значения концентраций нефтепродуктов $С_{нфп}$ на выходе из фильтров.

В ходе исследований была поставлена задача по определению таких технологических параметров работы коалесцирующих фильтров, при которых в общей продолжительности фильтроцикла время зарядки фильтра будет минимизировано, и концентрация нефтепродуктов в очищенной воде будет стабильной и достигать установленных значений. С этой целью в исследованиях было определено удельное «зарядное» количество нефтепродуктов, наличие которого в теле загрузки фильтра на момент начала фильтроцикла обеспечивает необходимые условия коалесценции и позволяет достигать требуемого эффекта очистки с момента начала фильтроцикла.

В целом по результатам проведенных исследований были сделаны выводы об эффективности двухступенчатого фильтрования на коалесцирующих фильтрах нефтесодержащих сточных вод предприятий по ремонту и обслуживанию железнодорожного транспорта. Были определены оптимальные скорости фильтрования – до 2,5 м/час, при направлении фильтрования сверху вниз, при этом концентрация нефтепродуктов в очищенной воде не превышала 0,3мг/л (при исходном содержании нефтепродуктов в сточных водах, подаваемых на фильтры, до 65мг/л). Был исследован процесс промывки коалесцирующих фильтров с гранулированной полипропиленовой загрузкой: определен оптимальный режим промывки фильтров первой и второй ступени с целью сохранения в теле загрузки фильтров «зарядного» количества нефтепродуктов на момент начала фильтроцикла. Продолжительность фильтроцикла составляла 18-24 часа.

Коалесцирующие фильтры при применении их в практике очистки нефтесодержащих сточных вод имеют ряд достоинств: процесс очистки не требует привнесения в очищаемую воду химических

реагентов; фильтры работают в безнапорном режиме, что избавляет от необходимости использовать дополнительное насосное оборудование; фильтрование на коалесцирующих полимерных гранулированных загрузках позволяет достичь высокий (до 99,6%) эффект очистки по нефтепродуктам; фильтрующие материалы из гранулированных гидрофобных олеофильных полимеров являются доступным, долговечным и нейтральным по отношению к очищаемой воде материалом; фильтры просты и надежны в эксплуатации.

Обеспечение требуемого стабильного эффекта очистки нефтесодержащих сточных вод перед их сбросом позволит снизить количество данных загрязняющих веществ в воде водных объектов и тем самым положительно скажется на общем состоянии водотоков и водоемов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Носкова С.А., Сизиков А.М. Коалесценция в очистке сточных вод как современная безопасная технология // Омский научный вестник. 2009. №1 (84). С. 9-10.

Роев Г.А., Юфин В.А. Очистка сточных вод и вторичное использование нефтепродуктов. М.: Недра, 1987. 224 с.

Рулев Н.Н., Рященко В.П. Гидродинамическое разрушение разбавленных эмульсий масло-вода // Химия и технология воды. 1989. Т.11. №8. С. 126-134.

Рулев Н.Н., Седлухо Ю.П. Коллоидно-гидродинамическая теория разделения фаз масляно-водяных эмульсий коалесцирующим фильтром // Химия и технология воды. 1990. Т.12. №9.С. 219-223.

ПОЧВЕННЫЕ ФИТОНЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

The soil phytonematological investigations on Russin Far East

Т.В. Волкова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки«Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН, г. Владивосток; volkova@ibss.dvo.ru

Нематоды – обширная группа беспозвоночных животных, представители которой распространены во всех климатических зонах земного шара: в морях и океанах встречаются от северного полюса до прибрежных вод и внутренних водоемов Антарктиды, населяют пресноводные водоемы, освоили все типы почв (от торфяников тундры до сыпучих песков пустынь) и паразитируют в животных и растениях. Большинство почвенных беспозвоночных, в том числе и нематоды, селятся в верхнем слое почвы глубиной до 30 см независимо от особенностей ее хозяйственного использования. В пахотных почвах нематоды составляют 90,0–99,0 % от всех Metazoa (Соловьева, 1986). Несколько меньше их в лесных и луговых почвах.

Различные виды галловых нематод, гетеродер, стеблевых нематод, пратиленхов и большое количество других форм вызывают потери урожая овощных, зерновых, технических и других культур, достигавшие в ряде хозяйств 30-40, а иногда 60-70% и даже более. Среди многочисленных паразитов и возбудителей болезней растений нематоды имеют большое экономическое значение, так как ¼ общих потерь мировой растительной продукции от вредителей и болезней приходится на их долю. К сожалению, в известных, далеко не редких случаях, эти потери гораздо больше и могут в настоящее время достигать катастрофических размеров.

Изучение биологии и экологии фитонематод и, в частности, отдельных стадий их развития (яиц, личинок), имеет большое значение, поскольку именно эти данные лежат в основе разработки мер борьбы с указанными микроскопическими, но весьма патогенными вредителями.

Изучение морфологии и таксономии фитонематод фауны Дальнего Востока проводилось на материале, имеющемся в коллекции лаборатории и собранного в течение более 50 лет. Для выполнения работ были использованы пробы, взятые из различных биотопов Дальнего Востока, где отобрано и обработано около 2500 нематологических проб прикорневой почвы и корней растений в естественных лесных и луговых ценозах и лесопитомниках в различных районах, в том числе около 1500 в Приморском крае, 200 проб в Хабаровском крае, приблизительно по 250 проб в Амурской области и Сахалине и около 300 проб на Камчатке. Для установления связи состава и количества нематод на территории Дальнего Востока в биогеоценозах были использованы в основном экспедиционные работы.

Полустационарные исследования проводились в Приморском крае (луга, пастбища, кормовые травы), Амурской области и Сахалине (лесные хвойные питомники). Маршрутные исследования проводились на территории Дальнего Востока в вышеперечисленных районах, в Хабаровском крае и на Камчатке. При выполнении работ использовались общепринятые методики лабораторных и экологических исследований.

Глубина отбора проб колебалась от 10 до 30 см в зависимости от типа почвы и характера ее обработки. Объем каждой почвенной пробы равнялся от 200 до 300 куб.см. Пробы промывались, декантировались через сито № 0063. Оставшийся на сите осадок фиксировали 4% формалином или ТАФом и использовали для дальнейшей работы. Выделение фитонематод из почвы проводилось центрифужно-флотационным методом (Jenkins, 1964), из корневой системы растений – в воронках Бермана. Цистообразующие нематоды выделялись из почвы прибором Фенуика. Выбирали нематод из проб под бинокуляром МБС-9 в часовые стекла. Просветление и приготовление постоянных глицериновых препаратов фитонематод (с окантовкой парафином) проводилось по методу Сейнхорста (Seinhorst, 1959). Определение фитонематод проводилось под световым микроскопом МББ-1 с объективами 10^x, 20^x, 40^x, 90^x и окулярами 5^x и 7^x. Рисунки изготовлены с помощью рисовального аппарата РА-6. Измерения проводили окуляр-микрометром. Для достоверного количественного учета нематод объем почвенной пробы составлял 100 куб.см.

По данным Лаборатории паразитологии ФНЦ «Биоразнообразие» ДВО РАН в Приморском крае известно около 500 видов почвенных нематод, из которых более 150 видов являются паразитами растений (Волкова, Казаченко, 2010). Большинство из этих видов отмечено в естественных биоценозах, где значение нематодных болезней растений изучено очень слабо.

Под влиянием деятельности человека определенные виды нематод могут быстро стать вредителями, когда, например, с/х культура выращивается постоянно в течение нескольких лет, т.е.

является монокультурой, таким образом создавая до некоторой степени оптимальную возможность для повышенного размножения нематод. В некоторых случаях даже очень малое число нематод может нанести большой вред видам с/х культур, например, когда их питание облегчает внесение в растение вторичных патогенов, таких как бактерии, грибы и вирусы. На практике под «мерами борьбы» с паразитическими нематодами растений подразумевают подавление плотности популяции видов до приемлемого уровня. Очень простой способ борьбы – севооборот, который эффективен против видов нематод с узким кругом растений-хозяев. С нематодами-полифагами бороться таким способом труднее из-за проблемы поиска экономически выгодной культуры, не являющейся хозяином. Также часть растений содержит или вырабатывает вещества, токсичные для фитонематод, например, бархатцы, клещевина обыкновенная, кунжут. Недорогим и эффективным методом борьбы с фитонематодами служит внесение в почву жмыха масличных культур. Это остатки производства масла из семян хлопка, кунжута, горчицы или клещевины. В настоящее время в Российской Федерации из-за высокой токсичности и дороговизны нематицидов химические обработки практически не проводятся. В любом биотопе обычно встречается сложный видовой комплекс нематод, относящихся к различным трофическим группам – бактериофаги, микофаги, хищники и фитопаразиты. Доказано, что при вмешательстве в естественный процесс последовательной смены одних биоценозов другими происходят изменения в сообществе нематод, что облегчает оценку “качества” среды и позволяет использовать нематод как индикаторов при нарушении и восстановлении экосистем. В последнее десятилетие биоиндикация, основанная на сообществе структуры свободноживущих нематод, стала объектом особого интереса у экологов. Ценность нематод как биоиндикаторов заключается в том, что они быстро реагируют на изменения среды, их можно выделять из почвенных и растительных образцов в течение длительного времени года, нематодные сообщества имеют большое разнообразие даже на сельскохозяйственных монокультурах. Почвенные нематоды гетеротрофы и являются консументами I порядка (паразиты растений), консументами II порядка (хищники) и консументами деструкторов (грибов и бактерий). Они также участвуют в почвенных экологических процессах, таких как гниение, минерализация и круговорот азота, а деятельность по деструкции органического вещества сопоставима по масштабам с деятельностью бактерий. Нематоды оказывают как позитивное, так и негативное влияние на первичную продукцию. Таким образом, по изменению обилия определенных видов в структуре трофических групп можно делать заключения о нарушении естественных процессов в сукцессии.

С целью изучения распространения на территории Приморья особо опасных цистообразующих нематод (соевой и картофельной) было отобрано и проанализировано более 30 000 средних почвенных проб.

Важной проблемой для Дальнего Востока России, и в частности для Хабаровского края и Амурской области, явилось исследование распространения золотистой картофельной цистообразующей нематоды (объект внутреннего и внешнего карантина). Глободероз относится к числу наиболее опасных болезней картофеля. Распространение картофельной цистообразующей нематоды *Globodera rostochiensis* изучалось в основном на приусадебных участках жителей Приморского, Хабаровского краев и Амурской области (Казаченко, Марамыгина, 2002).

Корневые галловые нематоды рода *Meloidogyne* Goeldi, 1887 (Nematoda: Meloidogynidae) – одна из наиболее патогенных групп фитонематод, которые паразитируют на корнях культурных и диких растений в открытом и защищённом грунте. Они широко распространены во всём мире. В настоящее время описано около 90 видов данного рода. Известно более 4000 растений-хозяев, в число которых входят овощные, кормовые, зернобобовые, плодово-ягодные, технические, цветочно-декоративные, древесные, т. е. большинство важнейших сельскохозяйственных культур, выращиваемых как в открытом, так и в закрытом грунте (Казаченко, Мухина, 2013). В основном галловые нематоды распространены в странах с тропическим и субтропическим климатом. Реже они встречаются в условиях полупустынь и умеренных широт. Наиболее опасны и трудноискоренимы галловые нематоды в условиях защищённого грунта, где и наносят большой ущерб урожаю овощных и многих декоративных культур. Эти нематоды не только истощают растение, но и способствуют развитию вирусных, грибных и бактериальных заболеваний. На территории Дальнего Востока России зарегистрировано пять видов корневых галловых нематод. Материал был собран в разных районах Дальнего Востока России сотрудниками Лаборатории паразитологии ФНЦ «Биоразнообразие» ДВО РАН, Дальневосточного федерального университета и Благовещенского сельскохозяйственного института. Сбор проб осуществляли в основном маршрутным методом. Выделение нематод проводилось вороночным методом. Для изучения морфометрических параметров нематод изготавливали временные глицериновые или постоянные глицерин-

желатиновые препараты. Для просветления перинеальных пластинок использовали лактофенол (1 часть карболовой кислоты, 1 часть молочной кислоты, 2 части глицерина и 1 часть дистиллированной воды).

Впервые на Дальнем Востоке России галловые нематоды были найдены на корнях томатов в 1967 г. в теплицах Надеждинского района Приморского края. Они были определены как арахисовая галловая нематода (= песчаная галловая нематода) *Meloidigyne arenaria*. В 1972 г. были обследованы теплицы п. Паратунка Елизовского района Камчатской области. Анализ морфометрических данных показал, что найденные галловые нематоды также относятся к виду *M. arenaria* (Казаченко и др., 2012). В 2010 г. данная нематода выявлена в теплицах ФГУП «Дальневосточное» РАСХН (г. Артем, Приморский край) в корнях огурцов (Волкова и др., 2012).

Первое упоминание о выявлении северной галловой нематоды *M. hapla* на картофельных полях в Сахалинской области относится к 1971 г. В 1992 г. в теплицах совхоза «Лазурный» Партизанского района и в 1993 г. в тепличном хозяйстве "Приморье" г. Владивостока также обнаружены галловые нематоды в корнях томатов *M. hapla* (Казаченко и др., 2012).

В 1988 г. были опубликованы сведения о зараженности теплиц яванской галловой нематодой *M. javanica* и южной галловой нематодой *M. incognita* в 5 хозяйствах Амурской области и Хабаровского края в корнях томатов (Казаченко и др., 2012).

В 1990 г. при маршрутном обследовании Камчатской области по долине р. Быстрой вблизи п. Николаевка Елизовского района на корнях чозении крупночешуйчатой (*Chosenia arbutifolia*) и ряда травянистых растений – лабазника камчатского (*Filipendulata camtschatica*), крапивы плосколистной (*Utrica platyphylla*), пырея настоящего (*Elytrigia repens*) – обнаружен новый вид ивовой галловой нематоды *M. chosenia* (Ерошенко, Лебедева, 1992).

Исследования эколого-фаунистических комплексов почвенных нематод проводились с целью оценить возможность использования нематод как биоиндикаторов при нарушении экосистем в условиях бассейна р. Амур. Биоиндикация, основанная на структуре сообществ нематод, недавно стала объектом особого интереса у экологов. Весьма важным в последние годы стало использование индекса зрелости (MI) сообщества, представляющего собой меру развития сукцессии. Ценность нематод как биоиндикаторов заключается в том, что они быстро реагируют на изменения среды. Их можно выделять из почвенных образцов в течение длительного времени года. Нематодные сообщества имеют большое разнообразие даже на сельскохозяйственных монокультурах. Таким образом, по изменению обилия определённых видов в структуре трофических или функциональных групп можно делать заключение о нарушении естественных процессов в сукцессии. Основой же для проведения таких исследований является правильное определение нематод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Волкова Т.В., Казаченко И.П. Каталог фитонематод (Nematoda, Tylenchida) Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука. 2010. 121 с.

Волкова Т.В., Казаченко И.П., Иванов И.Н. Галловая нематода в овощных теплицах Приморского края // Вестник защиты растений. 2012. № 3, с. 54-57.

Ерошенко А.С., Лебедева Е.В. 1992. Описание нового вида галловой нематоды *Meloidogyne chosenia* sp. n. (Nematoda: Meloidogynidae) – паразита ивы на Камчатке // Паразитология. Т. 26. № 4. С. 340-344.

Казаченко И.П., Волкова Т.В., Мухина Т.И., Иванов И.Н.. «Корневые галловые нематоды рода *Meloidogyne* на Дальнем Востоке России» «Российский паразитологический журнал. 2012. № 2. С. 111-116.

Казаченко И.П., Марамыгина Л.Н. Картофельная нематода на Дальнем Востоке России // Мат. междунар. конф. «Аграрная политика и технология производства с.х. продукции в странах АТР». 2002. Т. 2. Уссурийск. С. 170-173.

Казаченко И.П., Мухина Т.И. Корневые галловые нематоды рода *Meloidogyne* Goeldi (Tylenchida: Meloidogynidae) мировой фауны. Владивосток: Дальнаука. 2013. 307 с.

Соловьева Г.И. Экология почвенных нематод. Л.: Наука. 1986. 247 с.

Jenkins W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil // Pl. Dis. Repotr. 1964. Vol. 48. 692 p.

Seinhorst J.W. A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin // Nematologica. 1959. V. 4, № 1. P. 67-69.

ОБОСНОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО УЧАСТКА БАССЕЙНА Р. АМУР: ЗЕЯ

Substantiation of regional normalization of surface water quality by the example of the water sector in the basin of the river. Amur: Zeya

Г.А. Волосникова, В.А. Никитина

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск; galina-volosnikova@yandex.ru

Одной из главных причин ухудшения в последние десятилетия качества поверхностных вод в Российской Федерации признается несовершенство принятой системы санитарно-гигиенического нормирования, когда в качестве критериев применяются одинаковые для всей территории страны предельно-допустимые концентрации (ПДК), зависящие от вида водопользования. К числу новых подходов к нормированию относится идея разработки региональных нормативов. Как известно, гидрохимический режим поверхностных водных объектов определяется воздействием как природных, так и антропогенных факторов, главным образом, сбросов недостаточно очищенных сточных вод. Необходимость регионального нормирования вызвана резкими различиями природно-климатических условий и дифференциацией территорий по уровням антропогенного воздействия на окружающую среду. Концепция регионального экологического нормирования основывается на некоторых положениях, важнейшим из которых является формирование в каждом отдельно взятом бассейне реки или его части (водохозяйственный участок) особенного состава воды, свойственного данной водосборной территории и зависящего от природно-климатических условий.

Статья 35 Водного кодекса Российской Федерации (Водный кодекс, 2006) предусматривает разработку и установление нормативов допустимого воздействия (НДВ) на водные объекты. Согласно Методическим указаниям по разработке НДВ на водные объекты (Методические указания, 2007), расчет НДВ производится на основе баланса масс с учетом природных и хозяйственных особенностей конкретного водохозяйственного участка, в том числе по привносу химических веществ и микроорганизмов ($НДВ_{хим}$). Проекты НДВ по бассейнам рек разрабатываются территориальными органами Росводресурсов на основании показателей качества воды в водных объектах.

В то же время, согласно действующему водоохранному законодательству, водопользователи, осуществляющие сброс очищенных сточных вод в поверхностные водные объекты, должны разрабатывать проекты нормативов допустимого сброса (НДС). В соответствии с Методикой разработки НДС веществ и микроорганизмов в водные объекты (Методика, 2007), для водопользователей, расположенных в пределах водохозяйственного участка, расчет НДС осуществляется на основе НДВ с учетом оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями. Ни для кого не секрет, что водопользователи, расположенные ниже по течению водного объекта, в соответствии с утвержденными проектами НДС несут большие финансовые затраты на очистку сточных вод, что недопустимо при современной модели экономики. В более выгодном положении оказываются предприятия, расположенные возле крупных водных объектов вне населенных пунктов.

Необходимо обратить внимание, что разработка НДС на основании НДВ в настоящее время фактически невозможна (содержащиеся в Методике НДС в данной части нормативные требования не применимы на практике), в частности, отсутствует методика распределения НДВ между НДС отдельных водопользователей. Методика НДС не предлагает внятного алгоритма перехода от НДВ к НДС для отдельных выпусков сточных вод при использовании бассейнового принципа и фактически рассчитана на использование каждым отдельным водопользователем. При этом в Методике не прописано, кто должен осуществлять расчеты НДС для всего водохозяйственного участка, на котором расположено несколько водопользователей. Кроме того, предлагаемый в Методике принцип расчета величин НДС на водохозяйственном участке, когда критерием оптимальности признан минимум суммарных приведенных затрат на достижение НДС, является совершенно неприемлемым в современных рыночных условиях. Тем не менее, сама идея перехода к региональному нормированию качества поверхностных вод и к разработке НДС на основе НДВ (на бассейновом уровне) представляется вполне справедливой, поскольку позволяет каждому хозяйствующему субъекту использовать определенную долю ассимилирующей способности водного объекта и во многих случаях сократить финансовые затраты на очистку сточных вод до нормативных значений.

Целью настоящей работы явилось обоснование метода расчета НДС в водный объект на бассейновом уровне в соответствии с НДВ на примере расчетного водохозяйственного участка

(ВХУ) 20.03.04.002 площадью 46,0 тыс. кв. км, охватывающего часть бассейна р. Зея на отрезке от Зейского гидроузла до устья р. Селемджа.

Река Зея на всём своем протяжении является водным объектом рыбохозяйственного значения высшей категории. Вклад в загрязнение поверхностных водных объектов по отраслям, % общего объема загрязненных сточных вод, составляет: жилищно-коммунальное хозяйство – 50,9; электроэнергетика – 29,1; угольная промышленность – 14,5; цветная металлургия – 1,7.

Привнос химических и взвешенных веществ в водные объекты происходит при сбросе сточных и дренажных вод, рекреации, судоходстве, добыче полезных ископаемых, дноуглубительных работах. Сброс сточных и дренажных вод контролируется в качественном и количественном отношении, остальные источники имеют локальное распространение, временный характер и незначительную степень воздействия. Что касается диффузных источников поступления загрязняющих веществ, в большинстве своем они отнесены к слабоуправляемым ввиду динамичности во времени и пространстве.

В пределах рассматриваемого ВХУ бассейна р. Зея расположены выпуски очистных сооружений полной биологической очистки хозяйственно-бытовых сточных вод поселков Верхнезейск и Береговой, а также станций БАМа Маревый, Дипкун, Тутаул. Суммарный объем отводимых сточных вод в поверхностные водные объекты рассматриваемых водопользователей составляет 480,9 тыс. $м^3$/год (100 %), из них: п. Береговой – 102,2 (21,2 %); п. Верхнезейск – 152,5 (31,7 %); п. Маревый – 61,5 (12,8 %); п. Дипкун – 130,1 (27,1 %); п. Тутаул – 34,6 (7,2 %). Очищенные сточные воды п. Верхнезейск и п. Береговой поступают в водохранилище. Очистные сооружения на сегодняшний день имеют значительную степень изношенности и по ряду показателей не справляются с очисткой сточных вод до нормативных значений, установленных в проектах НДС соответствующих водопользователей. Характеристика очистных сооружений представлена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика очистных сооружений.

Наименование поселков и станций БАМа	Производительность очистных сооружений	Характеристика очистных сооружений, вид очистки, место сброса сточных вод	Стадии очистки
Береговой	400 $м^3$/сут	Полная биологическая очистка хозяйственно-бытовых сточных вод, сброс в Зейское водохранилище	Механическая и биологическая очистка на решетках, двухъярусных отстойниках, биофильтрах, обеззараживание, обезвоживание осадков СВ на иловых площадках
Верхнезейск	1400 $м^3$/сут	Модульные, экспериментального типа, полная биологическая очистка, сброс в Зейское водохранилище, устье р. Уркан	Механическая очистка на решетках, отстаивание, биологическая, реагентная
Маревый	115,1 тыс. $м^3$/год	Полная биологическая очистка, сброс в р. Гилюй, приток Зейского водохранилища	Механическая, биологическая
Дипкун	199 тыс. $м^3$/год	Полная биологическая очистка, сброс в р. Дипкун, приток р. Брянта	Механическая, биологическая
Тутаул	47,6 тыс. $м^3$/год	Полная биологическая очистка, сброс в р. Тутаул, приток Зейского водохранилища	Механическая, биологическая

Для достижения поставленной цели был выполнен сравнительный расчет величин НДС на примере очистных сооружений канализации (ОСК) п. Береговой в трех вариантах: 1) на основе расчета НДВ (с учетом естественного гидрохимического фона); 2) на основе расчета НДВ (с учетом предельно-допустимой концентрации загрязняющих веществ для водных объектов

рыбохозяйственного водопользования – $ПДК_{рх}$, в соответствии с приказом Минсельхоза России от 13.12.2016 № 552 (Об утверждении нормативов, 2016)); 3) по Методике НДС для отдельного водопользователя. Величины НДВ (табл. 2) приняты по данным Проекта нормативов допустимого воздействия (НДВ) по бассейну реки Амур: Зея (Проект, 2012).

Таблица 2

НДВ на водные объекты по привносу химических и минеральных веществ, т.

Показатель	Нормативы качества		Значение НДВ, т/год
	Ед. изм.	Значение	
Взвешенные вещества	мг/дм^3	18,52/20,37	80772/47820
$БПК_5$	мг/дм^3	2/2	6847,1/55,6
NH_4 (по N)	мг/дм^3	0,576/0,4	552,0/1,05
NO_2 (по N)	мг/дм^3	0,0142/0,02	34,76/154,2
Фосфаты	мг/дм^3	0,098/0,2	420,0/1334,9
Железо общее	мг/дм^3	0,385/0,1	947,9/0,263
Медь	мг/дм^3	0,0066/0,001	37,36/0,003
Цинк	мг/дм^3	0,013/0,01	52,03/0,026
Фенолы	мг/дм^3	0,0046/0,001	3,825/0,003
Нефтепродукты	мг/дм^3	0,05/0,05	0,028/664,8
АСПАВ	мг/дм^3	0,1/0,1	622,3/979,9

Примечание: числитель – основной вариант, с учетом естественного гидрохимического фона, знаменатель – альтернативный вариант, с учетом $ПДК_{рх}$.

Фактические сбросы и расчетные НДС водопользователей в пределах расчетного ВХУ определялись с учетом соотношения объемов сбросов сточных вод. Результаты расчета доли управляемых источников загрязнения (очистных сооружений населенных пунктов) в двух вариантах, по отношению к $С_{фон}$ и $ПДК_{рх}$ (основной и альтернативный соответственно), показали, что для рассматриваемых водопользователей наблюдаются превышения по иону аммония, нитритам, фенолам, нефтепродуктам (Волосникова, Никитина, 2016), что требует разработки водоохранных мероприятий. В табл. 3 приведено сравнение результатов расчета НДС для ОСК п. Береговой на основе проекта НДВ и по Методике НДС (для отдельного водопользователя).

Таблица 3

Сравнение результатов расчета НДС на основе НДВ и по Методике НДС для отдельного водопользователя, т/год (ОСК п. Береговой, МУП ЖКХ Зейского района).

Наименование вещества	Фактический сброс	НДС на основе расчета НДВ (по фоновым концентрациям)	НДС на основе расчета НДВ (по $ПДК_{рх}$)	НДС для отдельного водопользователя
Взвешенные вещества	0,8	159	34,6	1,4
$БПК_5$	0,87	12,9	6,79	0,373
NH_4 (по N)	1,85	1,04	0,000422	0,0797
NO_2 (по N)	0,04	0,065	0,148	0,00999
Фосфаты	0,4	0,792	1,91	0,0249

Как видно из таблицы 3, из пяти рассматриваемых загрязняющих веществ в четырех случаях НДС при расчете по Методике НДС оказываются значительно более жесткими. Таким образом, результаты проведенных расчетов наглядно показывают, что при применении региональных нормативов на основе бассейнового принципа нормирования водопользователь оказывается в более выгодном финансовом положении.

Однако необходимо отметить, что к настоящему времени проекты НДВ утверждены не по всем водным бассейнам и их частям. Кроме того, НДВ разработаны в отношении ограниченного списка веществ. Например, в рассматриваемом случае в списке контролируемых веществ

водопользователей присутствуют, помимо ингредиентов, указанных в проекте НДВ, также сульфаты, хлориды, нитраты. В то же время железо, медь и цинк, содержащиеся в перечне НДВ, не контролируются на данных объектах.

По замыслу разработчиков Методики НДС, данный норматив должен быть единым для всех водопользователей в пределах одного водохозяйственного участка, и на его основании должны выдаваться отдельные разрешения на сбросы. Для полной реализации этого замысла необходимо разработать для всех водохозяйственных участков проекты НДВ, в которых утвердить перечень нормируемых показателей для крупных и средних водопользователей с учетом экологического состояния водного объекта. Тогда останется лишь решить вопрос о разработчике такого проекта НДС для ВХУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Водный кодекс Российской Федерации: от 03.06.2006 г. № 74-ФЗ (ред. от 31.10.2016) // http://www.consultant.ru.

Волосникова Г.А., Никитина В.А. К вопросу расчета нормативов допустимого сброса в водный объект на бассейновом уровне // Философия современного природопользования в бассейне р. Амур: Материалы V междунар. науч.-практ. конф., Хабаровск, 4 мая 2016 г. Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. Вып. 5. 156 с.

Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты: приказ Минприроды России от 12.12.2007 № 328 // http://www.consultant.ru.

Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей: приказ Минприроды России от 17.12.2007 № 333 (в ред. приказа Минприроды России от 15.11.2016 № 598) // http://www.consultant.ru.

Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения: приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552 // http://www.consultant.ru.

Проект нормативов допустимого воздействия (НДВ) по бассейну реки Амур: Зея. Хабаровск, 2012. 119 с.

СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОСАДКОВ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

Composition of organic matter in bottom sediments of coastal regions of the Tatar strait

Л.А. Гаретова, Н.К. Фишер

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; micro@ivep.as.khb.ru

Озерно-лагунные эстуарии являются типичными акваториями юго-западного побережья Татарского пролива. Они представляют собой устьевые участки малых рек, стекающих с восточного склона Северного Сихотэ-Алиня и, в большей или меньшей степени, открыты в сторону моря. Одна из особенностей эстуариев — взаимное влияние реки и моря на все происходящие процессы, которое определяет двусторонний встречный характер основных потоков вещества и энергии. Находясь на границе континента и моря, эстуарии аккумулируют огромные количества органических веществ терригенного, морского и антропогенного генезиса, выполняют функцию маргинальных фильтров (Лисицын, 2008). Из-за своих размеров, малые эстуарии в большей степени уязвимы при антропогенном воздействии по сравнению с большими по площади эстуариями. Функционирование малых эстуариев в условиях стабильного антропогенного пресса создает угрозу проявления кумулятивных эффектов различных загрязнителей за счет сочетания мелководности и зоны смешения морских и пресных вод.

Эстуарий р. Токи включает в себя одноименное озеро, сообщающееся с бухтой короткой (до 30 м) протокой шириной 12 м, площадь оз. Токи составляет 0,23 км ^{2}. Оз. Мучке расположено в 1,1 км выше места впадения р. Мучке в одноименную бухту и имеет площадь водного зеркала 0,59 км^2. В воде и донных осадках (ДО) эстуариев малых рек Мучке и Токи в течение последних лет исследовали распределение органического вещества (ОВ), углеводородов (УВ), фитопигментов и эколого-трофических групп бактерий (Гаретова, 2013; Гаретова и др., 2016; Гаретова, Фишер 2017). Изучение вещественного состава донных отложений в эстуариях рек позволяет оценить вклад различных источников (природных и антропогенных) в формирование органо-геохимического фона эстуарных фаций в процессе седиментогенеза, т.к. основная часть органического вещества, выносимого с континентов в моря, поступает в морские воды с речным стоком, оказывая влияние на окружающую среду (Биогеохимия…, 1994). С целью выявления доминирующих источников ОВ в воде и ДО исследовали молекулярный состав фракции н-алканов, которые являются прямыми органогеохимическими маркерами преобразования органического вещества из различных источников растительного, животного и бактериального происхождения.

Представляемые результаты получены в последней декаде июля 2014 г. в период совпадения высокого прилива и речной межени на 3 станциях каждого из обследованных эстуариев (рис.).

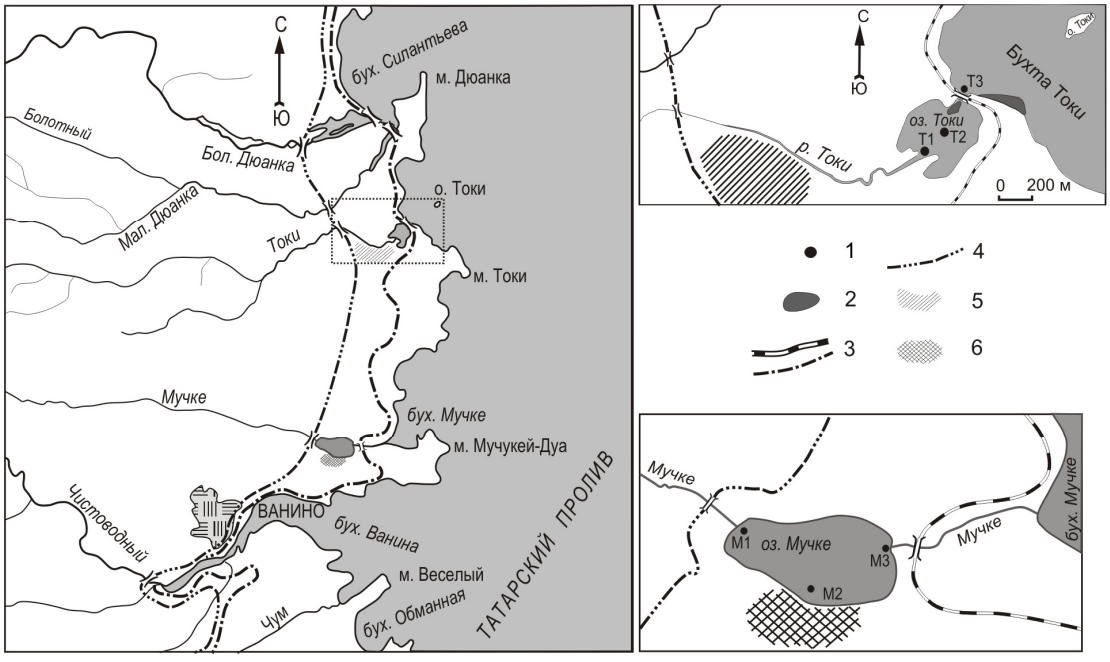


Рис. Карта-схема района исследования: 1 – станции отбора проб; 2 – зона осушки; 3 – железная дорога; 4 – автомобильная дорога; 5 – полигон хранения твердых отходов, 6 – нефтехранилище.

Поступление в эстуарии морских и пресных вод контролируется соленостью, которая в свою очередь зависит от гидрологических и морфологических факторов. Различия в величине градиента солености внутренних эстуариев рек Мучке и Токи главным образом определяются их удаленностью от морской акватории, влияющей на водообмен с морем, а также величиной площади водного зеркала, очертаниями береговой линии. На момент исследования эстуарий р. Мучке характеризовался олигогалинной зоной с градиентом солености 0–4,55 епс. Величина градиента солености в эстуарии р. Токи составляла 0–15,34 епс (олиго- и мезогалинная зоны) что обусловлено интенсивным водообменом внутреннего эстуария р. Токи с морем, малой его площадью, а также его сжатостью по разрезу «река–море».

Наиболее общей закономерностью распределения $C_{орг}$ в ДО исследованных эстуариев является резкое снижение его содержания в грунтах нижних, проточных участков по сравнению с заиленными осадками их слабопроточных участков. Локальное накопление большого количества ОВ ($C_{орг}$=7,3 %) в центральной части оз. Токи, вероятнее всего обусловлено тем, что процесс поступления ОВ преобладает над процессами его деструкции, что характерно для восстановительных условий в ДО, способствующих сохранению в них исходного ОВ.

Распределение УВ по площади дна исследованных эстуариев было неравномерным и имело определенное сходство с распределением ОВ, поскольку максимальные концентрации УВ были выявлены на станциях с максимальным для каждого водного объекта содержанием $C_{орг}$. Фоновые концентрации УВ обычно не превышают 10 мкг/г в песчанистых и до 100 мкг/г в илистых осадках. При этом их доля обычно составляет ≤ 1% от $C_{орг}$. В ДО исследованных эстуариев, кроме проточных участков оз. Токи (ст. Т 1 и Т 3), превышение фонового уровня УВ составляло от 1,2 до 14 раз. Осадки оз. Мучке подвержены антропогенному нефтяному загрязнению: превышение фонового уровня содержания УВ в 5,5 и 1,2 раз выявлено в песчанистых илах станций М 1 и М 3, а их доля в составе $C_{орг}$ составляла 2,4 и 1,8 % соответственно. Наиболее загрязненными нефтепродуктами являются осадки на участке непосредственного стока с территории нефтебазы (ст. М 2), где превышение фонового содержания УВ составляет 14 раз, а доля УВ от $C_{орг}$ находится на уровне 4 %. Содержание УВ в органогенных осадках центральной части оз. Токи также превышало фоновый уровень для данного типа осадков (в 2,3 раза), но в отличие от осадков оз. Мучке доля УВ от $C_{орг}$ здесь не превышает 0,31 %, что указывает на их биогенный генезис.

Среднее содержание фитопигментов в ДО оз. Мучке составляло 181,7 мкг/г, что в 3 раза выше, чем в ДО оз. Токи, в большей степени подверженному влиянию приливо-отливных течений. В оз. Токи максимальное содержание пигментов (138,3 мгк/г) приурочено к сероводородным илам центральной части (ст. Т 2) и снижалось в песках проточного участка (ст. Т 3) в 38 раз, а в ДО вершины эстуария (ст. Т 1) в 4 раза. В ДО центральной части оз. Токи отмечено преобладание каротиноидов над хлорофиллами (хл. «а»/ ∑кар. = 0,9) свидетельствующее о замедлении развития фитобентосного сообщества вследствие токсичного воздействия сероводорода. Восстановительные условия осадков слабопроточных участков озер создают благоприятные условия для сохранения органического вещества и осадочного хлорофилла, препятствуя микробиологическим окислительным процессам.

В ДО эстуариев рек Мучке и Токи сформированы достаточно активные микробные сообщества, в которых были обнаружены культивируемые органотрофные микроорганизмы всех исследованных групп. Численность гетеротрофных бактерий (ГБ) в ДО оз. Мучке была выше, чем в воде, в среднем на 3 порядка, а в ДО оз. Токи – на 2 порядка. В ДО оз. Мучке ведущая роль в сообществе принадлежит ГБ, усваивающим умеренные количества легкодоступного ОВ, т.е. здесь ОВ в основном находится на поздних этапах деструкции (ГБ/СБ = 26,4 – 10,3). В бактериобентосном сообществе оз. Токи существенно возрастала роль копиотрофов (ГБ/СБ = 3,0 – 9,5), что обусловлено их активным участием на начальных этапах разложения органического материала, преимущественно остатков морских макрофитов, регулярно депонирующихся в ДО.

Максимальная численность нефтеокисляющих бактерий (НОБ) была локализована в осадках оз. Мучке, загрязненных нефтепродуктами (ст. М 2). Доля НОБ в ДО оз. Мучке составляла от 1,8 до 6,5 % при максимуме на ст. М 2. В ДО оз. Токи с умеренным содержанием УВ доля НОБ в сообществе бактериобентоса составляла 15,3 – 18,8 %, что выше условной границы 10 %, характеризующей способность сообщества к утилизации УВ (Патин, 2001).

Анализ молекулярных спектров и группового распределения н-алканов показал, что состав ОВ в ДО исследованных эстуариев определяется характером исходного органического материала – биомассы микро- и макроводорослей, терригенных растительных остатков, бактерий, а также

наличием УВ нефтяного генезиса (табл.). Однако вклад различных компонентов в состав ОВ в первую очередь определяется гидролого-морфологическими особенностями эстуариев.

Особенностью эстуария р. Токи характеризующегося интенсивным водообменом с морем является накопление большого количества ОВ в осадках за счет морского растительного материала (остатки макрофитов и морских трав), регулярно поступающего с приливами и штормами. За счет малых глубин и приливо-отливных течений в оз. Токи осадки подвергаются частичному перемыву и аэрации. В результате диагенез происходит одновременно в восстановительных и окислительных условиях.

Для нефтезагрязненных осадков оз. Мучке характерно не только высокое содержание УВ и их доли в составе $C_{орг}$, но также наличие в составе УВ жидких гомологов, высокого содержания изо-алканов и их преобладание над соответствующими н-алканами.

На основании количественной оценки вклада молекулярных маркеров источников ОВ выделены основные генетические типы органического вещества, тесно связанные со спецификой гидродинамики вод и осадконакопления в малых приливных эстуариях.

Первый тип ОВ – гидробионтно-терригенное – приурочено к осадкам устьевых участков рек и олигогалинной зоны эстуариев.

Второй тип ОВ – с преобладанием УВ нефтяного генезиса – наблюдается в песчанистых илах застойной части эстуария р. Мучке.

Таблица

Содержание, групповой и молекулярный состав н-алканов в донных осадках эстуариев рек Мучке и Токи

Показатель	Станции				
	М 1	М 2	М 3	Т 1	Т 2
$C_{орг}$, %	3,53	3,70	0,47	0,55	7,29
Содержание УВ, мг/г	0,55	1,47	0,12	0,07	0,23
OEP*	0,96	1,18	0,61	1,40	2,48
CPI(C_{25}-C_{35})	3,20	1,20	–	2,00	–
пристан/фитан (*i*-C_{19}/*i*-C_{20})	1,05	0,65	–	0,53	0,38
i-C_{19}/*n*-C_{17}	0,33	0,73	–	0,28	0,40
i-C_{20}/*n*-C_{18}	0,80	1,87	–	0,90	0,81
$\sum C_{11}$-$C_{22}/\sum C_{23}$-C_{35}	2,14	3,25	–	4,33	0,15
$\sum C_{15}$, C_{16}, C_{17}, %	34,03	28,39	49,91	46,41	1,99
$\sum C_{12}$-C_{16}, % (жидкие)	31,67	17,32	57,67	25,87	–
$\sum C_{15}$, C_{17}, C_{19}, % (микроводоросли)	17,07	24,39	38,11	34,80	5,80
$\sum C_{21}$, C_{23}, C_{25}, % (макрофиты)	3,40	3,00	–	8,26	13,46
$\sum C_{16,}$ C_{20}-C_{24}, % (бактериальные)	16,96	15,63	16,02	2,00	11,00
$\sum C_{27}$-C_{35}, % (наземная растительность)	18,00	6,48	–	8,07	49,92

Примечание: * – отношение нечетных и четных гомологов по всему диапазону *н*-алканов; прочерк – *н*-алкан не обнаружен

Использование в дополнение к традиционным аналитическому и гидробиологическому подходам, анализа молекулярного и группового состава углеводородов позволяет расширить представление о процессах формирования состава ОВ в донных отложениях прибрежных акваторий и дать объективную оценку наличия техногенного загрязнения районов с высоким уровнем продуцирования ОВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Биогеохимия пограничных зон Антлантического океана / Под. ред. Романкевича Е.А. М.: Наука, 1994.

Гаретова Л.А. Углеводороды в лагунном эстуарии Татарского пролива // Известия ТИНРО 2013. Т. 172. С. 196-207.

Гаретова Л.А., Левшина С.И., Фишер Н.К., Сиротский С.Е., Шестеркин В.П. Распределение органического вещества, фитопигментов и гетеротрофных бактерий вдоль градиента солености в эстуариях малых рек бассейна Татарского пролива // Известия ТИНРО 2016. Т. 184. С. 219 - 235.

Гаретова Л.А., Фишер Н.К. Состав и генезис органического вещества в донных отложениях зоны смешения вод (юго-западный район Татарского пролива) // Экологическая химия. 2017. Т. 26. № 3. С. 124-131.

Лисицын А.П. Маргинальные фильтры и биофильтры Мирового океана // Океанология на старте XXI века. М.: Наука, 2008. С. 159–224.

Патин С.А. Нефть и экология континентального шельфа: М.: ВНИРО. 2001. 247 с.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛЕННОСТИ И РАЗМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Peculiarities of the distribution of anthropogenic fire danger of the territory depending on the number and location of the population in the Far East of Russia

В.А. Глаголев, А.М. Зубарева

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

Glagolev V.A., Zubareva A.M.

Institute of Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS, Birobidzhan

glagolev-jar@yandex.ru; anna-doroshenko@yandex.ru

Лесной фонд Дальневосточного федерального округа (ДФО) отличается высокой пожарной опасностью и горимостью, что обусловлено климатическими, лесорастительными и геоморфологическими особенностями региона. Природная пожарная опасность лесов одна из самых высоких в России, поскольку более 80% территории лесного фонда относится к высшим классам (I-III) пожарной опасности. Фактическую горимость растительности в ДФО можно оценить по относительному числу пожаров, возникших на единице площади субъектов в среднем за сезон и по относительной площади пожаров, приходящейся на единицу площади территории в среднем за сезон по многолетним данным (Софронов, 2005). Анализ статистических данных Федеральной службы государственной статистики (http://www.gks.ru) показал, что на данной территории повышенная фактическая горимость по количеству пожаров и по их площади наблюдается в Амурской области, ЕАО, Приморском и Хабаровском краях.

Высокая горимость может быть обусловлена крайне низкой доступностью и степенью освоенности территории, а также тем, что подавляющая часть лесного фонда находится вне охраняемой зоны.

Около 90% возгораний происходят по причине воздействия антропогенного фактора. Оценка пожарной опасности региона является составной частью организации и реализации мероприятий по оперативному обнаружению и тушению очагов возгорания. Дополнительные показатели этой оценки конкретизируют как антропогенные источники возгораний, поскольку именно они в настоящее время являются основными причинами пожаров, вносят вклад в общую пожарную опасность, которая возрастает по мере освоения территорий (Коган, Зубарева, 2012).

Изучение влияния антропогенного фактора на количество и площади пожаров в Дальневосточном регионе проводилось с 1980-х годов (Телицын 1988, Шешуков, 1982). В этих работах выявлялась зависимость численности пожаров от плотности населения только в Хабаровском крае. Новые технологии позволяют в настоящее время провести исследование и с учётом современной пожароопасной обстановки изучить антропогенную пожароопасность в Хабаровском, Приморском краях, Амурской и Еврейской автономной областях.

В данном исследовании нами была проанализирована удалённость пожаров от населённых пунктов и дорог, изучено количество возгораний по дням недели в каждом из вышеперечисленных регионов, что позволило выявить региональную особенность антропогенной пожароопасности в субъектах федерации ДФО.

Динамика появления пожаров растительности на исследуемой территории в течение недели (рис.1) не позволяет выделить существенных перепадов в численности пожаров. Количество возгораний равномерно распределены в течение всей недели, однако в Приморском крае наблюдается резкое увеличение числа пожаров в воскресенье и понедельник на 20-30%. Вероятно, такая динамика пожаров обусловлена особенностью малоосвоенных и сельскохозяйственных территорий, потому, что в других регионах отмечается иное распределение численности возгораний. Так, в более освоенных регионах пожары, приходящиеся на выходные дни, составляют 27% для КАТЭКа (Курбатский, Цветкова, 1986), более 50% - для юга России, в Ялтинском заповеднике (Колежук, Савченко, 1976).

Максимальная удалённость пожаров от населённых пунктов наблюдается в радиусе от 3 до 12 км (рис.2), но дальнейшее распределение имеет региональные особенности. В Амурской области не наблюдается резкого падения численности возгораний после удалённости более 12 км.

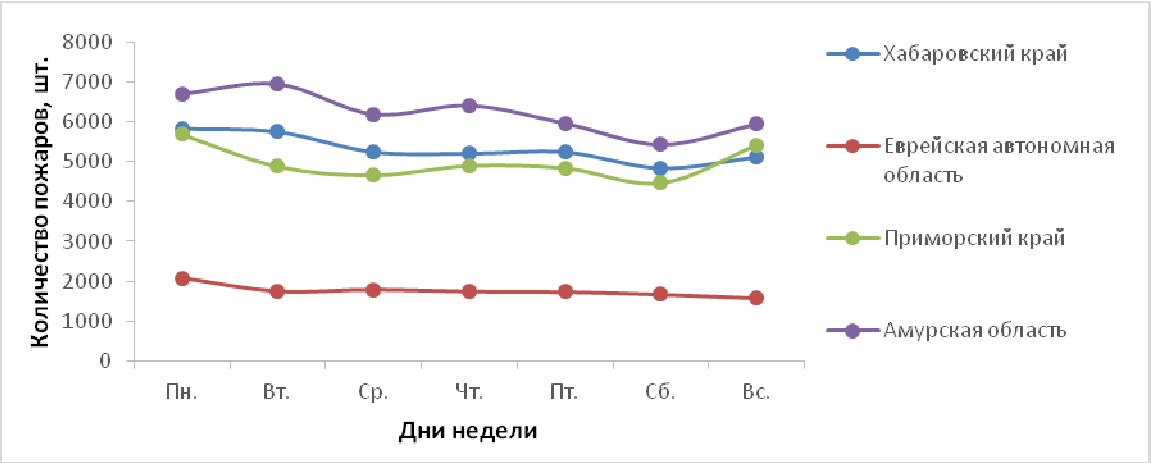


Рисунок 1. Динамика пожаров в течение недели в Хабаровском, Приморском краях, Еврейской автономной и Амурской областях

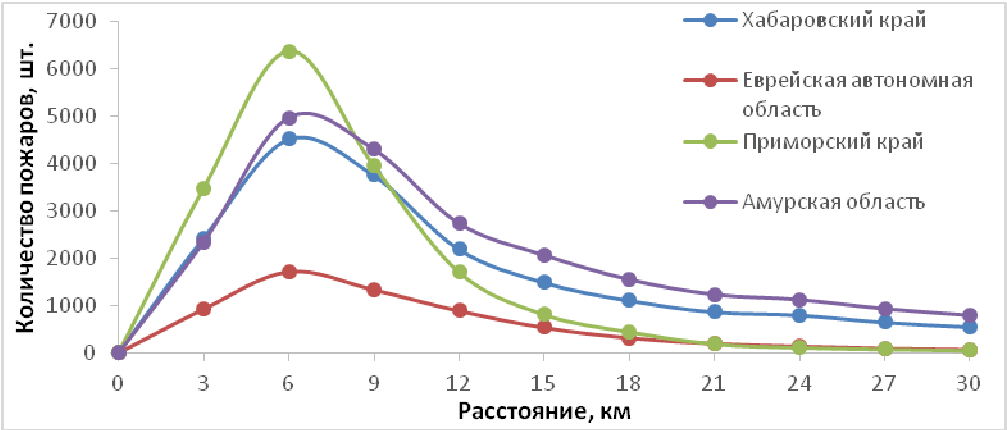


Рисунок 2. Удалённость пожаров от населённых пунктов в Хабаровском, Приморском краях, Еврейской автономной и Амурской областях

При изучении влияния дорожной сети на количество и пространственное распространение возгораний отмечается, что максимальное скопление пожаров наблюдается при удалённости около 5 км от дороги и наибольшее количество возгораний происходит вдоль дорог в Амурской области и Приморском крае.

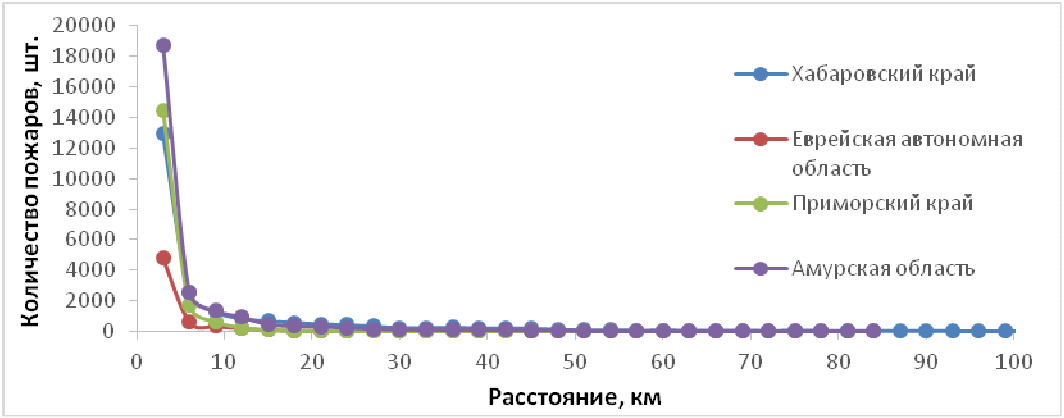


Рисунок 3. Удалённость пожаров от дорог в Хабаровском, Приморском краях, Еврейской автономной и Амурской областях

Таким образом, при изучении антропогенной пожарной опасности в субъектах с наибольшей численностью пожаров можно заключить, что внутри ДФО имеются региональные особенности влияния антропогенного фактора на пожароопасность. В Амурской области и Приморском крае

отмечается наибольшая приуроченность возгораний к дорогам и населенным пунктам, что следует учитывать при планировании стратегии управления пожарами и оптимизации организации противопожарной службы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Коган Р.М., Зубарева А.М. Комплексная оценка предрасположенности территории к возникновению пожаров растительности // Технологии техносферной безопасности. 2012. Вып.3(43). С. 1-8.

Колежук, В.К., Савченко А.Г. О нарушении правил пожарной безопасности в лесах // Лесное хозяйство. 1976. № 7. С. 58-59.

Курбатский Н.П., Цветкова П.А. Охрана лесов от пожаров в районах интенсивного освоения (на примере КАТЭКа). Красноярск: ИЛиД, 1986. 149с.

Мелехов И.С. О теоретических основах лесной пирологии. М.: АЛТИ, 1944. 19 с.

Софронов М.А., Волокитина А.В., Софронова Т.М. Пожароуправление. Часть I. Горение и пожарная опасность в лесах: Учебное пособие для студентов специальности 260400 все форм обучения. Красноярск: СибГТУ, 2005. 144 с.

Телицын Г.П. Лесные пожары, их предупреждение и тушение в Хабаровском крае. Хабаровск, 1988. 95 с.

Шешуков М.А. Лесопожарное районирование Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1982. 31 с.

ОЛЬХА ЯПОНСКАЯ (*ALNUS JAPONICA*) В ПРИМОРСКОМ КРАЕ: ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

Japanese alder (*Alnus japonica*) in Primorskiy Krai: suggestions for its use

Г.А. Гладкова, Л.А. Сибирина

ФГБУН «Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии», г. Владивосток; gladkova@ ibss.dvo.ru

Ольха японская (*Alnus japonica* Siebold et Zucc.) – древний реликт третичных тургайских гидрофитных и гидромезофитных формаций (Сочава, 1945; Васильев, 1958) – внесена в Красный Список МСОП (Show et al., 2014). В Приморском крае, Сахалине и Курильских островах (о-в Кунашир) вид находится на северной границе своего ареала. Помимо России ольха японская встречается в Японии, Корее, Китае и Тайване. В таких тропических странах как Индонезия, Филиппины и Малайзия ольха японская введена в культуру и служит там как притеняющая порода на плантациях *Coffea* и *Pinus kesiya* и выращивания грибов шиитаке (*Lentinula edodes*) (Orwa et al, 2009).

Ольха японская – быстрорастущая светолюбивая древесная порода, хорошо возобновляемая как семенным, так и вегетативным путем, дерево-пионер, которое способно селиться на нарушенных малоплодородных территориях (прогоревшие участки, вырубки, горные отвалы, вулканические и речные отложения) из-за своей способности получать азот из воздуха с помощью актиномицетов рода *Frankia*. Она требовательна к влажности воздуха, чаще всего занимает переувлажненные участки с высоким стоянием грунтовых вод, не нуждается в плодородной почве, но ее наиболее продуктивные насаждения формируются на проницаемых почвах с высоким содержанием ила и органического вещества.

Помимо почвоулучшающей, противоэрозионной и лесомелиоративной способности ольха японская в Юго-Восточной Азии используется для заготовки древесины, дров, древесного угля, в качестве технического (получение красителей) и медицинского сырья. Её кора служит для получения веществ, имеющих гепатопротекторный, антиоксидантный (Kim et al, 2004), антитрипаносомальный, антидиарейный (Tung et al., 2010, 2014), противораковый эффект (You et al., 2015; и др.).

В лесах умеренной зоны Японии чистые ольшаники занимают низкие заболоченные торфянистые участки, где A. japonica является видом доминантом. Ольха имеет наибольшую толерантность к сырым условиям: она приспособилась к затоплению путем образования адвентивных корней, стволовых побегов и аэренхимы (Ecology..., 2008).

В Приморье ольха японская произрастает преимущественно по морским побережьям и низовьям рек от Хасана до Ольги, встречается на Артемовской депрессии и вдоль р. Раздольная, заходит в Приханкайскую низменность (Куренцова, 1973). На острове Русский образует мезофильные, влажные и заболоченные ольховники (Недолужко, Денисов, 2001). В Приморском крае она в основном входит в состав редколесий, чистые древостои небольшие по площади и встречаются нечасто. П.В. Крестов и В.П. Верхолат (2003) отнесли монодоминантные древостои ольхи японской к регионально редким сообществам. Она охраняется в Лазовском заповеднике и заповеднике «Кедровая падь».

Информация о древостоях Alnus japonica в Приморском крае и их флористическом составе немногочисленна (Колесников, 1956; Недолужко, Денисов, 2001; Крестов, Верхолат, 2003; Chubar, 2008; Прокопенко, 2014). Практически отсутствуют в литературе таксационные сведения о типах леса, образованных A. japonica.

Цель нашей работы – охарактеризовать леса с участием ольхи японской на юге Приморского края. Внести предложения по использованию A. japonica.

Объекты и методы. Исследования проводили на полуострове Трудный (Партизанский район Приморского края, табл. 1). Рельеф территории низкогорный (пологие склоны, верховья узких долин и невысокие увалы), в долинах рек и малых водотоков – равнинный. По геоботаническому районированию Дальнего Востока Б.П. Колесникова (1955) леса побережья южного Приморья относятся к горно-приморскому Сучанско-Владивостокскому округу дубовых, широколиственных, кедрово-широколиственных с грабом и чернопихтово-широколиственных лесов; вдоль побережья залива Петра Великого по долинам рек и на приморской равнине часты сырые вейниковые и осоково-вейниковые луга в комплексе с рощами ольхи японской. Еще Б.П. Колесников отмечал, что растительность округа сильно изменена деятельностью человека. На обследуемом участке растительность испытывала интенсивное антропогенное воздействие – низовые пожары, рубки, часть территории распахивалась и использовалась под пашни, сенокосы и дачи.

Вследствие того, что ольховые фитоценозы имеют незначительные размеры, их описания проводились в основном в естественных границах; также закладывались и пробные площадки. Для древостоев определялся видовой состав, средняя высота, средний диаметр и класс бонитета. Описывались основные ассоциации ольховых лесов.

Почва – бурозем оглеенный, подстилка до 3 см, сверху листья ольхи, вайи папоротников, угли. Увлажнение — оптимальное. На неоднократное антропогенное воздействие указывают угли в подстилке и нагары на стволах деревьев.

Таблица 1

Характеристика пробных площадок

Наименование	Пробные площадки		
	1-2015	2-2015	3-2015
Координаты	42,883123° с.ш. 132,81664° в.д.	42,862761° с.ш. 132,785410° в.д.	42,88768° с.ш. 132,79790° в.д.
Рельеф, высота над уровнем моря	Долина ручья, 34 м	Долина ручья, 46 м	Долина ручья, 24 м
Тип леса	Ясенево-орехово-ольховый папоротниково-разнотравный лес	Ольховый папоротниково-разнотравный лес	Ольховый папоротниково-разнотравно-рябинниковый лес
Главные породы	Оляп, Ор, Ям, Ид	Оляп	Оляп
Сопутствующие породы	Клм, Ол, Тр	Ям	Нет
Происхождение древостоя	Порослевое, 10 % Семенное, 90	Семенное, 100 %	Семенное, 100 %
Возраст ольхи, лет	70–80	70–75	75–85
Бонитет древостоя	IV	IV	IV
Подлесок	Редкий: рябинник рябинолистный, чубушник тонколистный, калина Саржента	Не развит	Средней густоты: рябинник рябинолистный, шиповник Максимовича
Травяной покров	Проективное покрытие до 80 %	Проективное покрытие до 60 %	Проективное покрытие 80–85 %

Примечание. Ид – ильм японский (долинный), Клм – клен моно, Ол – ольха волосистая, Оляп – ольха японская, Ор – орех маньчжурский, Ясм – ясень маньчжурский.

Результаты и обсуждение. Леса и редколесья из ольхи японской на обследуемой территории занимают около 250 га и приурочены к долинам ручьев, рек и малых водотоков и прилегающим к ним пологим склонам. Ольха выступает в этих условиях как основной лесообразователь. Фрагменты редколесий ольхи японской монодоминантны, иногда присутствуют отдельные деревья березы плосколистной.

Варианты состава лесных ассоциаций: ольховый из ольхи японской 10 Оля (пр. пл. 3-2015); ольховый из ольхи японской и ясеня маньчжурского 10Оля ед. Ясм (пр. пл. 2-2015); ольховый из ольхи японской с дубом монгольским и ильмом японским 10Оля +Д + Ид; ольховый из ольхи японской, ясеня маньчжурского и ореха 5ОляпЗОр2Ясм ед. Ол, Тр, Клм (пр. пл. 1-2015); белоберезово-ильмово-ольховый с бархатом 8Оля 1Ид 1Бб +Бх; ясенево-ильмово-ольховый с бархатом, черемухой и трескуном – 8Оля 1Ид 1Ясм +Ол ед. Тр, Ча, Клп (Д – дуб монгольский, Бх – бархат амурский, Ча – черемуха обыкновенная, Бб – береза плосколистная, Клп – клен приречный (гиннала), Тр – трескун амурский).

В кустарниковом ярусе встречаются Sorbaria sorbifolia, *Philadelphus tenuifolius, Rosa maximowicziana*. Травяной покров хорошо развит, представлен видами гигромезофитного крупнотравья: Heracleum dissectum, Prenanthus tatarinowii, Filipendula palmata, Angelica decursiva, A. dahurica; гигрофитных и гигромезофитных осок: Carex dispalata, C. lancibracteata и мелкотравья: Galium davuricum, Arisaema amurense, Trigonotis radicans. Моховой ярус отсутствует.

Возраст крупных деревьев около 70–80 лет (табл. 1). В древостое преобладают деревья ольхи японской, диаметр которых составляет в среднем 20–26–32 см (табл. 2), реже отмечаются более

крупные экземпляры (максимальный диаметр – 48,1 см). Высота древостоя 13–14 м (реже 15 м). Древостой низкопроизводительный – класс бонитета IV. Полнота насаждения 0,4–0,5 (реже 0,6), встречаются участки полнотой 0,3 и редины (полнота 0,2–0,1). Класс товарности 3, выход деловых стволов не превышает 5–10 %.

Таблица 2

Таксационная характеристика лесов из ольхи японской, данные на 1 га

Состав древостоя	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Сумма площадей сечения, $м^2$	Запас, $м^3$
Пр. пл. 1-2015				
5ОляпЗОр2Ясм ед. Ол, Тр, Клм	13,3	26,0	36,70	342,2
Пр. пл. 2-2015				
10Оля ед. Ясм	15,2	32,0	25,76	222,8
Пр. пл. 3-2015				
10Оляп	13,9	19,8	32,68	243,0

На обследованной территории стволы деревьев часто поврежденные (морозобоины, дупла, огневые повреждения, иногда очень сильные в нижней прикорневой части. Доля фаутных и поврежденных деревьев в этих лесах составляет 60–80 %. Благонадёжного семенного подроста ольхи мало или он отсутствует вовсе.

Пожары препятствуют возобновлению ольхи японской из-за уничтожения семенного подроста. Естественная смертность сеянцев очень высока из-за недостатка света, низких температур, иссушения, аллелопатии (Murakami. 1977, цит. по: Ecology of Riparian Forests, 2008). Из-за недостатка света всходы гибнут под высокотравьем или осоками. Скорость роста ольхи японской ниже других широколиственных видов (Kubota, 1979, цит. по: Ecology of Riparian Forests), что обусловлено низкой способностью к конкуренции. Поэтому всходы ольхи японской часто встречаются на пашне, сырым лугам, заброшенным дачным участкам или на нарушенных территориях, где отсутствуют конкурентные виды.

Предложения по использованию. Ольха японская высокодекоративна, не повреждается насекомыми, имеет уникальные противоэрозионные, почвозащитные и почвоулучшающие свойства (обогащение почвы азотом, способность расти на почвах с избыточным увлажнением), использование в качестве лекарственного сырья и др. Ольха японская была рекомендована для озеленения приморских парков и садиков еще в 30-е годы прошлого столетия (Строгий, 1934). В настоящее время леса из ольхи японской нуждаются в охране и восстановлении. На территориях, прилегающих к заливу Петра Великого, имеется значительный потенциал для искусственного разведения ольхи японской.

Для искусственного восстановления ольховых лесов собирают ольховые сережки, которые дозаривают на солнце. В 1 кг содержится около 125 000 семян. Семена сохраняют всхожесть 3–6 месяцев. Прогрев семян до 90° С увеличивают всхожесть семян. Хранить воздушно-сухие семена рекомендуется при –20° С в герметичных условиях (Orwa et al, 2009).

Прорастание семян ольхи японской начинается спустя 1–2 недели после посадки. Спустя 4–5 недель сеянцы пересаживают в контейнеры. Через 4–5 месяцев достигают 25–35 см. Молодые сеянцы подвержены опасности вследствие повреждения муравьями и морозами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Васильев В.Н. Происхождение флоры и растительности Дальнего Востока и Восточной Сибири // Материалы по истории флоры и растительности СССР. Вып. 3. М.-Л., 1958. С. 361–457.

Колесников Б.П. Очерк растительности Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровск. кн. изд-во, 1955.104 с.

Колесников Б.П. Конспект лесных формаций Приморья и Приамурья // Академику В.Н Сукачеву к 75-летию со дня рождения. М.; Л., 1956. С. 286–305.

Крестов П.В., Верхолат В.П. Редкие растительные сообщества Приморья и Приамурья. Владивосток: ДВО РАН, 2003. 200 с.

Куренцова, Г.Э. Растительность Приморского края. АН СССР СО, Биолого-почвенный институт. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1968. 192 с.

Куренцова Г.Э. Естественные и антропогенные смены растительности Приморья и южного Приамурья. Новосибирск, Наука, СО, 1973. 230 с.

Недолужко В. А., Денисов Н. И. Флора сосудистых растений острова Русский (залив Петра Великого в Японском море). Владивосток: Дальнаука, 2001. 98 с. (Тр. Ботан. садов ДВО РАН / гл. ред. В. А. Недолужко, Т. 4).

Прокопенко С.В. Некоторые особенности ценофлоры ольшаников в южном Приморье и проблема выделения альнетального ценогенетического флористического комплекса // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Сборник научных статей по материалам XIII международной научно-практической конференции (20-23 октября 2014 г., Барнаул). С. 170–172

Сочава В.Б. Экологические типы реликтов маньчжурской флоры в связи с некоторыми палеогеографическими реконструкциями // Доклады АН СССР, 1945. Т. XLVIII, № 9. С. 702–705.

Строгий А.А. Деревья и кустарники Дальнего Востока, их лесоводственные свойства, использование и техническое применение. – М.; Хабаровск: Дальневост. краевое изд-во, 1934. 235 с.

Chubar E.A. Natural characteristics of the lower Reaches of the Razdolnaya river valley.

Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky bay and the estuarine zone of the Razdolnaya river (sea of Japan). 2008. Vol. 1/ P. 33–43.

Ecology of Riparian Forests in Japan: Disturbance, Life History, and Regeneration. Tokyo, New-York: Springer. 2008. 339 p.

Kim S.T, Kim J.D, Ahn S.H, Ahn G.S, Lee Y.I, Jeong Y.S. Hepatoprotective and antioxidant effects of Alnus japonica extracts on acetaminophen-induced hepatotocity in rats. Phytother. Res. 2004. 18 (12). 971-5.

Orwa C., Mutua A., Kindt R., Jamnadass R., Anthony S. Agroforestree Database: a tree reference and selection guide version 4.0. World Agroforestry Centre, Kenya 2009. // http://www.worldagroforestry.org/output/agroforestree-database

Seo K.W., Heo S.J., Son Y. et al. Soil moisture condition and soil nitrogen dynamics in a pure Alnus japonica forest in Korea // Landscape Ecol Eng. 2011. 7. P. 93–99.

Shaw K., Roy S., Wilson B. Alnus japonica. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e. T194581A2350700. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK. 2014-3.RLTS.T 194581A2350700.en

Tung N.H., Kwon H-J., Kim H-J. et al**.** An anti-influenza component of the bark of *Alnus japonica* // J. Archives of Pharmacal Res. 2010. Vol. 33, Issue 3. P. 363–367.

Tung NH, Suzuki M, Uto T, Morinaga O, Kwofie KD, et al. Anti-Trypanosomal Activity of Diarylheptanoids Isolated from the Bark of Alnus japonica // Am. J. Chin. Med. 2014. 42. P. 1–16.

You B.I., Kim Y.S., Hwang J.W., Jeon N.J., Dong X., Park P.J. Anticancer effect of Alnus japonica extracts through the caspase-dependent pathway // Planta Med. 2015. 81.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БУХТЫ НАХОДКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА

Microbiological diversity of surface waters of the Nakhodka bay under the influence of anthropogenic press

Ю.С. Голозубова, Л.С. Бузолева, Е.А. Богатыренко

Дальневосточный Федеральный Университет, г. Владивосток

Загрязнение поверхностных вод в результате антропогенного пресса приводит к изменениям природных процессов и вызывает отрицательные биологические последствия для водных организмов, в частности для гидробионтов (Лаженцева, 2013). Это оказывает влияние на здоровье человека, употребляющего гидробионты в пищу. Изучение микроорганизмов, находящихся в морской воде особенно актуально, т.к. морская среда является местом обитания гидробионтов. В связи с этим целью работы является исследовать микробиологическое разнообразие поверхностных вод бухты Находка.

На берегу бухты Находка располагаются Находкинский морской торговый порт, Находкинский морской рыбный порт, НСРЗ и ПСРЗ – крупнейшие предприятия города Находки. Таким образом, бухта находится в условиях антропогенного пресса. В связи с этим целью работы является исследовать микробиологическое разнообразие поверхностных вод бухты Находка.

В настоящее время микробиологическое разнообразие морей мало изучено т.к. в природных экосистемах не более 0.1-1% составляют микроорганизмы, культивируемые в лабораторных условиях (Равин, 2005). В связи с тем, что некультивируемые микроорганизмы представляют большую часть биоразнообразия (до 99%) особенно важно проводить их изучение.

Пробы поверхностных вод были отобраны в августе 2015г. ДНК из образцов выделяли с помощью набора Амплипрайм ДНК-сорб В по протоколу фирмы производителя с модификацией - обработкой бактериального осадка перед выделением раствором лизоцима. Фрагменты гена 16 s рРНК. ДНК секвенировали в ABI 3130XL Analyzer в ЦКП «Геномика» (Новосибирск). Полученные данные анализировали с помощью пакета программного обеспечения Mothur, базы данных Silva. Биологическое разнообразие сообщества оценивали с помощью ОТЕ (количество операционных единиц).

Культивируемые формы бактерий изучали с помощью традиционных микробиологических методов. Пробы воды фильтровали через мембранный фильтр Millipore диаметром 0,2 мкм, и переносили фильтр на среду СММ (питательная среда для морских микроорганизмов) (Youchimizu, 1976), культивировали при 20 в течение суток для получения изолированных колоний. Идентификацию проводили классическими традиционными микробиологическими методами (Винникова и др., 2011; Хоулт и др., 1997).

В исследуемой акватории всего было выделено 13889 ОТЕ, относящихся к 12 филумам домена Bacteria. Представители идентифицируемых филумов Proteobacteria (59% от общего количества последовательностей во всех образцах), Bacteroidetes (31%), Acitobacteria (1%), Verrumicrobia (1%) вносят основной вклад в состав бактериальных сообществ по количеству последовательностей (рис.1.). Неклассифицированные Bacteria составляли 7% от общего количества последовательностей. Из культивируемых микроорганизмов, относящихся к протеобактериям, были найдены Escherichia, Klebsiella, Pantoea, Pseudomonas, Serratia, Vibrio, Citrobacter, Alteromonas, Aeromonas, Acinetobacter.

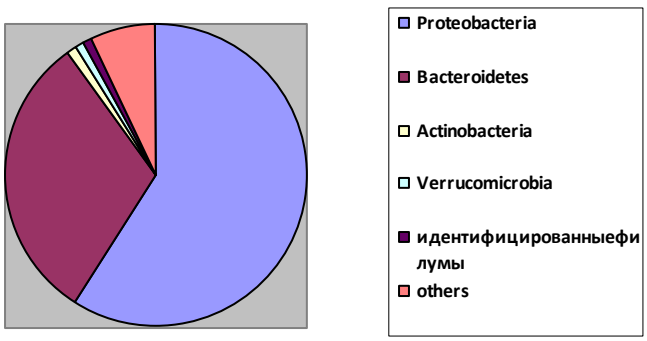


Рис.1. Биологическое разнообразие филумов, выделенных в бухте Находка

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Соглашение № 14-50-00034)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бузолева Л.С., Калитина Е.Г., Безвербная И.П., Кривошеева А.М. Микробные сообщества поверхностных прибрежных вод бухты Золотой рог в условиях высокого антропогенного загрязнения / // Океанология. 2008. №6(48). С.819-825.

Винникова О.И., Самойлов А.М., Попова Ю.В. Выделение и идентификация бактерий: методические рекомендации для студентов биологического факультета специализации «Микробиология и вирусология». Харьков: ХНУ имени В. Н. Каразина, 2011. 60 с.

Хоулт Дж., Криг Н., Смит П. Определитель бактерий Берджи. в 2х томах: т.1, т.2. М.: изд-во Мир, 1997. 800 с.

Парфенова В.В., Гладких А.С., Белых О.И. Сравнительный анализ биоразнообразия бактериальных сообществ планктона и биопленки в озере Байкал // Микробиология. 2013. Т. 82. № 1. 94 с.

Равин, Н.В., Марданов А.В., Скрябин К.Г. Метагеномика как инструмент изучения «некультивируемых» микроорганизмов // Генетика. 2015. Т. 51. № 5.

Amann R.I., Ludwig W., Schleifer K.H. Phylogenetic identification and in situ detection of individual micro bial cells without cultivation // Microb. Rev. 1995. V. 59. P. 143–169.

Youchimizu M. Kimura T. Study of intestinal microflora of Salmonids // Fish. Pathol. 1976. №2 (10). P. 243.

ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОБИОМОРФНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В ПРОШЛОМ

Information capacity of the microbiomorphical analyses for the anthropogenic impact determination in the past

А.А. Гольева

Институт географии РАН, г. Москва; golyevaaa@yandex.ru

Микробиоморфный анализ – это комплексный анализ нескольких частных видов исследования остатков биогенной природы – фитолитов, спикул губок, панцирей диатомовых водорослей, пыльцы и спор, детрита растений и т.д. Основными критериями являются – специфическая морфология частиц, их биогенная природа, возможность исследования при помощи оптического микроскопа с рабочим увеличением х400-500 раз (Гольева, 2006).

Каждая из этих частиц формируется и функционирует в определенных ландшафтных условиях, что позволяет, при комплексном подходе, получать новую, достоверную информацию об условиях функционирования и эволюции ландшафтов в прошлом. Краткая характеристика компонентов микробиоморфного анализа.

Фитолиты – кремниевые копии клеток растений. Поскольку клетки многих растений имеют специфическую форму, то их кремниевые копии можно использовать для реконструкции растительных сообществ. Важно, что фитолиты химически инертны, высокоустойчивы и могут сохраняться в почвах, культурных слоях или иных грунтах неопределенно долгое время. Наиболее информативны эти частицы в почвах (Гольева, Александровский, 1999), но сейчас появляются интересные сообщения, показывающие более широкие возможности метода (Рождествина и др., 2012).

Спикулы губок – водные организмы, формирующие внешний скелет из аморфного кремнезема. В небольших количествах они могут присутствовать во влажных подстилках почв, но больше всего их в аллювиальных отложениях.

Диатомовые водоросли так же водные организмы, имеющие характерный панцирь из кремнезема. Они чаще встречаются в озерных или слабопроточных водах, но некоторые виды могут жить во влажных подстилках почв.

Пыльца и споры имеют специфические формы, очень мобильны, характеризуют региональный состав флоры, наибольшая их сохранность и информативность характерна для торфов.

Растительный детрит – целлюлозные фрагменты растительных тканей. Их очень много в культурных слоях древних поселений.

Таким образом, при любых типах ландшафтов формируется оригинальный комплекс микробиоморф, который устойчив во времени, что позволяет использовать метод для палеоландшафиных реконструкций.

Антропогенное воздействие на ландшафт сопровождается коренными преобразованиями многих его компонентов – растений, почв, водного режима и пр. Естественно, что эти изменения фиксируются созданием новых микробиоморфных комплексов, отличающихся от природных аналогов (Гольева, 2008). Например, культурные слои поселений характеризуются обилием древесного детрита, если поселение создавалось в лесной зоне. При работе с почвами под насыпями курганов или валами городищ становится возможным определять степень нарушенности-ненарушенности почвы на момент ее погребения, характер растительного покрова на поверхности почвы.

Фитолиты культурных злаков, обладая специфической для диагностики дендритной формой, могут сохраняться даже в верхних горизонтах почв сотни лет после забрасывания пашни. Было проведено исследование верхних горизонтов почвы, расположенной рядом с курганом, созданным 800 лет назад. Почва под курганом имела хорошо сохранившийся пахотный горизонт. В современной почве морфологических признаков распашки не было. Но в этой почве не только были обнаружены фитолиты культурных злаков в толще предполагаемого пахотного горизонта, но и сохранился характерный максимум накопления фитолитов в нижней части пахоты – плужная подошва (Свирида, Гольева, 2016).

В погребенных горизонтах сохранность этих микробиоморф возрастает многократно. При работе с почвами, погребенными под валами городищ или курганами, становится возможным реконструировать состояние ландшафта непосредственно на момент создания насыпи. Зачастую оказывается, что насыпи возводились на нарушенные человеком земли за счет выпаса, выпаханности или каких-либо ритуальных особенностей. Например, работы с почвами, погребенными под разновозрастными курганами степной зоны, показали, что на начальных этапах освоения территории

представителями любой культуры, курганы возводились на ненарушенные земли. По мере обживания участка фиксируется и нарастание нарушенности растительного и почвенного покровов, а непосредственно перед уходом людей в эти земли курганы насыпались на полностью деградированную почву без растительного покрова на ней (Гольева, 2008).

На сегодняшний день микробиоморфный анализ успешно используется практически во всех регионах страны, включая Дальний Восток (Гольева и др., 2014; Матюшкина и др., 2017; Сергушова и др., 2016), что показывает универсальность метода, его высокие информационные возможности.

Теоретические основы разработаны в рамках программы ГЗ: ГП -148-2016-0003,
аналитические работы выполнены при финансовой поддержке гранта РНФ 14-27-00133.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гольева А.А. Микробиоморфные комплексы почвенно-ландшафтных систем: генезис, география, информационная роль. Автореферат на соискание ученой степени доктора географических наук / Институт географии Российской академии наук. Москва, 2006. 52с.

Гольева А.А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов: генезис, география, информационная роль. УРСС. М., 2008. 240с.

Гольева А.А., Александровский А.Л. Использование фитолитного анализа при решении генетико-эволюционных вопросов почвоведения // Почвоведение. 1999. № 8. С. 980-987.

Гольева А.А., Матюшкина Л.А., Харитонова Г.В., Комарова В.С. Фитолиты в луговых почвах Среднеамурской низменности // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. № 5. С. 101-109.

Матюшкина Л.А., Гольева А.А., Стенина А.С., Харитонова Г.В. Формы биогенного кремнезема в луговых почвах Среднеамурской низменности // Региональные проблемы. 2017. Т. 20. № 1. С. 34-38.

Рождествина В.И., Леусова И.Ю., Киселева А.А. Фитолиты в бурых углях Зейско-Буреинского бассейна //Материалы международной научной конференции “Годичное собрание Российского минералогического общества и Федоровская сессия 2012. 2012. С. 303.

Свирида Н.М., Гольева А.А. Диагностика средневековой распашки при помощи фитолитного анализа на примере археологических памятников Кукарки и Княжич Московской области // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2016. Т. 7. № 1 (13). С. 116-131.

Сергушева Е.А., Рябогина Н.Е., Лящевская М.С., Гольева А.А. Аргументация земледелия на археологических памятниках Приамурья и Приморья: результаты применения палеоботанических методик // Вестник Томского гос. ун-та. 2016. № 402. С. 99-108.

КАЧЕСТВО ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ АМУР

Quality of Transboundary Waters in the Amur River Basin

Л.В. Горбатенко

Тихоокеанский институтп географии ДВО РАН, г. Владивосток; glv@tig.dvo.ru

Качество трансграничных вод в бассейне реки Амур, в частности, в главном русле, определяется человеческой деятельностью на национальных частях бассейна реки. Существуют огромные различия в освоенности и экономическом развитии китайской и российской частей бассейна и, соответственно, в масштабах использования водных ресурсов. Например, объемы водопотребления, сброс отдельных загрязняющих веществ в составе сточных вод различаются в десятки раз (Горбатенко, 2016). Поэтому качество вод в главном русле реки, особенно ниже впадения крупного притока - р. Сунгари, в значительной степени зависит от контроля загрязнений вод на китайской части бассейна Амура.

Анализ динамики качества вод в главном русле р. Амур от с. Черняево до Николаевска-на-Амуре, показывает, что за период 2005-15 гг. качество вод по УКИЗВ в этих створах улучшилось, а наиболее последовательно снижался индекс загрязнения вод в двух трансграничных створах – у с. Черняево и г. Благовещенск, а также у г. Хабаровск – с 4,43-4,78 в 2007 г. до 2,57-3,48 в 2015 г. (рис. 1).

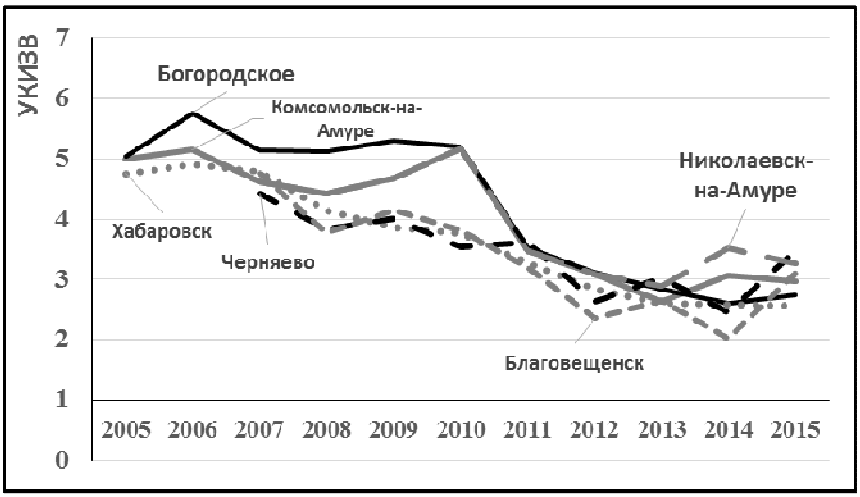


Рис. 1. Динамика качества вод в главном русле р. Амур по УКИЗВ
Составлено по: (Информационный бюллетень…, 2010-2015)

Улучшение качества воды в главном русле Амура у г. Хабаровск, по-видимому, не связано со снижением суммарных сбросов загрязняющих веществ на российской части бассейна, т.к. за период 2007-15 гг. оно было незначительным (рис. 2).

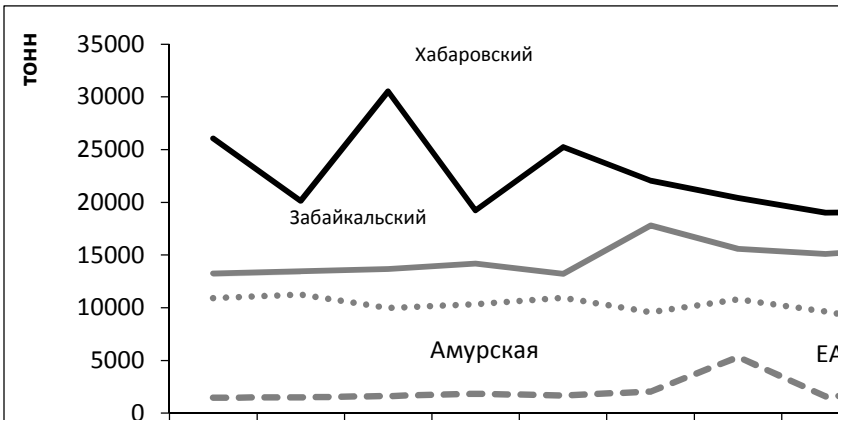


Рис. 2. Динамика сброс ЗВ по субъектам РФ в бассейне р. Амур, т

Закономерным поэтому является предположение, что в условиях огромных различий воздействий на водотоки бассейна Амура, в т.ч. трансграничные, с китайской и российской стороны, это улучшение связано с более эффективным, чем ранее, контролем загрязнений со стороны Китая.

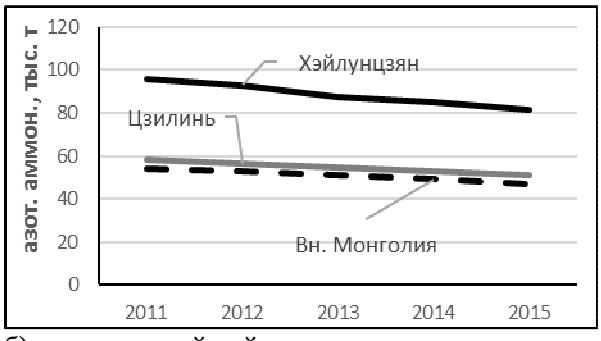
КНР известна как одна из стран с низкой водной безопасностью. В стране постоянно растет спрос на воду для городского водоснабжения, сельского хозяйства, энергетики и других отраслей промышленности; нехватка воды усиливается из-за ее загрязнения, деградации экосистем и последствий изменения климата. Главной причиной этой ситуации является стремление к экономическому росту, который в КНР состоялся в т.ч. и за счет окружающей среды. Низкие затраты, в т.ч. низкие цены на водопользование, давали преимущества компаниям, которые действовали по принципу: «сначала загрязнять, а затем очищать». Однако, из-за ограниченных экологических возможностей противоречия между экономическим развитием и охраной окружающей среды в КНР неуклонно усиливались, и к 2000-м гг. водная среда в Китае достигла состояния беспрецедентного загрязнения. Более 60% водотоков в бассейнах крупных рек, в т.ч. Сунгари имели категорию загрязнения IV или хуже (Water security…, 2016).

В целях снижения загрязнения вод КНР совершенствует политику по охране окружающей среды. Еще в период 10-й пятилетки (2001-2005 гг.) были введены крупные поправки в систему стандартов сброса сточных вод. В течение 11-ой пятилетки (2006-2010 гг.) были введены поправки к 100 национальным законам и более 1000 стандартам, касающимся охраны окружающей среды. К 2010 году в стране насчитывалось 36 национальных норм сброса загрязнителей воды, также были улучшены субнациональные стандарты.

В течение 12-й пятилетки (2011-15 гг.) КНР предприняла ряд последовательных мер в области безопасности водных ресурсов: в 2011 г. опубликован документ ЦК КПК, который поставил водную безопасность на первое место в политической повестке дня; в 2012 г. введен термин «экологическая цивилизация» и разработана политика «Трех красных линий» с ее целевыми показателями в области качества вод; в 2014 г. ужесточен Закон охране окружающей среды; в 2015 г. для достижения целевых ориентиров «Красных линий» принят «План действий по предупреждению и контролю загрязнения вод»; в 2016 г. введены поправки в Закон о воде. Принятые поправки к законодательству содержат жесткие требования к загрязнителям водной среды, а меры за их несоблюдение включают закрытие предприятий.

В результате предпринимаемых мер в КНР постепенно снижается сброс загрязняющих веществ (ЗВ) в составе сточных вод. В частности, в трех административных субъектах, на территории которых расположена китайская часть бассейна Амура, с 2011 по 2015 гг. объемы ЗВ по ХПК снизились с 4664 до 4120 тыс. т, азота аммонийного – с 208 до 180 тыс. т (рис. 3).

а) ХПК, тыс. т



б) азот аммонийный, тыс. т

Рис. 3. Сброс отдельных ЗВ на китайской части бассейна р. Амур

Постепенно улучшается и качество вод в водотоках бассейна р. Сунгари, основного китайского притока Амура – воды все большей части водотоков бассейна соответствуют питьевому качеству (класс III) (табл. 1).

Именно с этим улучшением, предположительно, и связано снижение УКИЗВ в створе у г. Хабаровск (рис. 4). Соотношение между долей водотоков в бассейне р. Сунгари III (питьевого) класса качества вод и значениями УКИЗВ в створе р. Амур – г. Хабаровск характеризуется высоким коэффициентом корреляции, равным -0,96. Несмотря на незначительный размер выборки, оценки

параметров уравнения линейной регрессии являются статистически значимыми, а их стандартные ошибки незначительны.

Таблица 1

Качество воды в бассейне р. Сунгари (% участков водотоков, соответствующих классам качества)

год	Классы качества вод					
	I	II	III	IV	V	Хуже V
2005		5	19	45	12	19
2006		3	21	48	7	21
2007	2,4	7,1	14,3	52,4	4,8	19
2008			33,3	45,2	7,2	14,3
2009			40,5	47,6	2,4	9,5
2010	0,5	8,4	41,9	21,2	8,8	19,2
2011		19,2	46,8	30,2		
2012		26,9	65,3	3,9	3,9	
2013		20,6	52,9	26,5		
2014		6,9	55,2	28,7	4,6	4,6
2015		8,8	64,7	11,8	5,9	8,8

Источник: составлено по данным www.mep.gov.cn

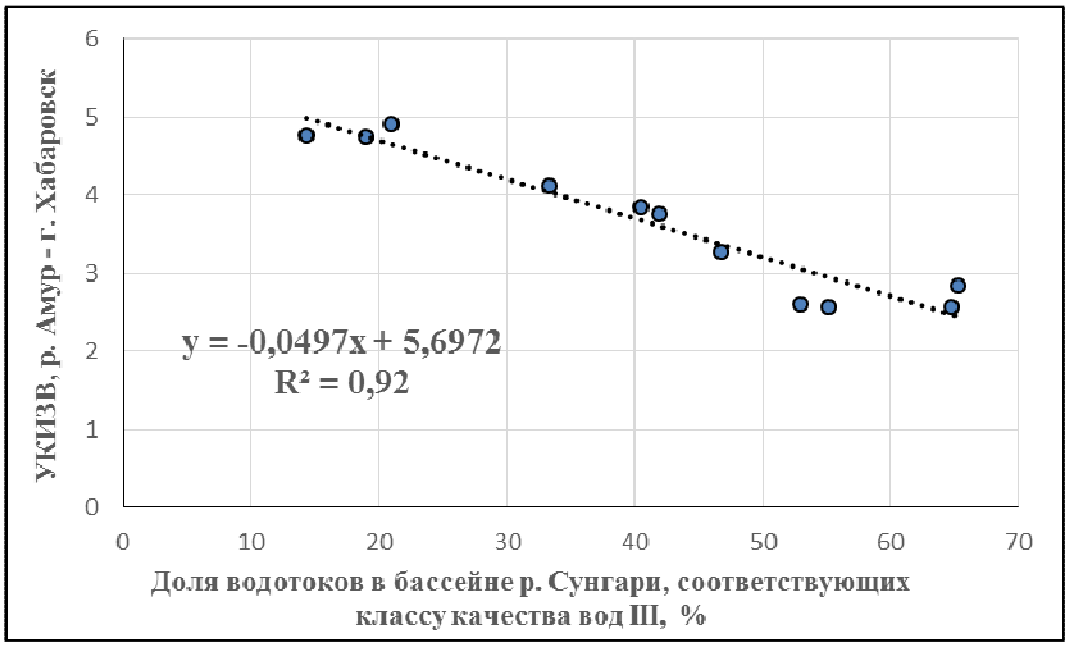


Рис. 4. Зависимость качества вод р. Амур у г. Хабаровск и р. Сунгари

Зависимость между долей водотоков в бассейне р. Сунгари, соответствующих классу качества вод III, и УКИЗВ в створе у гг. Комсомольск-на-Амуре и Николаевска-на-Амуре слабее, коэффициенты детерминации R^2, определяющие долю изменчивости качества вод в этих створах состоянием вод р. Сунгари, равны, соответственно, 0,55 и 0,53. Это, вероятно, указывает на ослабление влияния реки Сунгари на качество вод Амура ниже по течению от г. Хабаровск.

Согласно планам КНР, к 2020 г. более 70% водотоков в бассейнах 7 ее крупных рек[1] и более 93% источников питьевой воды в городах должны достигнуть III класса качества вод[2], а доля

[1] Янцзы, Желтая, Жемчужная, **Сунгари**, Хуай, Хай и Ляохэ

[2] Поверхностные воды классов качества I – III считаются в КНР питьевыми

загрязненных подземных вод должна снизиться до 15 %. Для этого предусмотрено применение целевых показателей эффективности использования водных ресурсов, рыночных механизмов, таких как реформа тарифов на воду, кредитование и экологическая компенсация. В результате, следует ожидать дальнейшего улучшения качества вод на китайской части бассейна р. Амур, а следовательно, и в главном русле реки в ее верхнем и среднем течении, а также в рр. Аргунь и Уссури.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Горбатенко Л.В. // География и природные ресурсы. № 2, 2016. С. 27-35.

Информационный бюллетень о состоянии поверхностных водных объектов, водохозяйственных систем и сооружений на территории зоны деятельности Амурского БВУ за 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 гг. / Амурское бассейновое водное управление. Хабаровск.

Water security in the People's Republic of China: The 13th Five-Year Plan (2016–2020) and beyond. Mandaluyong City, Philippines: Asian Development Bank, 2016. www.adb.org

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ДИНАМИКА ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Changing climate and dynamics of land ecosystems at the southern part of the Russian Far East

Е.А. Григорьева

ИКАРП ДВО РАН, г. Биробиджан; eagrigor@yandex.ru

Все экосистемы, включая наземные, обладают динамичностью, проявляющейся в адаптивной реакции на изменение комплекса воздействующих факторов. Одной из острых экологических проблем настоящего времени является потепление климата и его влияние на экосистемы. Значительные изменения температурного режима затрагивают границы природных зон и выражаются в пространственно-временной динамике наземных экосистем в целом и их отдельных компонентов, оказывая воздействие на биоразнообразие (Кузьмина, 2017).

Для достижения целей в области устойчивого развития необходим прогноз динамики экосистем и их биоразнообразия; эта задача решается в первую очередь методами моделирования. В условиях наблюдающихся климатических колебаний предсказание направления их изменений является необходимым компонентом для анализа и оценки возможных тенденций в развитии экосистем, для смягчения последствий и адаптации к ним.

Цель данной работы – выявить и проанализировать наблюдаемые и прогнозируемые изменения теплообеспеченности экосистем методом оценки чувствительности для определения регионов и экосистем с повышенной уязвимостью к возможным климатическим колебаниям.

Материалы и методы. Для характеристики температурного режима территории использовались показатели теплообеспеченности безморозного и вегетационного периода с базовыми величинами 0 и 5 °С соответственно (Гордеев и др., 2006; Grigorieva et al., 2010; Жильцова, Анисимов, 2013): градусо-дни GDD0 и GDD5. Градусо-день GDD – это условная единица превышения средней суточной температуры над заданным минимумом, при этом средняя суточная величина рассчитывается как среднеарифметическое значение минимальной и максимальной за сутки температур, измеренных по специальным термометрам (Gordon, Bootsma, 1993; Matzarakis et al., 2007; Grigorieva et al., 2010).

Влияние меняющихся климатических условий на теплообеспеченность экосистем оценивалось по изменениям в сумме градусо-дней при увеличении минимальной и максимальной температур воздуха на +1, +2 и +3 °С. Для упрощения расчетов допускается, что происходящие процессы стационарны, т.е. дисперсия и автокорреляция не меняются во времени (Hennessy, Pittock, 1995), хотя в реальности эти процессы могут быть гораздо сложнее. Вводится индекс чувствительности теплообеспеченности GDDSI как отношение реальных величин к моделируемым, выраженное в процентах. Например, для GDD5 и сценария потепления +3 °С индекс чувствительности рассчитывается по формуле: $GDD5SI_{+3} = GDD5_{+3} / GDD5 \times 100$, где GDD5 – сумма градусо-дней за изучаемый период. На основании результатов вычислений строятся прогнозные карты изменения теплообеспеченности для различных сценариев потепления, которые позволяют наглядно представить возможное перераспределение термических ресурсов в связи с изменяющимися климатическими условиями.

В качестве модельного региона был выбран юг Дальнего Востока, расположенный в зоне умеренного муссонного климата, существенной особенностью которого является действие сменяющих друг друга зимнего и летнего муссонов. В то же время, это территория, отличающаяся экстремальной межсезонной динамикой температурного режима с годовой амплитудой температур 45-50°С, что соответствует континентальности Средней Сибири. По А.И. Кайгородову (1955), характеризовавшему термический режим летнего и зимнего периодов по среднемесячной температуре самого холодного и самого теплого месяца, зима здесь принадлежит к категориям холодной и очень холодной, лето тёплое.

Расчёты пространственной динамики термических свойств климата и их изменений проведены для 50 гидрометеостанций (ГМС) на юге Дальнего Востока, включая Хабаровский и Приморский края, Амурскую и Еврейскую автономную области (ЕАО). Использовались ежедневные данные по максимальной и минимальной суточной температуре воздуха за период с 1966 по 2015 гг., размещенные на сайте ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» www.meteo.ru. Выявление границ перехода

температуры через пороговые пределы 0 и 5 °С выполнялось в соответствии с методикой, описанной Л.С. Кельчевской (1971).

Результаты. Сумма градусо-дней безморозного периода GDD0 максимальна для континентальных районов в южной части изучаемой территории. Заметное влияние Тихого океана выражается в том, что на побережье Японского и Охотского морей эти величины почти в два раза меньше. Пространственное распределение GDD5 в целом сходно с GDD0. Значение GDD5 изменяется почти в три раза в диапазоне от 700 ° в Охотске на побережье на севере до более чем 2100 ° в континентальных районах на юге. Самые холодные области находятся в горной местности и на северо-западе. Как GDD, так и соответствующие стандартные отклонения зависят от широты местности и высоты над уровнем моря, и эта зависимость проявляется ярче для прибрежных станций.

Расчёт чувствительности к климатическим изменениям показал, что индекс GDDSI меняется нелинейно при изменении пороговой температуры и моделируемого потепления. GDDSI для базовой температуры 0 °С меняется от 7 до 13 % для +1° С; от 5 до 27 % для +2° С; и от 20 до 41 % для сценария +3° С. Значения чувствительности при пороговой температуре 5 °С несколько выше: от 9–20 до 6–41 и 25–65 % для моделируемых сценариев +1, +2, +3 °С соответственно. В целом, чувствительность к изменениям зависит больше от пороговой температуры, чем от сценария потепления, показывая бóльшие величины для более высоких пороговых температур.

Интересно отметить понижение чувствительности при сценарии +2 °С по сравнению с +1 °С для некоторых южных континентальных ГМС, например, в Тимирязевском и Дальнереченске. Это явление можно объяснить фактом превышения дневной температурой верхнего порога +30 °С в условиях жаркого лета. За исключением этих случаев, как правило, бóльшие значения выявлены для более высоких пороговых температур и сценариев потепления.

Как и GDD, GDDSI зависит от широты местности, высоты над уровнем моря и близости к побережью. Индекс чувствительности для континентальных станций зависит больше от высоты местности, чем от широты. Для морских местоположений зависимость от широты местности выражена ярче: чем севернее, тем GDDSI выше для всех пороговых температур. Построенные на основании результатов расчётов карты чувствительности отражают основные тенденции пространственно-временной динамики индекса, выражаясь в рельефе местности и близости к побережью.

В целом надо отметить заметное пространственно-временное колебание чувствительность тепловых ресурсов с существенным увеличением с севера на юг. В большинстве случаев по мере потепления чувствительность возрастает незначительно, но чем выше пороговая температура и больше GDD, тем выше восприимчивость к повышению температур.

Обсуждение результатов. Предложенный метод оценки чувствительности к климатическим изменениям позволяет выявлять, как при колебаниях температуры меняется теплообеспеченнось, определяя величину и локализацию воздействия. Разные территории реагируют по-разному на повышение температуры. Для регионов с одинаковыми тепловыми ресурсами эффект каждого градуса потепления выше там, где ниже как сама величина GDD, так и стандартное отклонение. Эти выводы отличаются от полученных Hennessy & Pittock (1995). Согласно их результатам, чувствительность к повышению температуры больше там, где средняя температура выше, а стандартное отклонение ниже; чем теплее регион, тем выше чувствительность к потеплению при одинаковом стандартном отклонении.

Разработанная модель может быть использована для оценки потенциальных изменений растительной зональности. Ранее Е. Л. Жильцова и О. А. Анисимов (2013) для оценки отклика растительных зон на ожидаемые изменения климата провели исследование, направленное на прогноз смещения растительных зон. Эмпирико-статистическое моделирование растительных зон в условиях изменяющегося климата позволило предположить заметное изменение границ биомов на территории России с прогнозом общего смещения этих границ к северу, сокращения и в дальнейшем исчезновения зоны тундры, изменения высотной поясности.

Ранее для территории юга Дальнего Востока (данные 1960–2012 гг.) выявлена пространственно разнонаправленная динамика минимальных, средних и максимальных температур летнего периода (Григорьева, 2017). На севере исследуемого региона все температуры повышались на величину до 0,3 °С за 10 лет. На юге отмечено понижение, более существенное на самом юге Приморья и особенно значимо – до 0,5 °С за 10 лет – это уменьшение выражено для максимальных температур. Прогнозируется, что при сохранении наблюдающейся тенденция к потеплению среднегодовая температура воздуха повысится к 2025 г. на 1,0-1,5 °С и к 2050 г. – на 2,5-3,0 °С. Это эквивалентно

смещению природных зон на 200-300 км к северу для равнинных территорий и на 200-300 м вверх по вертикали – в горах (Махинов, Махинова, 2017). Стоит упомянуть о положительных аспектах таких изменений. Например, отмечается, что на территории средней и северной тайги прогнозируемое смещение растительных зон с юга на север может оказать благоприятное воздействие на продуктивность лесов, а для северной тайги – привести к росту лесистости (Сурина, Сеньков, 2017).

Очевидно, что полная оценка воздействия климатических изменений на экосистемы должна включать исследование роли других климатических и экологических переменных, таких как количество осадков или дефицит влажности почвы, испарение, солнечная радиация, состояние многолетнемерзлых пород. Проведенный нами анализ динамики количества осадков в целом за год и в теплый период показал, что юг Дальнего Востока России характеризуется высоким количеством осадков в летнее время. Их временной тренд незначителен по сравнению с межгодовой изменчивостью (Grigorieva, de Freitas 2014). Такой вывод позволил нам сделать предположение о минимальной роли изменения количества осадков по сравнению с тепловым воздействием на функционирование экосистем. Именно поэтому наши исследования направлены на изучение только теплообеспеченности. Изучение в дальнейшем суровости зимнего периода по сумме температур ниже 0 °С позволит дополнить картину возможных изменений и учесть воздействие климатических колебаний на процессы, связанные с деградацией многолетней мерзлоты.

Предлагаемый нами метод изучения чувствительности экосистем к климатическим изменениям является одновременно простым и универсальным. В зависимости от целей исследования можно использовать любую пороговую температуру. Например, для оценки чувствительности сельского хозяйства можно выявлять динамику градусо-дней для пороговых температур 10 и 15 °С, представляющих собой тепловые ресурсы для большинства сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе, и для теплолюбивых культур, соответственно.

Полученные результаты позволяют анализировать уязвимость территории к колебаниям климата, оценивая потенциально возможные изменения в экосистемах для принятия соответствующих решений и планирования стратегических задач по смягчению последствий, для своевременной адаптации различных секторов экономики и хозяйства региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко О.Д. Биоклиматический потенциал России: теория и практика. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 512 с.

Григорьева Е.А. Изменения климата: причины, тенденции и последствия для здоровья человека в глобальном и региональном аспектах // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы II междунар. науч.-практ. форума, (Хабаровск, 4 мая 2017 г.) / [отв. ред. П. Б. Рябухин]. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. Вып. 2. С. 23-28.

Жильцова Е. Л., Анисимов О. А. Эмпирико-статистическое моделирование растительной зональности в условиях изменения климата на территории России // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 2013. Т. 25. С. 360–374.

Кайгородов А.И. Естественная зональная классификация климатов земного шара. М.: Изд. АН СССР, 1955. 119 с.

Кельчевская Л.С. Методы обработки наблюдений в агроклиматологии. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1971. 216 с.

Кузьмина Ж.В. Динамические изменения экосистем и вопросы их оценки // Экосистемы: экология и динамика. 2017. Т. 1. № 1. С. 10-25 (доступно по ссылке http://www.ecosystemsdynamic.ru).

Махинов А.Н., Махинова А.Ф. Влияние глобальных изменений климата на экосистемы южной части Дальнего Востока // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы II междунар. науч.-практ. форума, (Хабаровск, 4 мая 2017 г.) / [отв. ред. П. Б. Рябухин]. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. Вып. 2. С. 44-49.

Сурина Е.А., Сеньков А.О. Система лесохозяйственных мероприятий по адаптации растительности к изменению климата // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы II междунар. науч.-практ. форума, (Хабаровск, 4 мая 2017 г.) / [отв. ред. П. Б. Рябухин]. Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2017. Вып. 2. С. 68-72.

Gordon R., Bootsma A. Analyses of growing degree-days for agriculture in Atlantic Canada // Clim. Res. 1993. Vol. 3. P. 169-176.

Grigorieva E.A., de Freitas C.R. Temporal dynamics of precipitation in an extreme mid-latitude monsoonal climate // Theor Appl Climatol. 2014. Vol. 116. P. 1–9.

Grigorieva E.A., Matzarakis A., de Freitas C.R. Analysis of growing degree-days as a climate impact indicator in a region with extreme annual air temperature amplitude // Clim Res. 2010. Vol. 42. P. 143–154.

Hennessy K.J., Pittock A.B. Greenhouse warming and threshold temperature events in Victoria, Australia // Int J Climatol. 1995. Vol. 15. P. 611–612.

Matzarakis A., Ivanova D., Balafoutis C., Makrogiannis T. Climatology of growing degree days in Greece // Clim. Res. 2007. Vol. 34. P. 233-240.

СОСТАВ И СВОЙСТВА РУСЛООБРАЗУЮЩЕГО АЛЛЮВИЯ РЕКИ АМУР НА УЧАСТКЕ ОТ УСТЬЯ РЕКИ ЗЕЯ ДО ХИНГАНСКОГО УЩЕЛЬЯ

Composition and properties of the channel-forming alluvium of the Amur River in the reach from the Zeya River mouth to the Khingan Gorge

М.Н. Гусев, Ю.В. Помигуев

ФГБУН Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, gusevm@list.ru

В своих основных чертах и свойствах аллювий отражает характер, особенности и закономерности в работе водных потоков, природную обстановку их функционирования, своеобразие и механизм формирования всего комплекса природных экосистем и, прежде всего, их основы — флювиального рельефа: от элементарных русловых форм до крупных речных долин (Алексеевский, 1998; Борсук, Лодина, 1974; Знаменская, 1976; Лаврушин , 1963; Ackers &White, 1973 и др.). Этим объясняется повышенный интерес к аллювию со стороны исследователей и специалистов различных отраслей знаний и производств (строительство, транспорт, гидроэнергетика и т.д.), расположенных в пределах речных долин. Вместе с тем аллювий — широко используемое в строительной индустрии сырьё. В своём составе аллювий нередко содержит разнообразные скопления ценных полезных ископаемых, поиск которых непосредственно сопряжён с основными параметрами и свойствами аллювия (Билибин, 1955; Воскресенский, 1985; Карташов, 1972 и др.). Поэтому, основной целью данного исследования являлось получение сведений о составе обломочного материала, слагающего прибрежные отмели в русле р. Амур, выявление характера изменений его основных свойств по длине водотока для выделения в его пределах участков с различными условиями транспорта наносов и установления текущего морфодинамического состояния русла.

Аллювий, его свойства определяют режим стока наносов, а с ним — формирование геоморфосистем (пойменно-русловых комплексов) — днищ речных долин (ДРД) (Гусев, 2002) и, прежде всего, речных русел, знание о развитии которых имеет важное народохозяйственное значение, позволяющее использовать речные ресурсы максимально рационально. Сток наносов р. Амур изучен недостаточно полно: в её верхнем и среднем течении о нём судят по результатам единичных проб мутности воды в ходе кратковременных измерений расходов воды, выполненных в середине и в конце 20 века в двух пунктах Верхнего Амура и в одном пункте Среднего Амура (Ресурсы.., 1966; Схема.., 1993). Специализированных продолжительных наблюдений за стоком влекомых наносов — главной составляющей руслообразующего аллювия (РА) в среднем течении р. Амур не проводилось. Это обусловлено действием на территории ДРД р. Амур (в её верхнем и среднем течении) пограничного режима, регламентирующего в его пределах всякую деятельность, в т.ч. исследовательскую, и объём накопленных знаний о р. Амур не обеспечивает в полной мере эффективного решения насущных научных и хозяйственных задач Приамурья. Выполненные исследования и их результаты позволяют отчасти компенсировать недостаток информации в отношении аллювия, слагающего современное русло р. Амур, который во многом определяет устойчивость форм ДРД к воздействию водного потока, а с ней — устойчивость пойменных геобиоценозов и, что весьма актуально в геополитическом отношении, — фарватера пограничной реки.

Для каждой пробы построены кумулятивные кривые гранулометрического состава, гистограммы распределения частиц различных фракций РА, определена структура, степень сортировки, преобладающая фракция и средний диаметр наносов — основные показатели, отражающие динамические свойства водотока, выявлена роль отдельных фракций в формировании рельефа.

Установлено, что ведущая роль в распределении РА по длине реки принадлежит гидродинамическим свойствам водотока, определяющим закономерное чередование участков с качественно различными условиями транспорта наносов, что в целом обеспечивает унаследованный характер развития русла, динамическое состояние которого близко к равновесному (в понимании Ламакин, 1943; Langbein and Leopold, 1964).

Работы проводились с использованием методики исследований форм рельефа и рыхлых образований (Руководство.., 1987; Спиридонов, 1970), руслообразующих наносов (Чалов, 1995). Опробованием охвачены все морфологически однородные участки русла и наиболее представительные русловые формы вдоль всего (410 км) изучаемого участка реки. Крупнообъёмные (30-40 кг) пробы отбирались непосредственно в приурезовой части русла на площадках размером 1х1 м. На гранулометрический анализ отбирался материал, залегающий под отмосткой с глубины 10-20 см от поверхности. Каждая из 45 проб аллювия подвергалась механической сепарации на отдельные фракции, в соответствии с общепринятыми требованиями (Спиридонов, 1970; Чалов, 1995). Методы статистической обработки и интерпретации гранулометрического анализа рыхлых отложений

(Математические.., 1976) и методы геоморфологического картографирования (Геоморфологическое.., 1987) использованы для получения конечных результатов. Данные: (Ежегодные.., 1981-86; Многолетние.., 1986; Ресурсы.., 1966), характеризующие преимущественно сток взвешенных наносов позволили обоснованно разграничить участие в составе РА р. Амур его взвешенной и влекомой составляющих.

Аллювий, слагающий всё разнообразие русловых форм и именуемый как «руслообразующий» (Чалов, 2008), в пределах рассматриваемого участка р. Амур чрезвычайно неоднороден по крупности и составу: от илистых частиц до валунов. Подавляющая его часть перемещается в составе донных гряд; частиц транспортирующихся преимущественно во взвеси, гораздо меньше.

Средняя крупность взвешенных частиц — величина, существенно изменчивая: в продолжение тёплого периода года она может меняться от 0,06 до 0,15 мм (гидрометрический пост Гродеково, 974 км). При этом более 60% взвешенных наносов — алевритовые частицы (крупностью <0,1мм). Песок во взвеси представлен преимущественно фракциями тонкозернистого песка. Песок меняет форму транспорта в зависимости от фазы водного режима: частицы крупнозернистого (0,5-1,0 мм) и, в меньшей степени, среднезернистого (0,25-0,5 мм) песка, как правило, транспортируются во взвеси только в период паводков, а в условиях межени большая их часть переходит в состав донных наносов. При этом пониженная мутность рек (среднегодовая 50-100 г/м^3, в холодный период — не более 10-20 г/м^3 (Ресурсы.., 1966) амурского бассейна ограничивает участие взвешенных наносов в формировании форм руслового рельефа.

Состав РА определяют, в основном, влекомые наносы, слагающие все русловые формы. Рельефообразующая роль взвешенных наносов состоит преимущественно в их высвобождении из транспорта в пределах отрицательных форм рельефа поймы, их медленном заполнении и формировании пойменной фации аллювия; основная часть взвешенных наносов транзитом выносится за пределы исследуемого участка реки.

Структурный каркас РА образуют галечные и гравийные фракции (в среднем 46 % и 31% соответственно). Песчаные фракции (в среднем 23%), как правило, исполняют подчинённую роль. Т.е. преобладающий тип РА — песчано-гравийно-галечный или, в соответствии с его средней крупностью (d_{50}=14,3мм), «мелкогалечный» с крупнозернистым (0,25-1,0мм) песчаным заполнителем. Такая структура наносов свидетельствует о повышенной неравномерности стока. Относительно большая доля гравийных фракций в структуре РА р. Амур — особое свойство стока наносов речной сети в среднем его течении, в отличие от средних участков крупных рек других регионов России, где гравий в составе РА, как правило, присутствует в виде небольшой примеси (Маккавеев и Чалов, 1986), что обусловлено его интенсивным биохимическим выветриванием, активно проявляющимся в субаквальных условиях речной сети России (0). Данное свойство РА р. Амур косвенно свидетельствует об иных, менее агрессивных (по отношению к РА) биохимических условиях Приамурья по сравнению с территориями других регионов РФ. Этот аспект формирования аллювия требует отдельного изучения.

Ведущая роль в распределении РА по длине принадлежит внутренним свойствам водотока, зависящим, в первую очередь, от уклона (i). Однако чёткой связи между крупностью аллювия и уклонами (в бытовых условиях) водотока не наблюдается, что обусловлено влиянием на распределение наносов изменений со стороны внешних условий, которые вуалируют проявления гидравлической сортировки. Наибольшие возмущения в закономерное монотонное уменьшение крупности аллювия вниз по течению вносят высокоамплитудные изменения (от 5-7 до 20-23 км) ширины ДРД и, в меньшей степени, местные источники наносов. Гидравлическое распределение аллювия вдоль реки проявляется через пространственно-временную динамику уклонов, в основных чертах отражающую изменения удельной мощности потока (M) по длине водотока.

$M = M(i)$ носит изменчивый характер, обеспечивая водотоку по длине реки чередование участков с качественно различными (условно: максимально благоприятными, благоприятными, минимально благоприятными, неблагоприятными) условиями транспорта наносов. Наибольшее развитие получили участки с максимально благоприятными и благоприятными условиями транспорта наносов (77,4%). На участки русла с минимально благоприятными и неблагоприятными условиями транспорта наносов приходится соответственно 13,1% и 9,5%. Подобное соотношение условий свидетельствует о сравнительно высокой средней транспортирующей способности р. Амур на рассматриваемом отрезке в голоцене, вплоть до настоящего времени. Оно позволяет ей успешно справляться со всем объёмом наносов, поставляемых с дренируемой территории и характеризует морфодинамическое состояние её русла, как близкое к равновесному. Данные выводы расширяют

доказательную базу результатов исследований, изложенных в предыдущих наших публикациях (Гусев, Помигуев, 2013, 2015, 2016).

Авторы выражают искреннюю благодарность всем участникам совместных полевых работ: А.В. Мартынову, Р.В. Рычкову, Е.В. Кузнецову, Д.А. Молчанову, Е.Ю. Ликутову за помощь при сборе и обработке фактического материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта ДВО РАН (проект 15-I-6-28).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. М.: Изд-во МГУ, 1998. 203 с.

Билибин Ю.А. Основы геологии россыпей. 2-е изд. М.: Изд-во АН СССР, 1955. 472с.

Борсук О.А., Лодина Р.В. Русловой аллювий на верхней и средней Лене // Эрозия почв и русловые процессы. Вып.4. М.: Изд-во МГУ, 1974. С. 149-154.

Воскресенский С. С. Геоморфология россыпей. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 208 с.

Геоморфологическое картирование для народохозяйственных целей. М.: Изд-во МГУ, 1987. 238 с.

Гусев М.Н. Морфодинамика днища долины верхнего Амура. Владивосток: Дальнаука, 2002. 232 с.

Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. Формирование днища долины реки Амур на участке от устья реки Зея до Хинганского ущелья // География и природные ресурсы. 2013. №4. С. 121-129.

Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. О характере и направленности вертикальных русловых деформаций р. Амур в среднем течении (устье р. Зея - Хинганское ущелье) // Вестник Тюменского государственного университета. 2013. №4. Науки о Земле. С. 208-218.

Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. Особенности строения и направленность развития днища долины р. Амур на Зейско-Буреинской равнине // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2015. №1. С. 16-27.

Гусев М.Н., Помигуев Ю.В. Руслообразующий аллювий реки Амур в среднем течении: состав, свойства, особенности распределения на участке от устья реки Зея до Хинганского ущелья // Вестник ВГУ, серия: География. Геоэкология. 2016. №4. С. 14-24.

Добровольская Н.Г., Лодина Р.В., Чалов Р.С. О роли механического и биохимического выветривания в формировании стока руслового аллювия // Геоморфология. 1991. №1. С/ 59-64.

Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1981 г. Ч. 1 и 2. Т.1. Вып. 19. Хабаровск: Дальневост. террит. управл. по гидрометеорол. и контролю прир. среды, 1984. 250 с.

Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1982 г. Ч. 1 и 2. Т.1. Вып. 19. Хабаровск: Дальневост. террит. управл. по гидрометеорол. и контролю прир. среды, 1985. 260 с.

Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1983 г. Ч. 1 и 2. Т.1. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1984 г. Ч. 1 и 2. Т.1. Вып. 19. Обнинск, ВНИИГМИ – МЦД: Дальневост. террит. управл. по гидрометеорол. и контролю прир. среды, 1986. 256 с.

Карташов И.П. Основные закономерности геологической деятельности рек горных стран (на примере Северо-Востока СССР). М.: Наука, 1972. 184 с.

Ламакин В.В. Об остаточных речных и вообще об остаточных поверхностных отложениях // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1943. – № 2. – С. 79–87.

Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 264с.

Математические методы в географии: Учебник. Казань: Изд-во Казанского ун-та, 1976. 352с.

Многолетние данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1. Вып. 19: бассейны Амура (без Шилки, Аргуни, Уссури, Амазара) и Уды. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 415 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18: Дальний Восток. Вып. 1: Верхний и Средний Амур (от истоков до с. Помпеевка). Л.: Гидрометеоиздат, 1966. 781 с.

Руководство по изучению новейших отложений. 2-е изд. / Под ред. П.А. Каплина М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 238 с.

Совместная Российско-Китайская схема комплексного использования водных ресурсов пограничных участков рек Аргунь и Амур. Том 5. Климат и гидрология. Москва – Чанчжуань: Совинтервод, Сунляокомводхоз, 1998. 227 с.

Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картирования. М.: Изд-во Высш. шк., 1970. 456 с.

Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т.1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 608 с.

Чалов Р.С. Русловые исследования (избранные главы по курсу «Водохозяйственные изыскания»): Уч. пособие. М.: Изд-во Моск. Ун-та, 1995. 106 с.

Ackers P., White W.R. Sediment transport: new approach and analysis // Journal Hydraul. Div., ASCE. 1973. Vol.99. P. 2041-2060.

Langbein, W.B., Leopold, L. B. Quasi-Equilibrium States in Channel Morphology, in American Journal of Science, 1964. V. 262. P. 782-794.

КАРТЫ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО БИОСФЕРНОГО РАЙОНА)

Maps of anthropogenic landscapes as a basis for evaluation of the condition and monitoring of territories (On the example of the Sikhote-Alin biosphere region)

А.А. Гуров

Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток; alexgurov1987@yandex.ru

Изучение изменений ландшафтного покрова под воздействием антропогенных факторов – одно из важнейших направлений исследований в географии. Антропогенные ландшафты нуждаются в детальном изучении, постоянном мониторинге и формировании информационной базы, которая могла бы послужить основой для такой деятельности. В качестве такой основы могут выступать крупномасштабные и среднемасштабные ландшафтные карты, выполненные при помощи геоинформационных систем в виде геоинформационных баз данных.

Уже довольно давно в качестве важнейших задач антропогенного ландшафтоведения Ф.Н. Мильков (Мильков, 1986) назвал подготовку региональных сводок, разработку классификации и картографирование антропогенных ландшафтов. Но и в настоящее время эти вопросы остаются весьма слабо разработанными. Недостаточность классификаций антропогенных геокомплексов/геосистем обедняет содержание карт, посвященных природно-антропогенным и антропогенно полностью измененным территориям.

Отмеченные проблемы определили цель и задачи работы. Цель – развитие ландшафтного подхода к картографированию и мониторингу антропогенно измененых территорий. Задачи – разработка классификации антропогенных фаций и урочищ, подготовка на ее основе ландшафтных карт (карт фаций и карт урочищ) антропогенных территорий Сихотэ-Алинского биосферного района.

Сихотэ-Алинский биосферный район расположен в юго-восточной части Сихотэ-Алинской складчатой системы. Границы района на восточном макросклоне охватывают территорию от бассейнов рек Лиственная и Кема на севере до бассейна реки Зеркальная на юге. На западном макросклоне границы района охватывают бассейн верхней половины реки Большая Уссурка (граница пересекает Большую Уссурку в 10,4 км ниже впадения в нее реки Дальняя) и верхние части бассейнов рек Журавлевка и Павловка (в границах Кавалеровского района и Дальнегорского округа). Площадь Сихотэ-Алинского биосферного района составляет 33538 км^2. В территориальной структуре района выделено три зоны (Баденков, Пузаченко, 1981): ядро – Сихотэ-Алинский заповедник, буферная зона ограниченного хозяйственного воздействия и периферийная зона интенсивного хозяйственного воздействия.

Полевые исследования проведены в 2010–2012 гг. В ходе полевых исследований описано более 500 основных и картировочных точек (пробных площадей), организованных в ландшафтные трансекты (профили). Составлены полевые картосхемы 8-ми ключевых участков. Выделены классы фаций четырех классификационных рангов (термин "класс" используется как безранговый, применимый к классификационным единицам любого ранга). Выделены классы урочищ трех классификационных рангов.

Геоинформационная система сформирована в пакете программ ArcGIS 10. Ландшафтные карты подготовлены на основе полевых материалов и космических снимков высокого разрешения. Масштаб карт 1 : 50 000, 1 : 5000.

Карты урочищ. В изученном районе выделено 5 порядков, 17 типов и 28 родов техно-природных и природно-технических урочищ. В Сихотэ-Алинском биосферном районе природные урочища занимают более 99 % площади, техно-природные – 0,6 % (217 км^2), природно-технические – 0,1 % (45 км^2). Технические урочища на рассматриваемой территории отсутствуют.

Ландшафтные спектры и карты техно-природных и природно-технических территорий являются важными характеристиками при оценке экологического и геоэкологического состояния территории, наглядно отображая наиболее значительные антропогенные изменения ландшафтного покрова. Они показывают набор и соотношение классов антропогенных урочищ и характер их распространения. Классы разного ранга позволяют оценить состояние территории с разной степенью детальности. Занимаемые каждым классом площади и соотношения площадей дают корректные количественные оценки, абсолютные и относительные. Ландшафтный спектр и карта техно-природных и природно-технических урочищ являются наглядными показателями характера и степени освоенности территории. Они существенно дополняют другие показатели освоенности территории, такие как плотность населения, доля обрабатываемых земель, стоимость продукции на

единицу площади, объем производства и т.д. (Исаченко, 2004). В отличие от многих других показателей, спектр и карта показывают не только положительные итоги преобразования территории, но и результаты негативных воздействий на ландшафты, отражая наличие и площади различных отвалов, обнажений горных пород, застройки с недействующими строениями и подобных им урочищ.

Карты фаций. На изученных ключевых участках выявлено весьма значительное разнообразие фаций: 6 порядков, 19 типов и 101 род. Составлены детальные ландшафтные карты (карты фаций) различных техногенных территорий: шламохранилища, шахтно-отвального и карьерно-отвального комплексов (Осипов, Гуров, 2016). Природные фации образованы природными компонентами и характеризуются естественным строением, функционированием и развитием. Если они испытали или испытывают влияние деятельности человека, то это влияние не трансформировало инвариант геосистемы (в понимании В.Б. Сочавы (Сочава, 1978) и Ф.Н. Милькова (Мильков, 1986)). Техно-природные (природные антропогенно преобразованные) фации образованы природными компонентами, но имеют место антропогенные изменения всех или некоторых компонентов. Эти изменения настолько существенные, что оказывается трансформированным инвариант геосистемы, и, как следствие, становится невероятным самопроизвольное возвращение фации в первоначальное состояние. Наиболее часто необратимость изменений связана с преобразованием существующей или формированием новой рельефно-субстратной (литогенной) основы ландшафта. Природно-технические фации в значительной степени состоят из искусственных материалов и сооружений, природные компоненты в них существенно преобразованы. Это обусловливает то, что строение, функционирование и развитие природно-технических фаций определяется в большей степени хозяйственной или бесхозяйственной деятельностью человека, нежели природными процессами.

Ниже на рисунке в качестве примера приведены фрагменты карты урочищ и карты фаций карьерно-отвального комплекса «3-й Советский» (Рудная Пристань, Приморский край). Фрагмент карты урочищ демонстрирует, как широко распространены сельскохозяйственные поля в речных долинах (№ 23), а также сельская застройка на покатых участках (№16) и как близко они соседствуют с карьерно-отвальным комплексом (№19, №22). Такие карты содержат важную информацию для принятия решений в процессе освоения и развития территории, оптимизации природопользования, ландшафтного планирования и т.д.

По фрагменту карты фаций на рисунке можно получить детальное представление о ландшафтной структуре техногенного объекта, ее разнообразии. Карта позволяет оценить экологическое состояние территории, проанализировать воздействие объекта на прилегающие ландшафты.

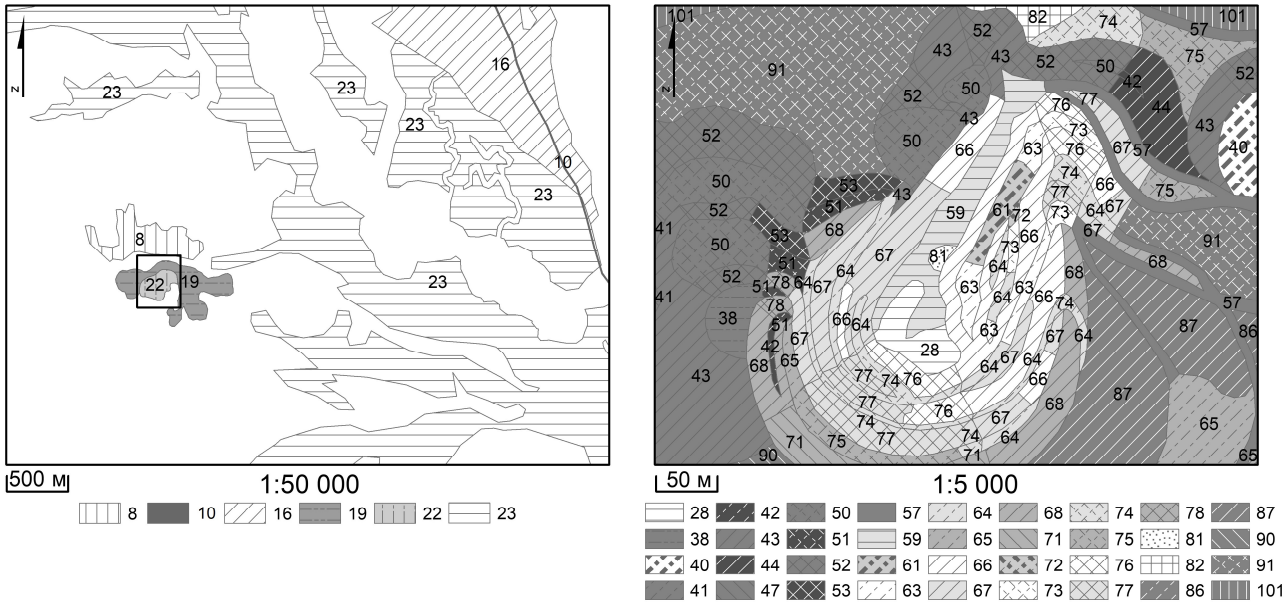


Рис. Фрагменты карт антропогенных урочищ (слева) и фаций (справа) карьерно-отвального комплекса «3-й Советский». Участок справа соответствует прямоугольнику на участке слева.

Условные обозначения к фрагменту карты урочищ. Природно-технические наземные. Малоэтажная застройка: 8 – малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатых участках. Транспортные магистрали: 10 – автодороги II–V-ой категорий. Техно-природные наземные. Усадебная и дачная застройка: 16 – сельская застройка на покатых участках. Отвалы поверхностных

горных пород: 19 – отвалы поверхностных горных пород. Обнажения горных пород: 22 – обнажения скальных горных пород крутые. Агропроизводственные земли: 23 – сельскохозяйственные поля в речных долинах.

Условные обозначения к фрагменту карты фаций. Техноприродные наземные. Площадки с отдельными строениями: 28 субгоризонтальные площадки с отдельными недействующими строениями или их развалинами. Отвалы поверхностных горных пород: 38 плоские покатые вершины вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами; 40 – нейтральные покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с артиурбистратами; 41 – нейтральные покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами; 42 – нейтральные покатые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами; 43 – нейтральные крутые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами; 44 – нейтральные крутые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами; 47 – теплые крутые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами; 50 – холодные покатые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами; 51 – холодные покатые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами; 52 – холодные крутые склоны вскрышных отвалов, мало заросшие, с литостратами; 53 – холодные крутые склоны вскрышных отвалов, заросшие, с литостратами. Грунтовые дороги: 57 – грунтовые дороги необустроенные (без насыпи, кюветов). Обнажения горных пород: 59 – покатые площадки, мало заросшие, с литостратами; 61 – нейтральные покатые склоны, мало заросшие, с артиурбистратами; 63 – нейтральные покатые склоны, мало заросшие, с абралитами; 64 – нейтральные покатые склоны, мало заросшие, с литостратами; 65 – нейтральные покатые склоны, заросшие, с литостратами; 66 – нейтральные крутые склоны, мало заросшие, с абралитами; 67 – нейтральные крутые склоны, мало заросшие, с литостратами; 68 – нейтральные крутые склоны, заросшие, с литостратами; 71 – теплые крутые склоны, заросшие, с литостратами; 72 – холодные покатые склоны, мало заросшие, с артиурбистратами; 73 – холодные покатые склоны, мало заросшие, с абралитами; 74 – холодные покатые склоны, мало заросшие, с литостратами; 75 – холодные покатые склоны, заросшие, с литостратами; 76 – холодные крутые склоны, мало заросшие, с абралитами; 77 – холодные крутые склоны, мало заросшие, с литостратами; 78 – холодные крутые склоны, заросшие, с литостратами. Техноприродные земноводные. Водоемы антропогенные: 81 – мелководные водоемы (нетоксичные). Канализированные водотоки: 82 – обводненные траншеи, мало заросшие, с литостратами. Природные наземные. Горные склоны и вершины неморально-лесные: 86 – нейтральные покатые склоны с производными лиственными лесами на буроземах; 87 – нейтральные крутые склоны с производными лиственными лесами на буроземах; 90 – теплые крутые склоны с производными лиственными лесами на буроземах; 91 – холодные покатые склоны с производными лиственными лесами на буроземах. Природные земноводные. Реки: 101 – русла и прирусловые галечниковые поймы.

Картографирование антропогенных (антропогенно измененных) геокомплексов/геосистем – важнейшая составляющая технологии ландшафтного мониторинга. Карта природно-технических и техно-природных фаций, урочищ, местностей или ландшафтов не только существенно дополняет карту ландшафтного покрова, но может использоваться и самостоятельно. Ее незаменимость в том, что она является наиболее комплексной основой в геоинформационных системах самого разного научного и практического назначения. Немаловажно и то, что она хорошо согласуется с другими видами географического и экологического мониторинга.

Область применения таких карт обширна: оценка (гео)экологического состояния, анализ характера и степени освоенности территории, мониторинг антропогенных изменений ландшафтного покрова, оптимизация природопользования. Особое значение имеет их использование в районах расположения особо охраняемых природных территорий, объектов природного и культурного наследия.

При картографировании технических, природно-технических и техно-природных урочищ и фаций, когда природные ландшафты не затрагиваются, требуются существенно меньшие трудовые и временные затраты на создание геоинформационной системы и подготовку карты. Это особенно заметно, если рассматриваемая территория мало изменена деятельностью человека. В этом случае картографирование только антропогенных геокомплексов/геосистем является очень информативным экспресс-методом оценки, анализа, мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Баденков Ю.П., Пузаченко Ю.Г. Принципы организации региональных биосферных станций (из опыта работы Сихотэ-Алинского стационара) // Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 6–17.

Исаченко А.Г. Теория и методология географической науки. М.: "Академия", 2004. 400 с.

Качур А.Н., Петропавловский Б.С. Геосистемный мониторинг в Сихотэ-Алинском биосферном районе: состояние и очередные задачи (вместо введения) // Сихотэ-Алинский биосферный район: фоновое состояние природных компонентов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 4–9.

Мильков Ф.Н. Физическая география. Учение о ландшафте и географическая зональность. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1986. 328 с.

Осипов С.В., Гуров А.А. Детальное картографирование техногенных ландшафтов // География и природ. ресурсы. 2016. № 1. С. 156–163.

Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 318 с.

МИКРОТОМОГРАФИЯ ПОЧВ БУГРОВ БЭРА

Some changes in soil properties after interaction with a fireball

А.В. Дембовецкий [1], Е.В. Шеин [1,2], Е.Б. Скворцова [2], К.Н. Абросимов [2]

[1] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва,* avd26@yandex.ru

[2] *Почвенный институт им. В.В. Докучаева, Москва*

Бэровские бугры, своеобразные формы рельефа Прикаспийской низменности, уже более полутора веков привлекают внимание исследователей. В XX-м веке основное внимание исследователей было уделено вопросам их происхождения (причины и время образования). Однако не меньший интерес представляют вопросы устойчивости бугров (голоценовый возраст) и соответственно их состава. Еще Бэр К.М. (Бэр, 1856) обратил внимание на высокую связность и механическую прочность их поверхностного слоя. Позднее было установлено, что в состав поверхностного слоя и бугровой толщи входят своеобразные "глиняные" пески – агрегаты глинистых частиц песчаной размерности. Согласно Федоровичу Б.А. (Федорович, 1941), их образование является результатом коагуляции иловатых наносов при засолении в аридных климатических условиях.

Целью данной работы было исследование порового пространства почв бэровских бугров микротомографическим методом. Исходя из поставленной цели, были сформулированы задачи: произвести реконструкцию порового пространства почв прибугровой территории методом рентгеновской микротомографии; визуально оценить морфологические различия в структуре порового пространства для разных почв по 3D томограммам (качественный анализ); исследовать геометрию порового пространства по томографическим слоям-срезам и дать количественную характеристику (количественный анализ)

В качестве объекта исследований выбран бугор Бэра с прилегающей территорией в районе западных подстепных ильменей Астраханской обл. (Икрянинский район, МО "Маячненский сельсовет").

Для микротомографического исследования отбирались цилиндрические монолиты (3х4 см) по профилю трех почвенных разрезов: на вершине бугра Бэра (почва – зональная бурая полупустынная легкосуглинистая), в подножии бугра (солончак луговый гидроморфный тяжелосуглинистый) и на прибугровой территории (аллювиальная дерново-опустынивающаяся староорошаемая тяжелосуглинистая почва, бывший рисовый чек). Анализ порозности почв, формы и изрезанность пор проводили на томографе SkyScan 1172. На первом этапе сканировались монолиты с энергией пучка 100 кэВ и разрешением 16 мкм на пиксел, а на втором этапе сканировались агрегаты (3-4 мм) с более высоким разрешением – 3,96 мкм на пиксел.

Бурая полупустнынная почва характеризуется высоким содержанием физического песка 73–84% по всему профилю, по классификации Н.А. Качинского это легкий суглинок. Почвы в подножии бугра и в межбугровом понижении относятся к тяжелым суглинкам, их гранулометрический состав соответствует составу речных донных отложений в зонах аккумуляции. Это транзитные наносы с размером частиц <50–100 мкм. Таким образом, почва вершины бугра Бэра имеет совсем иной гранулометрический состав, исходно другие гранулометрические частицы, чем почвы в подножии бугра и в межбугровом понижении, что говорит об их отдельном, специфическом образовании.

В монолитах анализ распределения пор по размерам показал преобладание мезо- и тонких макропор (диаметр пор от 100 до 200 мкм). Более тонкие поры при разрешении 16 мкм не диагностируются. Наибольшие значения порозности при данном разрешении отмечены для солончака (6-13%), порозность аллювиальной почвы промежуточная и составляет в среднем ~4%. Бурая полупустынная почва характеризуется наименьшими значениями порозности (2–3%), что обусловлено присутствием карбонатов, которые способствуют цементации и формированию плотной упаковки частиц.

Форма и изрезанность пор почв во многом зависит от их гранулометрического состава. Так, в легкосуглинистой бурой полупустынной почве преобладают изометричные слабоизрезанные поры, наиболее округлые в верхней части профиля. В тяжелосуглинистых почвах (солончак и почва рисового чека) вследствие развития процессов набухания-усадки, напротив, преобладают средне- и сильноизрезанные поры (главным образом, в виде трещин).

Анализ агрегатов показал, что большая по объему часть пор исследуемых почв сосредоточена в микропорах (разрешение 4 мкм). В почвах бугра порозность агрегатов высокая и составляет более 25%, в солончаке и аллювиальной почве она существенно ниже – 16-17 %. В агрегатах бурой полупустынной почвы наблюдаются микроагрегаты из плотно упакованных частиц. Фрагменты

подобных структур проявляются в солончаке и аллювиальной почве, что свидетельствует о наслаивании аллювиальных наносов на почвы бугров.

Благодарности: исследования проведены при финансовой поддержке РФФИ – проекты: № 16-04-00949, № 16-04-01111

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бэр К.М. Ученые заметки о Каспийском море и его окрестностях // Записки Императ. Русс. Геогр. Общества. Кн. XI (Под ред. Ерофеева В.Г., действ. Члена РГО). СПб.: Типография Императ. академии наук, 1856. С. 181–224.

Федорович Б.А. Происхождение “Бэровых бугров” Прикаспия // Изв. АН СССР. Сер. географ. и геофиз. 1941. № 1. С. 95–116.

ЮРИДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Legal problems of specially protected natural areas

С.И. Дорожко

Хабаровский краевой суд, г. Хабаровск; dorozhko_14@mail.ru

Дальневосточные особо охраняемые природные территории уникальны своей флорой и фауной, требуют рачительного отношения и особой охраны. Вместе с тем, имеют место случаи санкционированной долгосрочной аренды особо охраняемых территорий с целью рубки древесины. Так, на территории Баджальского заказника в Комсомольском районе Хабаровского края осуществляется рубка древесины, что ведет к уничтожению, в том числе редких пород деревьев, нарушает экологическое равновесие природной среды заказника, Лесовозные дороги и срубленные деревья перекрывают течение рек заказника и загрязняют их.

Вырубка деревьев в заказнике осуществляется на основании долгосрочного договора аренды части территории заказника вследствие незаконного перевода земель особо охраняемой территории, на которой рубка деревьев запрещена, в категорию земель лесного фонда. Заключение договора аренды стало возможным на основании экологической экспертизы.

Благодаря многочисленным публикациям общественности данный факт стал известен органам прокуратуры и послужил основанием для признания незаконным соответствующего заключения экологической экспертизы в судебном порядке по иску прокурора.

Благоприятный исход решения юридических проблем особо охраняемых природных территорий зависит от своевременности получения правоохранительными органами информации о имеющих место нарушениях (от сотрудников заповедников и заказников, лесоустроительных и научных организаций, населения).

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ КАК МАЛОЕ ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ВУЗА НА ПРИМЕРЕ ХАБАРОВСКА

The research station like small innovative business in infrastructure of a university on the example of Khabarovsk

Ю.И. Ермакова

Московский педагогический государственный университет, г. Москва; borisova-u@mail.ru

В ходе реформы высшего образования в России, которая продиктована изменениями социально-экономической обстановки и ситуации на рынке труда, многие высшие учебные заведения страны подверглись реорганизации. Следствием данного процесса стало тотальное сокращение не только преподавательского состава, но и инфраструктуры учреждений высшего образования в её устаревшем виде.

Необходимым условием для подготовки высококвалифицированных, эффективных кадров в новой реальности является система инновационной деятельности вузов. Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010г. №219 утверждено Положение о государственной поддержке развития инновационной инфраструктуры, которое включает поддержку малого инновационного предпринимательства в федеральных образовательных учреждениях высшего профессионального образования. Указанные документы содержат подробную инструкцию по устройству инновационной инфраструктуры вуза, а также по её функциональным задачам. Несмотря на строгие нормативные требования к организации инновационной системы, у вуза остаётся возможность для гибкого проявления инициативы при проектировании каждого отдельного малого инновационного предприятия (МИП) и назначения его задач в рамках этой деятельности.

МИП является важным элементом инновационной инфраструктуры вуза, ключевым фактором в обеспечении устойчивого экономического роста, без которого невозможно инновационное развитие регионов России. МИП нацелены не только на получение прибыли за счет реализации наукоемкой продукции и оказания высокотехнологичных услуг, но и служат мостом между научно-образовательным и производственным секторами экономики.

Реформа образования и степень эффективности её результатов определят будущее России. В связи со стандартизацией, в настоящий момент в области естественных наук мы наблюдаем существенное сокращение и упрощение учебных программ, начиная со школы. Итогом данных мероприятий служат слабые показатели теоретических знаний и практических навыков по географии и биологии среди современных выпускников школ, и далее по мере их взросления – низкая экологическая культуры населения и неумелое хозяйствование в целом.

Особенно остро вопрос сегодня стоит в отношении преподавания географии: как педагогу уложить в голову школьника, а школьнику усвоить необходимый объём материала в условиях сокращения количества часов, отведённых на дисциплину, согласно новым стандартам? Подобное противоречие подталкивает педагогов на путь упрощения подачи материала, школу – на путь минимализации программы, после чего мы получаем неутешительный результат вроде итогов Всероссийского географического диктанта 2015 года, когда средняя оценка по стране составила 55 баллов из 100, а 48% участников акции имели уровень ниже среднего. Важно помнить: география – наука, обладающая прикладным характером, а значит, она несёт огромное практическое значение в жизни каждого. География – это осознание себя в пространстве, ключ к разгадке процессов и явлений, окружающих нас! Без географии невозможно воспитание способности к анализу, развитие причинно-следственного мышления.

Популяризация географии в последние годы, проводимая Русским географическим обществом в патриотическом ключе – тенденция утешающая и обнадёживающая, однако помимо пропаганды в обывательской среде, нам необходимы реальные, взвешенные и продуманные действия по спасению ситуации с естественными науками на всех уровнях государственного образования.

Возвращаясь к высшей школе, необходимо также отметить повсеместную оптимизацию: слияние вузов, сокращение кафедр. Зачастую в ходе этого процесса факультеты биологии, географии и экологии (особенно педагогической направленности) утрачивают самостоятельность, объединяясь в факультеты естественных наук с кафедрами биологической, географической и экологической специализации; либо промежуточной: биолого-географической, экологии и наук о Земле и т.п.

Тотальное сокращение структуры вузов отчасти обосновано демографическим кризисом 1990-х гг., повлекшим резкое падение числа абитуриентов в 2000-х гг. Также обесценивание спроса на естественнонаучное направление в образовании объясняется иногда снижением престижа

соответствующих профессий в российском обществе: стереотипной установкой об архаичности и маргинальности современной научной среды.

Учитывая, что спрос формирует предложение, нашему обществу необходимо коренным образом пересмотреть систему ценностей: отойдя от стереотипов, осознать важность науки, как фундамент интеллектуального будущего народа; понять: естественнонаучные факультеты страны – «кузница» кадров для национальных научно-исследовательских и проектно-изыскательных институтов, которую мы теряем. Утратив образовательную базу, мы постепенно утратим научные учреждения величайшего статуса, где уже сегодня наблюдается старение кадрового состава, отсутствие преемственности между поколениями. Нет достойной смены сотрудников – встаёт вопрос об эффективности предприятия. В геополитической ситуации России, знание важно не просто хранить и оберегать, его необходимо преумножать соразмерно скорости общемирового прогресса, чтобы не оказаться обманутыми более осведомлённым и информированным соседом на собственной территории. Потенциал, накопленный учёными исследователями предыдущих поколений, нуждается в непрерывном обновлении, а совершение качественного прорыва в реформированной отечественной науке под силу лишь молодым.

В 2015 году произошло присоединение Дальневосточного государственного гуманитарного университета к Тихоокеанскому государственному университету (ТОГУ). На сегодняшний день подготовка научно-педагогических кадров города Хабаровска в области естественных наук осуществляется на Факультете естественных наук, математики и информационных технологий (ФЕНМиИТ) (по известной причине не берём в расчёт математику и компьютерные науки). В 2017 году по набору студентов особенно выделяются профили: «Экология и природопользование» и «Биологические науки»; география изучается в рамках «Педагогического образования (с двумя профилями подготовки)» (биологией).

Реорганизация состоялась. Новая государственная политика способствует внедрению инноваций на Дальнем Востоке – в регионе, представляющем собой кладезь уникальных явлений и процессов, в регионе нового освоения. Настало время оценить перспективы развития ТОГУ на новых рельсах, обращаясь к идее создания в системе ФЕНМиИТ малого инновационного предприятия (МИП): опытной научно-исследовательской станции, оснащённой необходимым оборудованием для практического изучения студентами естественнонаучного профиля урбоэкосистемы родного города.

Постоянная научно-исследовательская станция – старейшая форма организации работы по сбору и обработке материала изучения местности, важность которой была подчёркнута ещё В.И. Вернадским. Стационарный объект позволяет производить обобщение данных полевого исследования и лабораторного анализа, даёт возможность хранения опытных образцов.

Первоначальный старт данного проекта подразумевает территориальное расположение на базе университета, что обеспечивает экономию бюджета на содержание. При наличии опытной площадки, если имеются затруднения с осуществлением выездных практик, также обеспечивается доступность получения навыков экспедиционной деятельности будущими экологами, биологами и географами. Организация занятий для студентов первых курсов в стенах научно-исследовательской станции будет способствовать раннему их погружению в профессиональную среду.

В целях коммерциализации подобного начинания станция может быть использована, как городской лекторий для проведения мероприятий (встреч, мастер-классов, квестов) эколого-просветительского характера, рассчитанных на широкий круг населения. Здесь студенты смогут отработать навыки педагогического мастерства. Вокруг экологического просветительства возможно сосредоточение центра волонтёрского движения, что поднимет популярность факультета среди молодёжи и повысит его рейтинг. Рано или поздно на базе научно-исследовательской станции возникнет музей. Всё это будет способствовать привлечению дополнительных средств.

При условии размещения станции в черте города Хабаровска, а также в обстановке возрастающего интереса к урбоэкологии, вызванного обострением экологической ситуации в постиндустриальном обществе, необходимо определиться с основными векторами исследовательской деятельности, планируемой на станции. Прогрессивность урбоэкологического подхода к работе оправдана его комплексностью и стремлением найти баланс между интересами экономики и экологии. Такой подход подразумевает изучение антропогенного ландшафта во всём многообразии взаимосвязанных воздействий, оказываемых на него; подход заключается в разработке методов рационализации природопользования. Это предопределяет урбоэкологическую концепцию работы МИП.

Урбоэкосистема Хабаровска уникальна в силу совокупности факторов взаимного влияния природных особенностей Среднеамурской низменной равнины и хозяйственно-промышленной

специфики города. Назначение векторов урбоэкологических исследований Хабаровска диктуется спектром актуальных проблем, присутствующих на территории и ожидающих практического решения при участии нового поколения специалистов. Вот наиболее масштабные из проблем:

1. Проблема загрязнения воздуха транспортом, выбросами предприятий, а также в результате летне-осенних лесных пожаров, вызывающая заболевания дыхательных путей и усугубляющая онкогенные риски населения. Особенного внимания стоят районы города, приуроченные к понижениям рельефа, где загрязнённый воздух застаивается;

2. Проблема изменения водной среды реки Амура в результате сбросов промышленных вод со стороны крупных городов России и Китая и несоответствие воды питьевым нормативам, что также негативно сказывается на здоровье и качестве жизни человека. В контексте данного вопроса требует внимания биота Амура в черте города;

3. Проблема загрязнения подземных вод от площадных источников (илохранилищ и золоотвалов) Хабаровска в пойме Амура путём фильтрации мышьяка, селена, меди и др. через маломощные покровные отложения в водоносные горизонты и последующее загрязнение ценных месторождений подземных вод;

3. Проблема техногенного преобразования геологической среды и рельефа в ходе строительства зданий и дорог, провоцирующая эрозионные и оползневые процессы;

4. Проблема загрязнения почвенного покрова производственными и бытовыми отходами;

5. Проблема зелёных насаждений города: несоответствие озеленённых площадей современным градостроительным требованиям, ухудшение состояния городских ООПТ по причине старения растительности (в т.ч. Дендрария). Несмотря на широкий ассортимент дальневосточных видов, городское озеленение выглядит однообразно за счёт доминирования в фитомассе вяза и тополя, нехватки кустарников. Женские особи тополя являются источниками пуха, провоцирующего рост аллергических заболеваний;

6. Проблема влияния точечного характера застройки на формирование экологического каркас города и ухудшение визуальной среды путём формирования агрессивных зрительных полей.

Всё это – далеко не полный перечень проблем, открывающий широкий фронт работы.

Итак, разумная организация функционирования МИП – научно-исследовательской станции в инфраструктуре вуза создаёт предпосылки к развитию прочной базы урбоэкологических исследований, необходимых не только Хабаровску, но и каждому крупному городу. При условии, что опыт развития подобной формы будет положительным на территории Хабаровска, его смогут применить и другие регионы. Появление такой базы в системе факультетов естественнонаучной специализации обещает усиление интеграции вузов в научное сообщество через совместную работу с НИИ и институтами РАН. Инвестирование в развитие регионального научно-образовательного сектора имеет долгосрочную перспективу отдачи, однако такой вклад равноценен прямому инвестированию в развитие самого региона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Морозова Г.Ю., Нарбут Н.А., Бабурин А.А. и др. Концепция озеленения Хабаровска. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 2003. 38 с.;

Нарбут Н.А. Экологические проблемы региона: Хабаровский край. Курс лекций. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН. 2006. 129 с.;

Толочко Е.А. Инновационная инфраструктура вузов. Развитие экономики и менеджмента в современном мире. Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции. Воронеж. 2014. 349 с.;

Чудесова Г.П. Роль научно-исследовательской работы студентов в учебном процессе. Сборник научных статей «Социально-экономическое положение России в новых геополитических и финансово-экономических условиях: реалии и перспективы развития». СПб.: Институт бизнеса и права. 2008.

АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА НА ПРИМЕРЕ БЕЛОЯРСКОГО РАЙОНА

Anthropogenic influence on the natural ecosystems of the Khanty-Mansi Autonomous district on the example of the Beloyarsk region

Е.Э. Желонкина

Государственный университет по землеустройству, г.Москва; ресурс-86@mail.ru

Ханты-Мансийский автономный округ полностью располагается в пределах лесной таежной зоны. Тем не менее состав растительности сильно изменяется при продвижении с севера на юг. В этом направлении друг друга сменяют подзоны северной, средней и южной тайги.

Западно-Сибирская равнина в пределах округа охватывает небольшую по площади подзону лесотундры и обширную лесную зону. Зона лесотундры представлена редколесьем из лиственницы. Южнее она вытесняется елью и березой. Здесь преобладают лишайниковые и лишайниково-кустарниковые сообщества.

Территория Белоярского района расположена в таежной зоне Полярного Урала. Основную часть Белоярского района занимают леса – дремучая, сильно заболоченная тайга. Это западная часть великого лесного сибирского океана.

По лесорастительному районированию территория относится к зоне северо- и среднетаежных сосновых лесов с примесью кедра и лиственницы. Средняя тайга занимает почти всю территорию района и лишь на севере небольшая часть района входит в подзону северной тайги.

Растительный покров подзоны средней тайги во многом зависит от рельефа. Континентальный климат, короткий безморозный период и наличие мерзлоты наложили отпечаток на рост и развитие растительности. Здесь преобладают леса низких бонитетов, приземистые кустарники из карликовой березы и ольхи. Наземный покров состоит из типичных представителей северной тайги: лишайников, зеленых мхов, долгомошников. Широко представлены вересковые: брусника, голубика, багульник и другие. Насаждения, в основном, смешанные по составу.

Большая часть территории покрыта лесами. Основной лесообразующей породой является сосна. Она образует лишайниковые боры по приречным террасам и произрастает на возвышенных участках среди обширных болот. По окраинам болот преобладают сфагновые сосновые редколесья, являясь переходными сообществами к болотам. Лишайниковые леса и редколесья в сочетании с болотными массивами, богатыми ягельниками и ветошно-зимне-зелеными кормами, являются зимними оленьими пастбищами совхоза «Казымский».

Лиственничники размещаются небольшими выделами, их суммарная площадь не велика. Кедровники произрастают лентами по долине рек вместе с другими хвойными и лиственными породами. Чистые насаждения кедра, как правило, не встречаются. Еловые леса представлены смешанными елово-кедровыми древостоями с примесью березы. Они расположены по поймам крупных рек (Казым, Сорум, Амня, Норумъеган) и на прибрежных участках и межгривных понижениях. Значительную часть территории занимают болота. Характеризуются сильно развитым кустарниковым фоном из карликовой березы, ив; сплошным покровом сфагновых мхов, кукушкина льна. Кустарниковая растительность не образует больших массивов и располагается узкой полосой на границе лесных и болотных массивов. В сочетании с травяно-осоковыми болотами кустарники представляют запас кормов для оленей в летний и ранне-осенний периоды года.

На состояние растительного покрова большое влияние оказывает антропогенный фактор (предприятия лесопромышленного и нефтегазодобывающего комплексов, транспорта). Большой урон наносит промышленная рубка лесов, пожары. При рубке лесов на долгие годы нарушается естественный природный баланс территории; в условиях среднетаежных лесов процесс восстановления биоценозов требует 150-200 лет (Желонкина, 2007; Комментарий..., 1997). При строительстве дорог не соблюдались экологические требования, что привело к нарушению естественного гидрологического режима на прилегающих к дорогам землям. Уничтожение или нарушение естественной растительности приводит к формированию синантропных растительных сообществ.

На территории района для сохранения численности животных созданы биологический заказник «Сорумский» и природный парк «Нумто». Из ценных промысловых видов млекопитающих в Белоярском районе присутствуют лось, медведь, соболь, лисица, белка, куница, ондатра, росомаха, выдра, песец; из промысловых птиц – глухарь, тетерев, рябчик, белая куропатка; различные виды

водоплавающих птиц. На территории района обитают редкие и исчезающие виды орлан-белохвост и ястреб-тетеревятник, скопа, беркут, сокол-кречет, сокол-сапсан, гусь-пискулька, белый гусь, серый журавль; встречаются на пролете краснозобая казарка и малый тундровый лебедь.

В реках и озерах Белоярского района обитают практически все виды рыб, характерные для территории Ханты-Мансийского автономного округа: муксун, пелядь, чир, пыжьян, нельма, осетр, язь, щука, елец, плотва, окунь, налим, стерлядь, карась, находящийся под угрозой исчезновения таймень. В настоящее время промышленный промысел рыбы значительно сократился.

С одной стороны, в результате массированного проникновения в тайгу нефтегазодобывающих предприятий, обширных вырубок и лесных пожаров разрушается среда обитания животных; с другой – отмечается распространение видов – спутников человека. К числу таких видов относятся, например, обыкновенная чайка, обыкновенный грач, скворец, полевой воробей, городская ласточка, деревенская ласточка, сизый голубь и «домашние» насекомые. Расселение человека не отражается на жизненных циклах этих видов. В сельских поселениях и городах округа нередко можно встретить многочисленных представителей воробьинообразных – снегиря, обыкновенного дубоноса, клеста, еловика, обыкновенную чечетку, желтую трясогузку, серую славку, садовую камышовку, пеночку, варакушку, серую мухоловку, обыкновенного поползня, серую ворону; некоторых представителей гусеобразных – крякву, чирка-свистунка; отдельных представителей соколообразных – черного коршуна, канюка.

Соседство с человеческими поселениями и промышленными объектами хорошо переносят и гнездящиеся на территории округа представители ржанкообразных – камнешарка, турухтан, белохвостый песочник, гаршнеп, озерная, серебристая и сизая чайки.

Процесс лесоэксплуатационного и нефтепромыслового освоения отразился на численности видов многих животных (табл. 1). Отмечается устойчивое сокращение численности водоплавающих птиц – краснозобой казарки, кряквы, клоктуна, серой утки, широконоски, морской чернети; некоторых соколо-образных – полевого луня, тетеревятника, перепелятника, а также глухаря, большого кроншнепа. Характеристика охотничьих ресурсов на территории Белоярского района

Таблица 1. Ханты-Мансийского автономного округа (по данным районной охотинспекции).

Вид ресурса	Численность животных, шт.				Причины изменения численности
	2012г.	2013г.	2014г.	2015г.	
1	2	3	4	5	6
Лось	600	779	1372	1836	Благоприятные условия обитания
Белка	95600	6150	10182	11200	Миграция, болезни
Заяц-беляк	8000	8340	3400	3750	Болезни (туляремия)
Соболь	660	1500	1486	1625	Хорошая кормовая база
Горностай	н.д.	3040	1990	1750	Ухудшение кормовой базы
Выдра	100	130	111	126	Незначительный излов
Лисица	800	4560	1211	1300	Ухудшение кормовой базы
Медведь бурый	100	120	180	250	Благоприятные условия обитания
Глухарь	н.д.	25480	18100	48750	Благоприятное воспроизводство и хорошая кормовая база
Тетерев	23250	33680	60000	н.д.	Благоприятное воспроизводство и хорошая кормовая база
Рябчик	н.д.	17400	11100	12000	Неблагоприятные условия обитания
Куропатка белая	н.д.	10780	н.д.	52750	Миграция с севера

Нельзя не отметить, что Белоярский район, площадь которого более 4 млн. га, в меньшей степени подвергнут антропогенному прессингу техногенного характера. Отсутствие, нефтегазодобывающих предприятий обусловило сохранность большей части территории в ее первозданном виде. На территории района находятся лицензионные участки в стадии разведки

Площади этих лицензионных участков на территории района составляют 82221 га, 67611 га и 2201 га. Работы по бурению и обустройству скважин на территории указанных лицензионных участков планируются и разрабатываются. Большой, Ольховский и Центральный лицензионные участки размещаются на землях Белоярского лесхоза.

В экологическом отношении обустраиваемая территория характеризуется высокой степенью ранимости, неустойчивостью к внешним воздействиям, неадекватной реакцией на антропогенные

нагрузки и низкой способностью к самовосстановлению (Желонкина, 2007). В процессе освоения территории необходимо обеспечить максимальное снижение негативных последствий техногенного воздействия путем внедрения дополнительных природоохранных мероприятий, средств оперативного реагирования и контроля состояния окружающей среды (Желонкина и др., 2005).

Аннотация: Добыча нефти наносит большой ущерб природным комплексам, в связи с экстремальными природными факторами на севере, растительному покрову и животному миру наносится большой ущерб. Поэтому необходимо постоянно проводить мониторинг природных экосистем, рекультивацию нарушенных земель, на которых проводится разведка и добыча нефти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Желонкина Е.Э. Влияние нефтегазодобывающего комплекса на экологическое состояние почв северных территорий. Сб. докладов Материалы научно- практической конференции ГУЗ,2007. С 224-228

Желонкина Е.Э., Хабаров А.В., Хабаров В.А. Рекультивация нефтезагрязненных земель Северо-Варьеганского месторождения «Варьеган-нефтегаз» Ханты-Мансийском автономном округе. Научное и кадровое обеспечение формирования земельно-имущественного комплекса России: Материалы Международной научн.-практ. конф. / Гос. ун-т по землеустройству. – М., 2005. – С.162-165.

Комментарий к закону РФ «Об охране окружающей природной среды», М., 1997.

РЕКРЕАЦИОННЫЙ РЕСУРС КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. КОМСОМОЛЬСКА-НА-АМУРЕ)

Recreational resources as a factor of effective development of territories of priority development (on the example of Komsomolsk on the Amur)

В.Н. Завгорудько, Т.И. Завгорудько, Г.В. Завгорудько

ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный медицинский университет Минздрава России, г. Хабаровск; vzavgorudko@mail.ru

Основным сдерживающим фактором экономического развития Дальнего Востока был, есть и остается дефицит трудовых ресурсов. Столыпинские реформы, принудительное переселение 30-40-х годов прошлого столетия, всевозможные ударные стройки, территориальные льготы не смогли полностью обеспечить Дальний Восток трудовыми ресурсами, хотя и значительно увеличили количество населения за счет его резерва в других регионах страны. Сегодня этот резерв исчерпан.

Выходом из создавшейся ситуации может быть формирование государственной политики, ориентированной на неукоснительное выполнение федеральных и местных целевых программ, направленных на охрану здоровья населения, в которых заметная роль должна отводиться реабилитационным технологиям.

К сожалению, официальная политика государства, проводимая прежде всего на всех уровнях управления здравоохранением и фондами обязательного медицинского страхования, построена прежде всего на употреблении, дорогостоящих лекарств преимущественно импортного производства. Механизмом проведения такого курса стала обязательная стандартизация лечебного процесса, где почти нет места методам немедикаментозной терапии. При таком подходе врачи лишаются возможности творческого отношения к лечебному процессу, что всегда отличало отечественную медицину, больные избавившись на время от одного заболевания, приобретают новое, спровоцированное побочным эффектом фармакотерапии, а государство несет огромные убытки от высокой заболеваемости, инвалидности и полной ориентации на приобретение аппаратуры и лекарств за границей.

Несмотря на непрерывное совершенствование обеспечения лечебных учреждений новейшими техническими средствами, создание центров высоких технологий, состояние здоровья людей лучше не становится. Официальная медицина «пробуксовывает». И на этом фоне государство и официальное здравоохранение почти не уделяет внимание развитию такого высокоэффективного и, в тоже время, ресурсосберегающего направления, каким является медицинская реабилитация. Обладая огромным арсеналом исторически сложившихся и апробированных методов, преимущественно немедикаментозной терапии, реабилитологи могли бы существенно повлиять на повышение качества здоровья и жизни человека. Наш опыт, как и опыт поколений врачей, показал особую эффективность, при высочайшей доступности, медицинской реабилитации, одним из направлений которой является рекреационная терапия.

Сравнительно недавно в лексикон многих специалистов стал входить термин – рекреация. Но чаще им пользуются архитекторы, проектировщики, и он почти незнаком по содержанию медикам. Мы, к сожалению, не замечаем, что окружающая нас природа уготовила нам многое, что позволило человеку сформироваться как разумное существо, сохранить его, о чем человечество забывает и все дальше отодвигается от природы.

Анализ нескольких формулировок Рекреации позволяет обобщить их в единое понятие. Рекреация – восстановление и сохранение здоровья путем активного контакта с окружающей нас природой. Основой рекреации является рекреационные ресурсы, куда входят компоненты природной среды, обладающие уникальностью, оригинальностью, эстетической привлекательностью, целебно-оздоровительной значимостью, пригодные для организации различных видов и форм рекреационных занятий, в том числе способствующих поддержанию и восстановлению физического и духовного здоровья человека, которые можно использовать для отдыха, туризма и лечения (Завгорудько В.Н. и др., 2014).

Наиболее часто применяется классификация рекреационных ресурсов, основным критерием которой является их принадлежность к компонентам природной среды. Выделяют геологические, геоморфологические, гидрологические, климатические, почвенные, флористические, фаунистические рекреационные ресурсы (Завгорудько В.Н. и др., 2015).

Новейшие лечебные учреждения, медицинские Центры высоких технологий, обеспечивают, прежде всего, «удары по хвостам». А ведь можно не допустить появление этих хвостов простейшими

методами, при массовом охвате ими населения, без огромных финансовых затрат и с высочайшей медико-экономической эффективностью, за счет рационального использования рекреационного ресурса.

Наглядно можно представить это на примере г. Комсомольска-на-Амуре и прилегающих к нему территорий. Учитывая, что это город особого внимания Президента России, вопрос об активном промышленно-экономическом развитии стоит очень остро и собрать людей на решение технико-экономических проблем только предоставлением жилья, строительством медицинских центров, повышением иных форм улучшения показателей жизненного уровня будет явно затруднительно. Сохранение здоровья здоровых, реабилитация больных, предупреждение заболеваемости, придание городу привлекательности и привлечение мигрантов без использования рекреационных ресурсов окружающей среды и тяготеющих к городу территорий невозможно.

В окружении города практически нет загрязняющих воздушную сферу предприятий, иных антропогенных негативных воздействий, чего не скажешь о самом городе, и это позволяет считать воздух чистым и эффективным лечебно-профилактическим фактором. Особенно, если воздух насыщен биологически активными веществами (БАВ) растительного происхождения в условиях прекрасных лесных массивов.

На разном удалении от города напрашиваются на рекреационное использование 5 крупных озер. Купание, плавание на безмоторных плавсредствах, спортивная рыбная ловля, доставляющие прежде всего эстетическое удовольствие, явно интересует многих людей. Интересны туристические маршруты по отрогам Мяо-Чана и Баджальского хребта, сплавы по горным и спокойным рекам, туристические маршруты по Амуру и прилегающим к нему территориям, спортивная охота, сбор дикоросов и др. не могут не привлечь людей на повторные и многократные «выходы» на природу. Активный, нерегулированный, контакт с местной природой постепенно превращается из увлечения образом жизни, что навсегда превратит мигранта дальневосточника.

И за всем этим кроются глубокие физиологические процессы, происходящие в организме – начиная от расшлаковывания и детоксикации организма и заканчивая выработкой эндорфинов (гормона радости). Особое место в рекреационных ресурсах занимают минеральные воды и ожерелье озер с неисчисляемыми запасами лечебных грязей. Так, только Чукчагирское озеро превосходит запасы лечебных грязей любых из известных месторождений сапропелей западных территорий России (Кулаков, Сидоренко, 2017). На каждого жителя России приходится по 4,5-5,0 $м^3$ Чукчигирского сапопеля. А ещё есть озеро Эворон, Болонь и др. Многие заболоченные места содержат от 1,5 до 4 м прослойки торфа. И сапропель, и торф являются уникальным лечебно-профилактическим средством, прекрасным органическим удобрением для сельского хозяйства, сырьем для фармпромышленности и парфюмерии. Кстати, грязь (торф) удобный материал для медицинского использования в условиях городских медицинских учреждений (Завгорудько Т.И. и др., 2011; Сидоренко, 2008).

На окраине города имеется популярный в народе «Серебряный источник», лечебные свойства которого до сих пор не изучены. Но свидетелей терапевтической эффективности среды горожан более чем достаточно. Подлежит более глубокому изучению Харпичиканская группа холодных углекислых вод, что вселяет надежду на создание собственных Ессентуков. Постоянный интерес вызывают ближайшие курортные маршруты: курорт Кульдур (кстати, там был в прошлом пансионат от завода им. Гагарина Ю.А.), «Тумнин», «Анненские воды» являются самыми многопрофильными из всех известных минеральных вод – более 300 показаний. Нами доказано снижение заболеваемости через год после лечения на курортах с этим типом минеральных вод от 3.1 до 7,0 раз по разным категориям больных. Среди показаний следует отметить особо актуальные для города:

- предупреждение адаптационного срыва у мигрантов
- дезинтоксикация производственных загрязнений
- профзаболевания, в т.ч. вибрационная болезнь
- предупреждение перехода хронических заболеваний в инвалидность
- восстановление репродуктивного здоровья
- продление активного долголетия
- радиопротективное действие
- восстановление иммунитета
- формирование здорового поколения и др. (Завгорудько В.Н. и др., 2016).

Для подавляющего большинства рекреационных мероприятий не требуются существенные финансовые вливания, но их массовость и эффективность дают значительную экономию на расходы

по здравоохранению, снижению инвалидности, повышения производительности труда. И самолечение воспринимается как удовольствие.

Вместе с тем, в таких крупных промышленных и административных центрах, каким является г. Комсомольск-на-Амуре, должен быть объединяющий использование рекреационного ресурса, других методов немедикаментозной терапии Центр медицинской реабилитации с обязательным отделением бальнео-грязелечения. Ранее некоторые разделы этого направления выполнял городской врачебно-физкультурный диспансер (ВФД), исчезнувший в годы былого лихолетия. Сегодня город нуждается, на наш взгляд, в восстановлении ВФД и создании Центра медицинской реабилитации, или объединением обоих организационных структур в единый Центр. Примеры такого рода объединений в России есть.

Дальневосточный государственный медицинский университет в лице кафедры медицинской реабилитации и физиотерапии готов предложить г. Комсомольску-на-Амуре разработку аргументированного обоснования по оценке и освоению рекреационных ресурсов и оформить информационный материал по пропаганде этого направления повышения качества жизни горожан для администрации, медиков, населения и возможных инвесторов. Для детальной разработки предложений по рациональному использованию рекреационного ресурса в целях оптимизации формирования территории опережающего развития (ТОР), какой является город Комсомольск-на-Амуре, целенаправленное комплексное научное экспедиционное исследование с участием специалистов нескольких направлений науки: медики, географы, ботаники, лесоводы, климатологи, гидрологи, экологи и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В., Завгорудько Г.В. Рекреационный туризм как составляющая часть экологического туризма и перспективы его развития на Камчатке //Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2014. № 1 (121). С. 52-56.

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В., Завгорудько Г.В. Организация лечения на курортах с азотно-кремнистыми термальными водами. Хабаровск: Изд. ДВГМУ, 2016. 152с.

Завгорудько В.Н., Сидоренко С.В., Завгорудько М.С. Возможности применения рекреационного ресурса в реабилитации инвалидов / В книге: Регионы нового освоения: Современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны. Сборник материалов конференции с международным участием. 2015. С. 155-157.

Завгорудько Т.И., Завгорудько В.Н., Сидоренко С.В., Чаков В.В. Возможности пелоидотерапии в реабилитации детей с дизметаболической нефропатией, осложненной инфекцией мочевой системы //Дальневосточный медицинский журнал. 2011. № 4. С. 54-56.

Кулаков В.В., Сидоренко С.В. Минеральные воды и лечебные грязи Приамурья. Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2017. 474 с.

Сидоренко С.В. Эффективность реабилитационной терапии метаболических нарушений у детей с нефропатиями //Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2008. № 8. С. 60-62.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ В ПРИОХОТЬЕ И НА МАТЕРИКОВОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА

Dynamics of wetlands vegetation of in the Okhotsk area and continental coast of the Tatar strait

Е.Н. Захарченко

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; elena_ivep@mail.ru

Торфяные болота — это уникальные природные системы, выполняющие множество важных биосферных функций. Одной из таких функций является накопление углерода в виде не полностью разложившегося органического вещества торфа. Установлено, что активное развития болот и торфонакопление на территории Нижнего Приамурья началось приблизительно 10-9 тысяч лет назад (В.Б. Базарова, 2003). За это время неоднократно менялись температура и увлажненность (V.B. Bazarova, 2003). Наиболее чувствительным индикатором таких изменений является растительность. Поэтому, исследуя стратиграфию торфяных залежей, можно получить информацию, как о региональных, так и глобальных изменениях климатических условий в голоцене.

Объекты исследования.

Нами было обследовано 4 болотных массива, 3 из них относятся к олиготрофному сфагновому типу биогеоценозов атмосферного питания, и одно болото - мезотрофное сфагновое смешанного питания по классификации Ю.С. Прозорова (Ю.С. Прозоров, 1974).

Первый болотный массив приурочен к устьевой части надпойменной террасы р. Нигирь с абсолютной отметкой высот 15 м., микрорельеф выположенный, общее проективное покрытие кустарничково-травяного яруса не превышает 35%, мохово-лишайникового - 100%, при этом лишайники занимают около 60% поверхности болота, а сфагновые мхи лишь 40%.

Второй участок перешейка бухта Табо - оз. Кизи характеризуется сглаженным микрорельефом, доминированием гидрофильных сфагновых мхов и наличием мерзлотных останцов. Высота над уровнем моря 32-34 м.

Третий – на правобережье р. Кади, впадающей в одноименное озеро, на плейстоценовых террасах Нижнеамурских низменностей долины р. Амур. Доминантами сообщества являются сфагновые мхи и вересковые кустарнички, высота над уровнем моря 37-40 м.

Болото междуречья р. Аргулад и р. Левый Аргулад, о. Большой Шантар, характеризуется доминированием гидрофильных и гипергидрофильных сфагновых мхов, абсолютная высота 20-40 м.

Общей чертой выбранных участков является то, что они находятся преимущественно под влиянием морского климата, среднегодовое количество осадков почти в два раза превышает испарение (Агроклим. справочник, 1961; Рес. пов. вод, 1979).

Материалы и методы.

Торф отбирали в 2012 и 2016 годах и исследовали послойно методом ботанического анализа по ГОСТ (ГОСТ 28245-89, 2003). Сукцессионные стадии болотной растительности выделялись по слоям торфа с различным ботаническим составом. Названия сообществ включают доминантный вид (жирный шрифт) и содоминанты. Для оценки палеогидрологического режима болот применяли индекс влажности (ИВ), предложенный Г.А. Елиной и Т.К. Юрковской (Г.А. Елина, 1992). Метод расчета ИВ основывается на бальной оценке растительных остатков, слагающих торфяную залежь.

Целью наших исследований на данном этапе являлось выявление динамики растительности в голоцене некоторых водно-болотных угодий в Приохотье и на материковом побережье Татарского пролива.

В результате исследования было определено, что мощность торфяной залежи на болоте надпойменной террасы р. Нигирь составляет 425 см. Подстилается залежь глиной сизого цвета, морского генезиса.

Смены болотных палеофитоценозов проходили в такой последовательности: 425-310 см *Carex limosa – Sphagnum fuscum*; 310-150 см *S. fuscum – Ericaceae – S. magellanicum*; 150-25 см *S. fuscum – S. rubellum – S. lenense;* 25-0 см *S. fuscum*.

На перешейке бухта Табо – оз. Кизи мощность торфяной залежи составляет 230 см. Залежь подстилается озерной оглееной глиной, что свидетельствует о том, что заболачивание началось на суходольных участках леса, которые на первом этапе развития периодически подтапливались. Растительные сукцессии проходили в следующем порядке: 250-230 см *Carex – Polytrichum – S. magellanicum*; 230-160 см *Eriophorum – S. fuscum – S. balticum*; 160-80 см *S. fuscum – S. lenense – Polytrichum;*80-30 см *Ericaceae –Eriophorum – S. fuscum;* 30-0 см S. *fallax – S. lindbergii*.

Мощность торфяной залежи правобережья р. Кади 230 см. Заболачивание началось на низкой пойме реки, о чем свидетельствует подстилающая поверхность - глина сизого цвета с включением аллювия. За время существования болотного массива произошли следующие смены сообществ: 250-230 см органо-минеральный слой с преобладанием осок; 230-205 см *S. fuscum – S. magellanicum – Baeotrion – Calamagrostis – Larix*; 205-130 см *S. fuscum – S. magellanicum – Larix; 130-70* см *S. fuscum – S. angustifollium – Eriophorum;* 70-55 см *S. balticum – Calliergonella*; 55-0 см *S. fuscum – Polytrichum – Dicranum.* Наличие в торфяном волокне угольков и массовое распространение зеленых мхов говорит о частых пожарах, происходивших на данной территории.

В междуречье рр. Аргулад-Левый Аргулад торфяная залежь глубиной 215 см подстилается глиной с включением древесных остатков и не окатанных минеральных частиц. Вероятно, заболачивание началось с суходольных участков леса. Смены болотных сообществ проходили в последовательности: 215-165 см *Larix – Eriophorum – Betula*; 165-125 см *S. fuscum – Eriophorum – Baeotrion*; 125-25 см *Baeotrion – S. angustifollium – S. balticum – Polytrichum*; 25-0 см *S. flexuosum – Eriophorum russeolum.*

На всех исследованных болотах начальные этапы отложения торфа проходили на периодически затапливамых участках суши. В основании залежей обнаруживались древесные остатки (долина р. Аргулад) или травянистые (побережье р. Нигирь, бухты Табо, р. Кади). Далее залегали следующие типы торфа: кустарничково-травяной, затем травяно-сфагновый и сфагновый, т.е. развитие биогеоценозов шло в сторону усиления олиготрофности.

Тип болотного растительного сообщества напрямую зависит от условий увлажненности. Поэтому, на основании данных ИВ исследованных торфяных залежей (рис.) можно судить об изменениях палеогидрологического режима и их воможных причинах.

Известно, что на протяжении голоцена происходило несколько резких смен климата, которые отмечались синхронно во многих регионах Земли: на территории Нижнего Приамурья (В.Б. Базарова, 2003; 2013, V.B. Bazarova, 2003), в Сибири (Ю.И. Прейс 2013;2015; Г.Ю. Ямских, 2004), Канаде (N. Bhiry, 2007). Так, в периоды сухого похолодания (~ 8000-7000 л.н., 4000-3000 л.н., 2000-1400 л.н) в торфяном волокне доминировали психроффильные кустарнички и деревья, а иногда накопление торфа прекращалось. Такие прослойки высокой степени разложения называют возвратными горизонтами (В.Б. Базарова, 2003). Во всех исследованных образцах обнаруживались слои, отвечающие определению «возвратный горизонт», что косвенно свидетельствует о возрасте торфяников. На двух участках - на перешейке бухта Табо – оз. Кизи и в долине р Нигирь начальные этапы накопления торфа пришлись, вероятно, на пребореальный-бореальный периоды, а на двух других болотных массивах – на конец бореального-атлантический.

Графики изменения ИВ на болотах долин р. Нигирь и р.Кади соотносятся с данными разрезов торфяников Нижнего Приамурья (V.B. Bazarova, 2003) (торфяники «Тяпка», «Чля», «Биранжинская марь» и др.), а также со схемой климатических колебаний в голоцене на Дальнем Востоке Хотинского (Н.А. Хотинский, 1977). Что говорит о преимущественном влиянии глобального климата на процесс торфобразования.

Колебания индекса влажности на перешейке бухта Табо – оз. Кизи и междуречье рр. Аргулад-Левый Аргулад отличаются от климатической схемы изменения увлажненности, но имеют общие черты с преобразованиями ИВ торфяника «Алгатинская марь» (В.Б. Базарова, 2003). Причиной различий может служить островное расположение (долина р. Аргулад, о. Большой Шантар) и отделенность от других территорий побережья Татарского пролива отрогами горных массивов (бухта Табо – оз. Кизи).

На основании полученных результатов можно сделать следующие *выводы*:

Несмотря на некоторые отклонения в развитии болот в Приохотье и на материковом побережье Татарского пролива растительные сообщества сменяли друг друга в соответствии с общими представлениями эволюции торфяной залежи.

Сукцессии на болотных экосистемах побережья Татарского пролива происходили, преимущественно, под влиянием глобальных колебаний климата. На водно-болотные угодья острова Большой Шантар оказывает влияние региональный муссонный морской климат большее, чем глобальные колебания.

Выражаю особую благодарность сотрудникам ИВЭП ДВО РАН: Купцовой В.А., Чакову В.В., Остроухову А.В. за предоставленные первичных материалов с о.Большой Шантар.

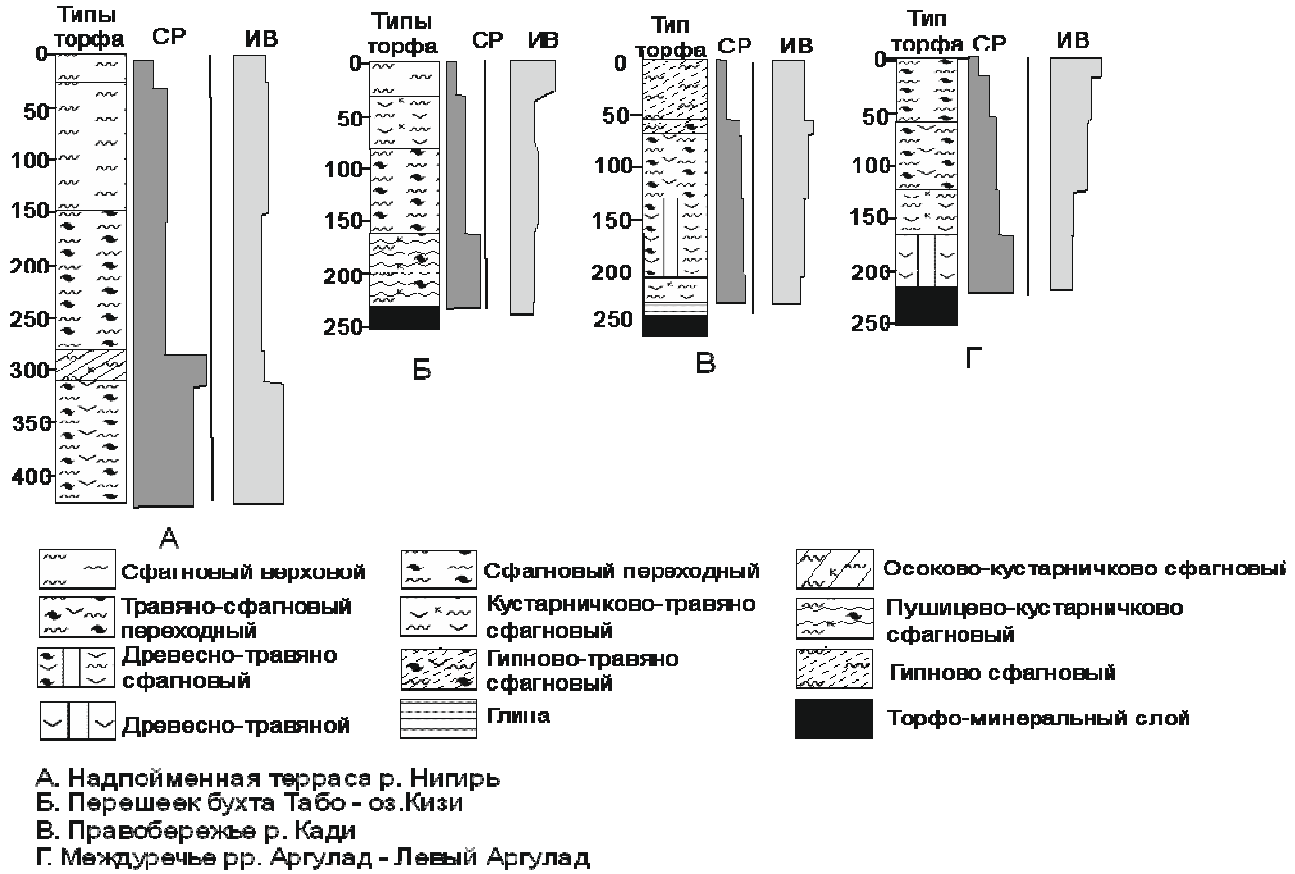


Рис. 1. Стратиграфия, степень разложения, индекс влажности болот побережья Татарского пролива и южного Приохотья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Агроклиматический справочник по Хабаровскому краю. Л.: Гидрометеоиздат. 1961. 204 с.

Базарова В.Б. Палеогеографические условия развития торфяников Нижнего Приамурья в послеледниковье-голоцене // Диссертация на соискание ученой степени кандидата географических наук. Вл. 2003. 150 с.

Базарова В.Б., Мохова Л.М. Особенности развития растительности бассейна амура в голоцене // Материалы третьей всероссийской научной конференции (с международным участием) «Динамика современных экосистем в голоцене» 12-15 марта 2013 г. К. 2013. С. 85-88.

ГОСТ 28245-89 Торф. Методы определения ботанического состава и степени разложения. Дата введения 1990. 2006. М.: Стандартинформ. 7 с.

Елина Г.А., Юрковская Т.К. Методы определения палеогидрологического режима как основа объективизации причин сукцессий растительности болот // Ботанический журнал №7. С.-П.: Наука. Т. 77. 1992. С. 120-124.

Прейс Ю. И. Детальная реконструкция функционального состояния болота как отклик на изменения континентального климата голоцена (средняя тайга Западной Сибири) // Известия Томского политехнического университета. № 2. Т. 2015. С. 90-102.

Прейс Ю.И., Чередько Н.Н. Цикличность в эволюции болотных комплексов юго-востока Западной Сибири в голоцене // Материалы третьей всероссийской научной конференции (с международным участием) «Динамика современных экосистем в голоцене» 12-15 марта 2013 г. К. 2013. С. 285-287.

Прозоров Ю.С. Болота Нижнеамурских низменностей. Н.: Наука. 1974. 210 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Вып. 2. Л.: Гидрометеоиздат. 1979. 212 с.

Хотинский Н.А. Голоцен северной Евразии. М.: Наука. 1977. 200 с.

Ямских Г.Ю., Карпенко Л.В., Гренадерова А.В. Реконструкция сукцессий растительности и палеогидрологического режима болот (на примере торфяника в долине реки Кас) // География и природные ресурсы № 4. И.: Гео. 2004. С. 128-134.

Bazarova V.B., Klimin M.A., Orlova L.A., Mokhova L.M., Gvosdeva I.G. Holocene climatic changes recorded in Gursky and Tyapka peat sections (Low Priamurie) // Reports of the Workshop on the Global Studies in the Far East, 11-15 September, 2000. V. 2003. P. 99-110.

Bhiry N., Payette S., Robert E.C. Peatland development at the arctic tree line (Quebec, Canada) influenced by flooding and permafrost // Quatery Research. 2007. V. 67. P. 426–437.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗЕЙРЕГИТ — ВОДА

Experimental modeling of seiregit - water system

П.В. Ивашов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; ivep@ivep.as.khb.ru

Минерал зейрегит ($CaWMoO_7$) – молибденсодержащая разновидность шеелита, используемая в промышленности как руда вольфрама. В Геологическом словаре относительно зейрегита указано, что "минерал не изучен" (Геологический словарь, 1955. С. 253). В 60-ые годы прошлого века месторождение зейрегита было открыто на юге Дальнего Востока России и в Приморье. В последующем были изучены геохимические и физико-химические свойства этого минерала (Левашев, 1978). Зейрегит характеризуется зеленовато-желтой и желтовато-бурой окраской, обнаружен в виде крупных кристаллов размером до 5-10 см, по устойчивости к процессам химического выветривания относится к группе умеренно устойчивых минералов (классификация А.А. Кухаренко, 1961). Минерал имеет среднюю твёрдость (4,5-5,0 по шкале Мооса), характеризуется также средней удельной массой плотности, равной 5,8-6,2 г/ $см^3$. Это достаточно редкий минерал, поэтому сведения о его растворимости в неорганических и органических средах (растворах) в литературе отсутствуют. Получение материалов о его химическом выветривании (растворении) крайне необходимо, особенно в связи с открытием на Дальнем Востоке России зейрегитовой минерализации (оруденения) промышленного значения.

Кроме того, несмотря на устойчивость зейрегита к процессам химического выветривания, рудные залежи этого минерала чётко фиксируются биогеохимическими ореолами рассеяния вольфрама и молибдена в растениях (Ивашов, 1991), что свидетельствует о глубокой трансформации этого минерала в зоне гипергенеза. Поэтому проведение экспериментального моделирования процесса химического выветривания (растворения) зейрегита в воде и природных реагентах (слабых электролитах) в лабораторных условиях представляет большой научный интерес и имеет методическое значение, особенно в связи с решением задач прикладной (поисковой) геохимии и биогеохимии внутрипочвенного выветривания – нового научного направления в почвоведении и геоэкологии (Ивашов, 1993).

Целью экспериментального моделирования по статическому химическому выветриванию зейрегита было установление агрессивности различных химических реагентов на степень растворения минерала и оценка миграции в зоне гипергенеза подвижных, доступных для растений вольфрама и молибдена.

В модельном опыте в качестве основного растворителя зейрегита была выбрана чистая вода H_2O с pH=6,0. Для контроля использовались слабые электролиты – разбавленные растворы серной H_2S0_4 , а также органических низкомолекулярных кислот – щавелевой $H_2C_2O_4$ и лимонной $H_8C_6O_7$, являющихся составной частью почвенного гумуса и почвенных растворов.

Выбранные реагенты до постановки опыта имели определенную (заданную) нормальность раствора (0,05 н.), кроме воды, которая характеризовалась нейтральной или близкой к ней средой. Исходным веществом для растворения были порошки зейрегита с размером зерен менее 0,25 мм массой 1 г. Навески заливались тем или иным раствором в конических колбах объемом 250 мл с притертой пробкой. Два раза в день все четыре колбы взбалтывались по пять минут для усиления процесса взаимодействия минерала с реагентом. Основными критериями оценки степени агрессивности воды и кислот по отношению к зейрегиту были изменение кислотности среды, фиксируемое путем ежедневного измерения величины pH прибором "pH-метр 673", а также общее количество исходного вещества, растворенного и перешедшего в фильтрат.

Для наступления устойчивого равновесия между твердой и жидкой фазами эксперимент был запланирован на длительное время и продолжался более трёх лет (1227 суток). Величина pH всех 4-х реактивов в начале эксперимента и при его окончании — устойчивого равновесия составила: вода 6,0 и 5,0; щавелевая кислота 1,5 и 2,0; лимонная кислота 2,0 и 2,0; серная кислота 1,5 и 1,8. Значения pH во время эксперимента в каждом из четырех опытов были в пределах вышеуказанных параметров, хотя отмечались некоторые изменения. Оказалось, что в варианте с водой величина pH фильтрата снизилась с 6,0 до 5,0 уже в первой четверти длительности эксперимента и оставалась неизменной до конца опыта. Незначительные изменения величины pH были характерны для щавелевой и серной кислот, а в случае с лимонной кислотой pH фильтрата в конце эксперимента оказался одинаковым с его начальным значением, т.е. равным 2,0, хотя в середине опыта pH поднималась до 2,5. Таким образом, наибольший диапазон колебаний pH характерен для воды (с 6,0 до 5,0) и наименьший - для

серной кислоты (с 1,5 до 1,8).

Динамика растворения исходного количества зейрегита под действием каждого из четырех реагентов характеризуется следующим количеством этого минерала, перешедшего в раствор (в г): под влиянием поды 0,0043, щавелевой кислоты 0,1950, лимонной 0,1659, серной 0,1792. Анализ этих данных показывает, что наиболее агрессивной по отношению к зейрегиту оказалась щавелевая кислота, под действием которой перешло в раствор порядка 20 % исходного минерала. Почти такой же агрессивностью к этому минералу обладает лимонная и серная кислоты, наименьшим растворяющем действием характеризуется вода, под влиянием которой в фильтрат перешло 0,43 % исходного зейрегита.

Таким образом, впервые доказано, что редкий минерал вольфрама — молибленсодержащий зейрегит химически выветривается не только под влиянием неорганической и органических кислот, но и под действием чистой воды. Поэтому представляется возможность объяснить формирование педогеохимических (почвенных) и биогеохимических (в растениях) ореолов рассеяния вольфрама и молибдена на зейрегитовой минерализации (оруденении) в зоне хвойно-широколиственных лесов Дальнего Востока России. Эти экспериментальные данные по химическому выветриванию зейрегита имеют большое значение не только для внутрипочвенного выветривания, но и прикладной геохимии и биогеохимии для поиска вольфрамовых месторождений зейрегитовой минерализации с помощью литогеохимических и биогеохимических методов, а также при биогеохимической индикации загрязнения экосистем тяжелыми металлами (Ивашов, 2013).

Если агрессивность воды по отношению к зейрегиту принять за 1, то растворяющие действие лимонной кислоты на этот минерал будет в 38 раз больше, серной – в 42 раза, щавелевой – в 45 раз. Название реагенты можно расположить в следующий ряд агрессивности по отношению к зейрегиту (увеличение растворяющего действия): вода – лимонная кислота – серная кислота – щавелевая кислота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Геологический словарь. Т. 1. М.: Госгеолтехиздат, 1955. 403 с.

Ивашов П.В. Биогеохимические исследования на рудных месторождениях Дальнего Востока. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 132 с.

Ивашов П.В. Биогеохимия внутрипочвенного выветривания. М.: Наука, 1993. 379 с.

Ивашов П.В. Биогеохимическая индикация загрязнения экосистем химическими элементами, Хабаровск: ДВО РАН, 2013, 117 с.

Кухаренко А.А. Минералогия россыпей. М.: Гостоптехиздат, 1961. 318 с.

Левашев Г.Б. Магматическая геохимия олова и вольфрама. М.: Наука, 1978. 144 с.

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ ЛУГОВОЙ ПОЧВЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

The effect of flooding of meadow soil on self-purification processes from petroleum products

Е.Л. Имранова, О.А. Кириенко

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; micro@ivep.as.khb.ru

Луговые почвы являются наиболее типичными для поймы р. Амур. Вследствие слабого органогенного горизонта они являются наиболее уязвимыми при различных видах внешнего воздействия. В результате катастрофического наводнения 2013 г. луговые почвы поймы длительное время находились в зоне затопления, что привело к морфологическим и структурным преобразованиям в самой почве, в составе микробных комплексов, а также к изменению скорости и направленности деструкционных процессов.

Проводили исследования по самоочищению почвы от нефтепродуктов до и после катастрофического паводка 2013 года.

Объектом изучения была лугово-глеевая почва поймы реки Амур, подвергшаяся затоплению в 2013 г. Отобранные после наводнения почвенные образцы, использовали в модельном эксперименте с искусственным загрязнением нефтью и керосином. Образцы инкубировали при комнатной температуре и влажности исследуемой почвы - 60% от полной влагоемкости. Керосин и нефть вносили в количестве 1г, 2 г, 10 г, 50 г на килограмм почвы. Варианты опыта соответственно К1, К2, К10, К50 и Н1, Н2, Н10, Н50. Контролем служила почва без нефтепродуктов. Микробиологические анализы проводили раз в месяц. Изучали в динамике развитие гетеротрофных бактерий (на среде РПА), бактерий-минерализаторов (на среде КАА), микромицетов и актиномицетов, нефтеокисляющих бактерий (НОБ).

Содержание остаточной нефти и нефтепродуктов (НП) в почвенных образцах определяли методом ИК-спектрофотометрии с экстракцией в четыреххлористом углероде (ЧХУ) на приборе КН-2М. Продолжительность лабораторного эксперимента была 120 дней. Такой же эксперимент для сравнения был поставлен с почвой до затопления (2012 год). Сравнительную оценку состояния загрязненной нефтью и керосином луговой почвы проводили до и после наводнения по микробиологическим и биохимическим параметрам.

Выявлена высокая способность микробных сообществ верхнего горизонта затопленной луговой почвы к деструкции органических соединений, в том числе, углеводородов керосина и нефти (таблица). Численность почвенных грибов в затопленной луговой почве возросла во всех вариантах через месяц эксперимента. Характерные для плодородных почв актиномицеты очень чувствительны к загрязнению и практически не выделялись на средах при посевах или вырастали единичные колонии, а при концентрации нефти и керосина 10 г/кг и 50 г/кг выпадали из микробоценоза. В почве, подвергнутой затоплению, активность этой группы микроорганизмов была незначительна, но все же выше, чем в 2012 году (Имранова, Кириенко, 2015).

Концентрация керосина и нефти в пределах от 1г/кг до 10 г/кг стимулировала жизнедеятельность микромицетов, гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий. Активность исследуемых физиологических групп микроорганизмов, а также разложение нефтепродуктов, в целом, была выше в почве, подвергнутой длительному затоплению, что связано с привнесением дополнительного аллохтонного органического вещества во время паводка. Более характерная картина наблюдалась в отношении нефтеокисляющих бактерий, являющихся показателями интенсивных процессов окисления нефтепродуктов. Численность этих бактерий на протяжении всего эксперимента была выше контрольных значений, в 2014 г. больше чем в 2012г. и нарастала с увеличением концентрации нефти и керосина от К10/Н10 до К50/Н50. Особенно высокая активность этой группы наблюдалась в почве, загрязненной керосином. Скорость и процент разложения керосина в 2014 году были выше по сравнению с 2012 г. при загрязнении почвы 1г/кг и 2г/кг, а нефти – по всем вариантам (таблица).

Показатели фитотоксичности переувлажненных почв (2014 г.) нивелировались (одинаковая сила прорастания кресс-салата наблюдалась при загрязнении почвы от 1 до10 г/кг), и только при концентрации нефти и керосина 50 г/кг семена теряли всхожесть, так же, как и в том же варианте опыта 2012 г.

Внесение нефтепродуктов в почву вызывает стимуляцию не только аборигенного нефтеокисляющего микробного сообщества, известно, что многие нефтетолерантные микроорганизмы в процессе адаптации могут использовать углеводородные соединения в качестве источника углерода (Тен Хак Мун, Кириенко О.А., 2011).

Таблица

Влияние переувлажнения и нефтяного загрязнения на микробиологическую активность лугово-глеевой почвы до и после наводнения

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ МИКРООРГАНИЗМОВ, *КОЕ на грамм почвы						
МИКРОМИЦЕТЫ, тыс/г				БАКТЕРИИ на КАА, млн/г		
Дни	Контроль			Дни	Контроль	
	2012	2014			2012	2014
30	30,53	41,08		30	7,12	10,85
120	55,96	75,86		120	1,02	2,07
	К1/Н1	К1/Н1			К1/Н1	К1/Н1
30	20,67/29,20	29,60/93,36		30	82,17/5,84	4,84/8,00
120	63,59/99,48	43,68/59,06		120	3,82/6,47	2,99/2,89
	К2/Н2	К2/Н2			К2/Н2	К2/Н2
30	Нет/29,41	47,62/34,36		30	57,96/18,25	23,25/8,99
120	12,56/7,63	28,69/36,23		120	4,51/0,76	7,62/14,01
	К10/Н10	К10/Н10			К10/Н10	К10/Н10
30	Нет/4,58	29,36/40,65		30	22,61/нет	97,86/41,19
120	Нет/нет	4,76/46,39		120	16,80/5,73	90,71/33,33
	К50/Н50	К50/Н50			К50/Н50	К50/Н50
30	Нет/нет	13,05/72,89		30	31,08/нет	31,51/39,59
120	Нет/нет	Нет/68,07		120	3,70/2,51	84,15/9,62
АКТИНОМИЦЕТЫ, млн/г				БАКТЕРИИ на РПА, млн/г		
Дни	Контроль			Дни	Контроль	
	2012	2014			2012	2014
30	0,51	1,55		30	5,85	8,27
120	0,04	1,38		120	30,79	4,14
	К1/Н1	К1/Н1			К1/Н1	К1/Н1
30	0,52/нет	Нет/0,18		30	134,11/19,95	6,99/6,66
120	Нет/нет	2,30/0,26		120	5,34/13,68	4,83/8,40
	К2/Н2	К2/Н2			К2/Н2	К2/Н2
30	Ед/0,73	Нет/0,53		30	60,29/19,63	65,61/15,08
120	Нет/нет	1,66/0,72		120	11,78/21,37	12,36/24/70
	К10/Н10	К10/Н10			К10/Н10	К10/Н10
30	Нет/нет	0,8/1,89		30	32,96/243,28	90,66/57,72
120	Нет/нет	0,24/нет		120	17,34/78,38	63,33/30,59
	К50/Н50	К50/Н50			К50/Н50	К50/Н50
30	Нет/нет	Нет/нет		30	63,66/82,83	76,30/45,84
120	Нет/нет	Нет/нет		120	51,05/20,80	104,20/24,18
НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИЕ БАКТЕРИИ, млн/г				РАЗЛОЖЕНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ, %		
Дни	Контроль			Дни	Контроль	
	2012	2014			2012	2014
30	0,78	4,24				
120	47,91	3,70				
	К1/Н1	К1/Н1			К1/Н1	К1/Н1
30	2,99/7,22	7,12/7,20				
120	3,28/8,01	4,30/2,05		120	74 / 66	95 / 86
	К2/Н2	К2/Н2			К2/Н2	К2/Н2
30	7,42/5,24	36,59/8,62				
120	7,07/5,27	6,86/4,82		120	91 / 75	95 / 79
	К10/Н10	К10/Н10			К10/Н10	К10/Н10
30	5,65/9,40	36,72/16,26				
120	15,53/3,12	56,19/14,83		120	99 / 61	96 / 70
	К50/Н50	К50/Н50			К50/Н50	К50/Н50
30	3,37/17,57	45,88/22,45				
120	12,80/12,96	55,92/39,15		120	98 / 50	91 / 64

*КОЕ – колониеобразующая единица

Таким образом, структура и активность почвенного микробоценоза лугово-глеевой почвы зависит, в первую очередь, от содержания органического вещества и концентрации нефтепродуктов.

Процесс затопления в результате мощного паводка можно рассматривать как дополнительный привнос доступного органического вещества, что после действия переувлажняющего фактора активизирует микробиологические процессы в исследуемой почве. В целом, разложение керосина в исследуемой почве, подвергшейся затоплению, доходило до 96%, а нефти - до 86%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Имранова Е.Л., Кириенко О.А. Влияние углеводородов на состав микробного сообщества в луговой глеевой почве / Вестник ДВО РАН. 2015. №5. С.29-34.

Тен Хак Мун, Кириенко О.А. О создании микробного консорциума для деградации керосина в почве. Мат.межд.науч.конф., посв.165-летию В.В.Докучаева «Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности» 1-4 марта 2011 г. С-Петербург. С.200-201.

КАРТОФЕЛЬНАЯ И ПОЛЫННАЯ ЦИСТООБРАЗУЮЩИЕ НЕМАТОДЫ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

Potato and wormwood cyst nematodes from the Russian Far East

И.П. Казаченко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН, г. Владивосток;

kazachenko@ibss.dvo.ru

Наибольшую экономическую проблему для нашей страны, в том числе и для Дальнего Востока России, представляет глободероз, развивающийся в результате поражения цистообразующей золотистой картофельной нематодой. Она является карантинным объектом как для России, так и для всех стран мира, где выращивается картофель. Вызывается глободероз двумя видами цистообразующих нематод: золотистой картофельной *Globodera rostochiensis* (Wollenweber, 1923) Behrens, 1975 и бледной *G. pallida* (Stone, 1973) Behrens, 1975. Последний вид на территории России до настоящего времени не обнаружен. Цистообразующая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* паразитирует на корневой системе, столонах, реже на клубнях картофеля; встречается и на томатах. У ранних и среднеранних сортов картофеля урожай может снижаться на 50-80%; у поздних сортов на 30%, на сильно зараженных участках урожай картофеля может достигать всего лишь 15-30 г на куст. Накоплению и расселению паразита способствует ряд факторов: бессменное, возделывание картофеля и томатов, использование на производственных посадках клубней, закупленных у населения, межхозяйственные перевозки картофеля, ливневые дожди, приводящие к наводнениям и др.

В данную работу включены материалы, собранные в разных районах Дальнего Востока России сотрудниками лаборатории паразитологии Федерального научного центра «Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН. Сбор проб осуществляли в основном маршрутным методом. При обследовании приусадебных участков и общественных посадок с каждых 0.25 га отбирали по равномерной сетке 50 первичных образцов по 5 куб. см почвы. Образцы соединяли в 1 средний (250 куб. см), который высушивался и помещался в шламовый мешочек с этикеткой. Средние образцы доставлялись в лабораторию института, где из них прибором Фенуика выделялись цисты. Приготовление препаратов для микроскопирования проводилось по принятым в фитонематологии методикам (Кирьянова, 1963). Для изучения морфометрических параметров нематод изготавливали временные глицериновые или постоянные глицерин-желатиновые препараты. Для определения видовой принадлежности нематод использовался высокоразрешающий микроскоп МБС-11.

На Дальнем Востоке России впервые картофельная глободера была обнаружена в г. Находка в 1969 году. В течение последующего времени ареал нематоды расширялся и в настоящее время она обнаружена в Хабаровском, Приморском и Камчатском краях, Сахалинской и Амурской областях. На Камчатке картофельная глободера выявлена в Елизовском районе и г. Петропавловск-Камчатский. На Сахалине она распространена в 5 районах – Анивский, Долинский, Корсаковский, Смирныховский, Холмский и городах – Корсаков, Холмск, и Южно-Сахалинск. В Амурской области нематода отмечена только в Архаринском районе и в г. Свободном. В Хабаровском крае картофельной нематодой заражены районы: Бикинский, Хабаровский, Верхне-Буреинский, города Комсомольск-на-Амуре, Советская Гавань, Хабаровск. Наиболее зараженными картофельной нематодой оказались районы Приморского края: Михайловский, Надеждинский, Партизанский, Хасанский, Черниговский, Чугуевский, Шкотовский и города – Артем, Владивосток, Лесозаводск, Находка, Уссурийск. Пограничной Государственной инспекцией по карантину растений по Приморскому краю и Лабораторией паразитологии ФНЦ «Биоразнообразия» ДВО РАН установлено, что ареал нематоды в крае довольно обширен – нематода отмечена в 45 населенных пунктах во всех районах края на производственных площадях, общественных огородах, приусадебных хозяйствах и дачных участках на общей площади 2,5 тыс. га (Швыдкая, 1999).

Проведенное картирование приусадебных земель трех поселков в Черниговском районе, где ранее были известны единичные случаи обнаружения глободероза, явилось подтверждением тому, что ареал нематоды расширяется. В поселке Синий Гай выявлено 11 очагов глободеры, в поселках Вассиановка и Сибирцево соответственно 20 и 196 (из 260 приусадебных хозяйств). Из числа обследованных участков 70% имели среднюю степень зараженности (от 500 до 3000 личинок) на 100 $см^3$ и 7% – сильную (свыше 3000 личинок). Увеличение площадей под картофелем в частном

секторе, сдача в аренду сельскохозяйственных угодий под огороды городским предприятиям, отсутствие налаженной торговли здоровым посадочным материалом, бесконтрольная торговля на рынках и овощных ярмарках – все это приводит к увеличению угрозы дальнейшего распространения картофельной цистообразующей нематоды, что в свою очередь ведет к увеличению ее вредоносности.

Также был изучен цикл развития картофельной нематоды в условиях Приморского края, где были выяснены сроки выхода личинок, созревание самок и самцов, определена зависимость цикла развития от сорта картофеля, установлен степень восприимчивости сортов картофеля к этой нематоде (Мухина и др., 2010). Почва для опыта была взята с приусадебного участка в г. Находка Приморского края. Степень зараженности контрольного образца составила 103 цисты на 100 $см^3$ почвы. Почва – бурая лесная**,** ореховой структуры. Для эксперимента использовали горшки объёмом 2.5 л, с диаметром основания 20 см. На дно горшков в качестве дренажа насыпали песок слоем 2 см, затем добавили тщательно перемешанную, зараженную цистами почву. В каждые 6 горшков высаживали по одному клубню определённого сорта пророщенного картофеля: 2 восприимчивых сорта – Синеглазка, Невский и 2 нематодоустойчивых – Розара, Зекура. Таким образом, всего 24 горшка (по 6 горшков на каждый сорт). Нематодоустойчивые сорта были предоставлены лабораторией ФГУ ВНИИКР. Сорта Синеглазка и Невский наиболее распространены в данном районе Приморского края. Исследования проводились в течение 62 дней с момента высадки. Условия выращивания были приближены к естественным – горшки стояли на открытом балконе. В период закладки опыта (27 мая) температура воздуха: днём +11°С, ночью +6°С, почвы +10°С и влажность были благоприятными для посадки картофеля. За время проведения опыта колебания температуры составляли: воздух днём от +8°С до +23°С, ночью от +6°С до +21°С; почвы – от +10°С до 23°С. В процессе опыта через каждые 10-12 дней образцы исследовали в карантинной лаборатории г. Владивостока.

В результате проведённых исследований были сделаны следующие выводы:

1. Полный цикл развития золотистой картофельной нематоды в условиях опыта составил 62 дня (по литературным данным 38-48 дней).
2. Все стадии развития самок (от молочных до тёмно-коричневых) наблюдались на восприимчивых сортах картофеля (Синеглазка и Невский), в то время как на нематодоустойчивых сортах (Розара и Зекура) полного цикла развития самок не происходило.
3. Через 62 дня после посадки растения сортов Синеглазка и Невский имели угнетённый вид, желтые листья. Нематодоустойчивые сорта сохранили зелёную окраску листьев и равномерно развитую корневую систему. Самки, самцы и личинки золотистой картофельной цистообразующей нематоды у них не обнаружено. Множество целых и пустых цист найдено во всех образцах почвы.

Для правильной диагностики заболевания глободероза важно уметь отличить картофельную цистообразующую нематоду от близких к ней видов. Таким видом на Дальнем Востоке является полынная глободера – *G. artemisiae* (Eroshenko et Kazachenko, 1972), которая паразитирует на полыни и повсеместно распространена в Приморском крае на полыни красночерешковой (*Artemisia rubripes* Nakai). Кроме того, обнаружена в Елизовском и Усть-Большерецком районах Камчатки на корнях полыни пышной (*A. opulenta* Pamp.). Ареал полынной глободеры широкий и охватывает все районы Дальнего Востока. В связи с тем, что полынь часто является сопутствующим растением на индивидуальных участках и полях, где выращивается картофель, вероятность нахождения в почве цист полынной глободеры велика, и ее легко спутать с картофельной. Ниже приводим определительную таблицу и сравнительно-морфологический анализ цист и личинок двух близких видов нематод, так как в большинстве случаев по этим стадиям развития проводится идентификация нематод службой карантина растений.

Род *Globodera* (Skarbilovich, 1959) Behrens, 1975

Диагноз (Siddiqi, 1986). Heteroderinae. Цисты и самки шаровидные, с короткой шейкой. Терминальный конус отсутствует. Вульва терминальная. Вульварная область циркумфенестрового типа. Вульварная щель короткая, обычно менее 20 мкм. Нижний мост и булле имеются или отсутствуют. Анус поровидный, находится дорсально от вульвы. На Дальнем Востоке известно два вида.

1(2). Отношение диаметра фенестры к расстоянию анус-фенестра 1.2-2.3 (1.9) – *G. artemisiae* (Eroshenko et Kazachenko, 1972) Behrens, 1975.

Цисты. Длина тела 414-587 мкм, ширина 300-575 мкм, диаметр фенестры 14-26 мкм, расстояние от края фенестры до ануса 26-58 мкм, индекс Гранека 1.2-2.3 (1.9). Кутикула с грубыми

зигзаговидными складками в области вульвы и более мелкими ровными у шейки. Длина вульварной щели у самок 3-6.3 мкм. Головной конец с 2 кутикулярными кольцами. Стилет с округлыми головками, скошенными назад. Длина стилета 22-24 мкм. ОДЖ 5 мкм. Экскреторная пора находится на расстоянии 96 мкм от переднего конца тела. Кутикулярные складки в области ануса часто имеют форму звездочки. Самцы: L=816-1211 мкм; a=35-46; b=4.6-6.7; c=157-378; стилет 24-28 мкм; спикулы 21-33 мкм; рулек 7-9 мкм. Головной конец с 5-6 кольцами. Головки стилета округлые. ОДЖ 3-5.4 мкм. Гемизонид находится на 1 кутикулярное кольцо впереди экскреторной поры. Хвост короткий, 3-5 мкм. Личинки: L=406-437 мкм; a=21-28; b=6.4-7.3; b'=2.1-4.9; c=10-12; c'=2.7-3.7; стилет 21-23 мкм. Головной конец с 5 кольцами. Стилет с округлыми головками. ОДЖ 4-6.5 мкм. Длина хвоста 39-43 мкм, его гиалиновой части 17-23 мкм. Паразитирует на полыни красночерешковой по всему Дальнему Востоку. Вид-двойник карантинной картофельной нематоды.

2(1). Отношение диаметра фенестры к расстоянию анус-фенестра 2.1-5.4 (3.7) – *G. rostochiensis* (Wollenveber, 1923) Behrens, 1975.

Цисты. Длина тела 460-725 мкм, ширина 430-7134 мкм, диаметр фенестры 10-19 мкм, расстояние от края фенестры до ануса 34-78 мкм. Наружный слой кутикулы из относительно правильных кольцевых рядов точек, наиболее четко выраженных в анально-вульварной области. Внутренний слой кутикулы с зигзаговидными складками. Длина вульварной щели 6-10 мкм. Головной конец самок с 2 кутикулярными кольцами. ОДЖ 4.2 мкм. Стилет 23-26 мкм, с округлыми головками. Самцы: L=750-1020 мкм; a=27-41; b=8-11; b'=5-7; c=145-238; стилет 22-24 мкм; спикулы 26-33 мкм; рулек 9 мкм. Головной конец с 6-8 кольцами. Головки стилета слегка скошены назад. ОДЖ 3.6-4.8 мкм. Гемизонид находится на 2 кутикулярных кольца выше экскреторной поры. Хвост 4-5.2 мкм в длину. Личинки: L=360-410 мкм; a=19-25; b=2.7-3.4; c=8-11; c'=3.1-4.4; стилет 19-21 мкм. Головной конец с 5 кольцами. ОДЖ 4-5.2 мкм. Гемизонид расположен непосредственно перед экскреторной порой. Длина хвоста 36-47 мкм, гиалиновая часть хвоста 19-20 мкм. Паразитирует на корнях картофеля и томатов. Распространен в основном на приусадебных участках и огородах жителей Приморья, Хабаровского края и Амурской области. Объект внешнего и внутреннего карантина растений.

Таким образом, цисты картофельной глободеры несколько крупнее полынной (500х 460 мкм против 493х356 мкм). Наиболее четкие отличия прослеживаются в строении анально-вульварной пластинки. У картофельной нематоды меньше диаметр фенестры (14,2 против 19,8 мкм), большее расстояние между краем фенестры и анусом (57,1 против 36,4 мкм) и большее значение индекса Гранека (отношение расстояния от края фенестры до ануса на диаметр фенестры: 4 по сравнению с 1,9). Хорошим отличием является строение кутикулы анально-вульварной пластинки. У полынной глободеры более грубые кутикулярные складки, в области ануса они расположены в виде звездочки. У картофельной нематоды кутикула состоит из правильных рядов. Внутренний слой кутикулы в виде зигзаговидных складок, а у ануса складки расходятся, напоминая латинскую букву V.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ерошенко А.С., Волкова Т.В. Нематоды растений Дальнего Востока России. Отряды Tylenchida и Aphelenchida. Владивосток: Дальнаука, 2005. 226 с.

Ерошенко А.С., Казаченко И.П. *Heterodera artemisiae* sp. n. (Nematoda: Heteroderidae) – новый вид цистообразующих нематод из Приморского края // Паразитология. 1972. Т. 6. Вып. 2. С. 166-170.

Ерошенко А.С., Казаченко И.П. Описание самца *Globodera artemisiae* (Nematoda: Heteroderidae) с типового местообитания // Паразитология. 1983. Т. 1. Вып. 5. С. 415-417.

Кирьянова Е.С. Сбор и диагноз корневых нематод семейства Heteroderdae (Skarbilovich, 1947) Thorne, 1949 // Методы исследования сельскохозяйственных растений, почвы и насекомых. Л.: ЗИН АН СССР. 1963. С.6-32.

Мухина Т.И., Даренская С.Н., Марамыгина Л.Н. Опыт изучения жизненного цикла золотистой картофельной нематоды в условиях Приморского края // Мат. Межд. научн. конф. «Теоретические и практические проблемы паразитологии» М. 2010. С. 249-253.

Швыдкая В.В. Нематода снижает урожай на 50-80 процентов. // Газета “Владивосток”. 11 июня 1999.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ

Geoecological assessment of the territory in modern urban planning

В.Б. Калманова

ФГБУН Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, Биробиджан;
Kalmanova@yandex.ru

В России 73% населения сосредоточено в городах. В некоторых странах эта доля еще выше. Рост городов, как правило, ведет к экологическому неблагополучию, которое является результатом многочисленных взаимосвязанных проблем. Определенный «вклад» в их возникновение, наряду с состоянием природной среды и развитием природных процессов, вносит и территориальная организация города (Калманова, 2011; Лаппо, 1997).

В настоящее время экологическая обстановка городов юга Дальнего Востока (ДВ) ухудшается. Как следствие, продолжает обостряться проблема загрязнения объектов окружающей среды. Наибольшее давление на них оказывают предприятия, в составе выбросов, сбросов и твердых отходов которых содержаться токсичные и высокотоксичные компоненты. Техногенная загрязненность городов ДВ не позволяет определить подавляющую часть их территории как благоприятную для проживания человека (46% населения юга ДВ проживает в экологически опасных условиях (II категория опасности) (Заиканов, Минакова, 2005). Снижение уровня техногенного воздействия на природные компоненты является приоритетной задачей обеспечения экологической безопасности, а от качества оценки состояния объектов окружающей среды зависит эффективность принятия управляющих решений и реализация политики рационального природопользования.

Экологическое планирование — насущное требование времени, которое лежит в основе устойчивого развития, являющегося условием существования человечества на Земле (Хуснутдинова, 2010). В городах, сохранивших естественные ландшафты на значительной площади, экологическая политика должна быть направлена на сохранение и развитие самых стабильных, с точки зрения экосистем, зон, то есть, необходимо экологическое планирование территории, которое предполагает рассмотрение природных процессов и признание экологического подхода при решении конкретных экономических, социальных и политических проблем. Однако параметры экологического планирования пока не разработаны. Имеются лишь некоторые подходы в рамках ландшафтного и бассейнового планирования, а также концепции экологического каркаса территории (Нарбут, 2008). Новизна этих подходов в том, что все они рассматривают территорию в той или иной мере как функциональную целостность (рис.).

Рис. Алгоритм экологического планирования городской территории

Экологическое планирование требует объективной и комплексной экологической оценки состояния городской среды. Поскольку единого интегрального показателя экологического состояния не существует, критериями оценки природных компонентов служит ряд биоиндикационных, пространственных и динамических показателей (Калманова, 2013).

На региональном уровне для каждого региона должен быть разработан свой специфический комплекс критериев оценки геоэкологического состояния природной среды с учетом природных и антропогенных факторов, видов техногенной нагрузки. Но оценка должна производиться по единым принципам.

Во-первых, должны быть установлены основные геоэкологические проблемы региона и проведен системный анализ природно-антропогенных и техногенных факторов; во-вторых, должен быть разработан комплекс оценочных критериев и показателей; в третьих, проведено классифицирование экологического состояния городской среды; в четвертых, выделены оценочные таксоны – участки; в пятых, разработана шкала экспертной балльной оценки; в шестых, проведены расчеты оценочных баллов по всем компонентам урбанизированной среды и показателям на каждом участке и проведено районирование территории по геоэкологическому состоянию.

Итогом и моделью данного вида планирования является формирование экологического каркаса городской территории (ЭКГТ), которому должно предшествовать эколого-функциональное зонирование территории, то есть ранжирование городских ландшафтов с позиции их устойчивости, объединенных выполняемыми экологическими функциями. Важнейшая роль такого зонирования заключается:

1 - в выявлении возможных средоформирующих функций за каждым участком ЛФК;

2 - в выделении уязвимых участков территории, нуждающихся в стабилизации, и обосновании их с точки зрения эколого-географической составляющей;

3 - в обозначении стабилизационных процессов нормативных параметров и функциональной значимости зеленых зон, как основы ЭКГТ.

Согласно эколого-функциональному зонированию территории города, для Биробиджана разработана структура, выделены ядра, элементы ЭКГТ первого (площадная структура), второго и третьего «коридоры» порядка (Калманова, 2016).

Перспективными для совершенствования структуры территориального экологического планирования, прежде всего, являются открытые и свободные пространства, которые включают территории, покрытые зелеными насаждениями всех видов пользования, а также пустыри, свалки, выработанные карьеры, огороды и т.д. Это пространство плохо организовано (Мирзеханова, Нарбут, 2013). Об этом свидетельствует следующее:

- большая часть зеленых зон расположена на окраинах города, тогда как основные селитебные зоны недостаточно обеспечены зелеными насаждениями в требуемых регламентах (4 $м^2$ зеленой зоны на человека при норме 21$м^2$ (СНиП 2.07.01-89);

- недостаточно зеленых насаждений общего пользования. Так, согласно СНиП 2.07.01-89, озелененные территории общего пользования должны включать общегородские озелененные территории из расчета 10 $м^2$/ чел. и жилых районов – 6 $м^2$/чел. Кроме того, существующие массивы городских лесов следует обустраивать в лесопарки и относить их дополнительно к озелененным территориям общего пользования, но не более чем 5 $м^2$/чел.

В Биробиджане зеленые насаждения общего пользования в пределах городской застройки составляют 4 $м^2$ на чел., с учетом городских лесов 476,5 $м^2$ на чел. Рекреационные зоны занимают 21,9% территории Биробиджана (скверов более 30, один парк КиО);

- характерно неравномерное размещение деревьев в уличных посадках. Наряду с сильно загущенными посадками встречаются сильно разреженные, где возраст деревьев приближается к физиологической старости. Зеленые насаждения располагаются в основном на пойменных участках, в скверах, парке;

- на территории города около 50 % старовозрастных деревьев. В настоящее время идет реконструкция большинства городских скверов;

- к категориям ослабленных и угнетенных растений относится 35 % всех деревьев;

- площади зеленых насаждений ограниченного пользования (11,3 $м^2$/чел.), как и насаждений специального назначения (73,8 $м^2$/чел), сокращаются и находятся в неудовлетворительном состоянии;

- на техногенные комплексы приходится 13,2% от общей площади города. В Биробиджане размещены около 30 предприятий, влияющие на экологическое состояние природных компонентов, некоторые из них относятся к I классу опасности (ТЭЦ, птицефабрика). Общий объем выбросов

поллютантов в атмосферу составил на 2012 г. 11 тыс.т., что соответствует 147 кг на 1 жителя в год или 55 т на 1 км^2 площади города;

- селитебная зона занимает 31,9 км^2 (22,3 %). Территории с малоэтажной застройкой (11,7%) испытывают значительное количество проблем: низкий уровень благоустройства (отсутствие центрального отопления, горячего водоснабжения, зачастую канализации; низкая степень развития социально-бытовой инфраструктуры; сложная экологическая ситуация, связанная с проблемой утилизации бытовых отходов и развитием животноводства);

- в группу природно-антропогенных комплексов (53,9%) входят долины небольших рек, овраги, болота, иногда это фрагменты лесных массивов, сохранившиеся среди огородов, пашен и т.д.

- на территории города стихийных свалок твердых бытовых отходов и отходов производства насчитывается более 30.

- в зоне воздействия автотранспорта находится значительная часть городской территории – 182,47 км^2, что составляет 91,2% от общей площади Биробиджана.

Эколого-функциональное зонирование Биробиджана позволило установить значимость экологических (средоформирующих и средостабилизирующих) свойств отдельных участков городской территории и выявить наиболее уязвимые площади, нуждающиеся в стабилизации.

Улучшение состояния городской среды возможно на основании экологического планирования территории, представленного ЭКГТ. Он включает как систему сложившихся мер и мероприятий по охране урбанизированной среды, в основе которых зеленый каркас города, так и дополнительных (открытые территории, буферные зоны и т.д.), учитывающих современный уровень нагрузки на ландшафтные комплексы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Калманова В.Б. Общие свойства и особенности урбанизированных территорий // Региональные проблемы, 2011. Т. 14, № 1. С. 38-41.

Калманова В.Б. Экологические показатели устойчивого развития городских территорий (на примере г. Биробиджана) // Доклады конф. с Междунар. участием «Регионы нового освоения: экологическая политика в стратегии развития». Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2013. С. 431-437.

Калманова В.Б. Экологический каркас урбанизированных территорий (на примере города Биробиджана) // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18. № 2-2. С. 385-388.

Лаппо Г.М. География городов: Учеб. пособие для геогр. ф-тов вузов. М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 1997.

Мирзеханова З.Г., Нарбут Н.А. Экологические основы организации городских территории (на примере Хабаровска) // Тихоокеанская геология, 2013, Т.32, № 4, С. 111-120.

Нарбут Н.А. К вопросу об экологическом планировании городской территории // Вестник РУДН. Серия экология и безопасность жизнедеятельности, 2008, № 4, С. 29-35.

Хуснутдинова С.Р. Устойчивое развитие современных городов // Вестник Казанского технологического ун-та. 2010. № 2. С. 421-429.

ЧИСТАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ДРЕВОСТОЕВ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

NPP forests of the Southern Sikhote-Alin

А.С. Касаткин

ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток; kasatkin_as@mail.ru

Леса играют важную роль в поддержании глобального углеродного баланса и климата планеты. Важнейшей характеристикой функционирования лесных экосистем является их биологическая продуктивность, которая используется в целях оценки углерододепонирующей емкости лесов, экологического мониторинга, устойчивого ведения лесного хозяйства, моделирования продуктивности лесов с учетом глобальных изменений, изучения структуры и биоразнообразия лесного покрова (Усольцев и др., 2014).

Биологическая продуктивность лесов понимается как совокупность трех количественных характеристик лесной экосистемы: фитомассы (т/га), чистой первичной продукции (ЧПП), определяемой как количество фитомассы, продуцируемой на единице площади за 1 год (т/га) и удельной чистой первичной продукции (УдЧПП) как отношения ЧПП к величине фитомассы, выражаемого в относительных единицах или в процентах (Уткин и др., 2004; Усольцев, 2010; Хабибуллина и др., 2013; Усольцев и др., 2014). К настоящему моменту данных о фитомассе лесов накоплено достаточно много, существенно меньше данных опубликовано по ЧПП (Хабибуллина и др., 2013). ЧПП характеризует интенсивность фотосинтеза и депонирования углерода. В связи с этим, работы по определению общей фитомассы и ее годичного прироста в древостоях основных лесообразующих пород являются актуальными.

Начиная с 1970х годов исследования фитомассы и чистой первичной продукции (ЧПП) лесных экосистем сместились с уровня отдельных насаждений на ландшафтный и биосферный уровни. Сегодня оценка биосферной роли лесов в плане поддержания окружающей среды на безопасном для человека уровне выполняется на основе методов математического моделирования (Усольцев и др., 2011).

Территория России охвачена исследованиями по фитомассе крайне неравномерно. Менее всего в научной литературе данных по фитомассе и ЧПП деревьев и древостоев Дальнего Востока. При этом, в отличии от Европейской части Российской Федерации число видов деревьев и кустарников здесь в несколько раз больше. В то же время в лесах дальневосточного региона находиться значительная часть фитомассы лесов страны. Таким образом, Дальний Восток является приоритетным регионом для накопления информации о фитомассе лесов (Дюкарев, 2004, 2012; Касаткин и др., 2015а,б, 2016).

В настоящей статье приведены сведения по запасу фитомассы и ЧПП древостоев на 9 пробных площадях, заложенных в различных типах леса.

Методика подбора пробных площадей, работы по закладке временных пробных площадей (ВПП) и затем постоянных пробных площадей (ППП) изложена в работе Касаткина А.С. с соавторами (Касаткин и др., 2015а). Работа с модельными деревьями на пробных площадях для определения фитомассы в полевых и камеральных условиях производилась по методике Усольцева В.А. (Усольцев В.А., Залесов С.В., 2005).

Таксационные характеристики, координаты ППП, значения надземной фитомассы в абсолютно сухом состоянии модельных деревьев представлены в статьях Касаткина А.С. с соавторами (Касаткин и др., 2015а, 2015б, 2016).

Всего на пробных площадях было вырублено 112 модельных деревьев 16 древесных пород.

Данные о фитомассе и ЧПП на единице площади древостоев южного Сихотэ-Алиня, опубликованные в статье, могут быть использованы при расчете УдЧПП (Усольцев и др., 2014). ЧПП и УдЧПП, наряду с фитомассой – являются основными количественными характеристиками биологической продуктивности. С вопросами биологической продуктивности тесно связаны экологические функции лесов, а именно их способности депонировать углерод в фитомассе, тем самым снижая уровень загрязнения атмосферы углеродсодержащими выбросами, влияющими на изменение климата (Усольцев и др., 2011).

Таблица 1.Год закладки ППП, наименование породы и количество вырубаемых деревьев.

№ ППП	Год закладки	Вырубаемая порода	Количество вырубаемых деревьев (год рубки)
1-14	2014	Ясень маньчжурский *(Fráxinus manshurica Rupr.)* Ильм долинный (японский) *(Ulmus japonica (Rehd.) Sarg.; Ulmus propinqua Koidz.)* Орех маньчжурский *(Juglans mandschurica Maxim.)* Бархат амурский *(Phellodendron amurensis Rupr.)* Маакия амурсая *(Maackia Rupr. et Maxim.)*	7 (2014) 7 (2014) 7 (2015) 7 (2015) 7 (2015)
2-14	2014	Дуб монгольский *(Quercus mongolica Fisch. ex. Ledeb.)* Липа амурская *(Tilia amurensis Rupr.)* Липа маньчжурская *(Tilia mandshurica Rupr.)*	7 (2014) 7 (2014) 7 (2015)
4-14	2014	Клен маньчжурский *(Acer mandschuricum Maxim.)* Клен мелколистный (моно) *(Acer mono Maxim.)*	7 (2014) 7 (2015)
5-14	2014	Осина Давида *(Populus davidiana Dode)*	7 (2015)
6-14	2014	Береза плосколистная *(Betula costata Trautv.)*	7 (2015)
7-15	2015	Береза ребристая (желтая) *(Betula costata Trautv.)* Граб сердцелистный *(Carpinus cordata Blume)*	7 (2015) 7 (2015)
8-15	2015	Береза даурская (черная) *(Betula davurica Pall.)*	7 (2015)
9-15	2015	Ольха волосистая (Alnus hirsute *(Spach) Turcz. ex . Rupr.)*	7 (2015)

Показатели запаса фитомассы т/га древесных пород в древостоях на ППП приведены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели запаса фитомассы.

№ ППП	Порода	Состав, ед.	Фитомасса, т/га			
			Ствол	Ветви	Хвоя	Всего
1-14	Яс	5	64,6	22,9	1,90	89,4
	И	1	12,5	3,45	0,32	16,3
	Ор	+	0,942	0,230	0,075	1,25
	Бх	+	4,68	1,05	0,113	5,84
	Ак	ед.	2,27	0,634	0,076	2,98
2-14	Д	4	85,2	35,0	2,26	122,5
	Лпм	3	12,6	2,71	0,328	15,6
	Лпа	1	47,1	8,76	1,08	56,9
4-14	Клм	1	15,0	3,36	0,371	18,7
	Кл	1	13,7	3,77	0,47	17,9
5-14	Ос	6	81,1	9,81	1,39	92,3
6-14	Бб	4	50,1	10,3	1,13	61,5
7-15	Бж	1	8,05	2,46	0,243	10,8
	Гр	1	10,5	3,81	0,347	14,7
8-15	Бч	1	15,4	4,79	0,241	20,4
9-15	Ол	2	19,3	3,30	0,063	22,7

Величина чистой первичной годичной продукции и ее структура приведена в таблице 3.

Таблица 3. Чистая первичная продукция древостоев на ППП.

№ ППП	Порода	Состав, ед.	Годичный прирост надземной фитомассы, т/га			
			Ствол	Ветви	Листва	Всего
1-14	Яс	5	0,807	0,865	1,90	3,57
	И	1	0,174	0,101	0,316	0,591
	Ор	+	0,037	0,023	0,075	0,135
	Бх	+	0,054	0,088	0,113	0,255
	Ак	ед.	0,019	0,047	0,076	0,142
2-14	Д	4	0,704	0,795	2,26	3,76
	Лпм	3	0,097	0,098	0,328	0,523
	Лпа	1	0,539	0,217	1,08	1,84
4-14	Клм	1	0,190	0,177	0,371	0,738
	Кл	1	0,148	0,115	0,468	0,731
5-14	Ос	6	0,524	0,430	1,13	2,08
6-14	Бб	4	1,45	1,02	1,39	3,86
7-15	Бж	1	0,118	0,103	0,243	0,464
	Гр	1	0,123	0,155	0,347	0,625
8-15	Бч	1	0,109	1,15	0,241	1,50
9-15	Ол	2	0,160	0,162	0,063	0,385

Автор благодарит за помощь в организации полевых работ ректора ПГСХА Комина А.Э., директора Института лесного хозяйства ПГСХА Приходько О.Ю., доцента кафедры лесной таксации, лесоустройства и охотоведения ПГСХА Иванова А.В. Особая благодарность заведующему Верхнеуссурийского комплексного стационара ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН Дюкареву В.Н., и профессору УГЛТУ, доктору сельскохозяйственных наук, заслуженному лесоводу России Усольцеву В.А. Также автор выражает благодарность Жанабаевой А.С., Паукову Д.В., Акимову Р.Ю., Грицаенко И.В., Мудраку В.П., Чибиряку В.В. за помощь в сборе информации по фитомассе модельных деревьев в полевых условиях и дальнейшей ее камеральной обработке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дюкарев В.Н. Биомасса крон и древесной зелени основных лесообразователей темнохвойных лесов Сихотэ-Алиня // Экосистемные исследования горных лесов Сихотэ-Алиня (верхнеуссурийский стационар). Владивосток; Хабаровск: Изд-во ДальНИИЛХ, 2004. С. 69-76.

Дюкарев В.Н., Кожевникова Н.К. Эколого-защитный потенциал горных ландшафтов в условиях антропогенной динамики структуры и продуктивности лесов Южного Сихотэ-Алиня // Фундаментальные исследования. 2012. № 9. С. 288-293.

Касаткин А.С., Жанабаева А.С., Акимов Р.Ю., Пауков Д.В., Мудрак В.П. Надземная фитомасса и квалиметрия деревьев в леса Южного Сихотэ-Алиня // Эко-потенциал. 2015а. № 1(9). С. 41-50.

Касаткин А.С., Жанабаева А.С., Пауков Д.В., Акимов Р.Ю., Татауров В.А. Надземная фитомасса деревьев в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Сообщение 2 // Эко-потенциал. 2015б. № 4(12). С. 31-34.

Касаткин А.С., Жанабаева А.С., Иванов А.В., Пауков Д.В., Акимов Р.Ю. Надземная фитомасса деревьев в лесах Южного Сихотэ-Алиня. Сообщение 3 // Эко-потенциал. 2016. № 1(13). С. 32-36.

Усольцев В.А., Залесов С.В. Методы определения биологической продуктивности насаждений. Уральский государственный лесотехнический университет. Екатеринбург: 2005. 147 с.

Усольцев В.А. Фитомасса и первичная продукция лесов Евразии. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 570 с.

Усольцев В.А., Воронов М.П., Часовских В.П. Чистая первичная продукция лесов Урала: методы и результаты автоматизированной оценки // Экология. 2011. № 5. С. 1-10.

Усольцев. В.А, Гаврилин Д.С., Часовских В.П., Борников А.В., Норицина Ю.В. География фитомассы, чистой первичной продукции и удельной чистой первичной продукции лиственничников в пределах Евразии // Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 76-90.

Уткин А.И., Гульбе Я.И., Гульбе Т.А., Замолодчиков Д.Г. Связь надземной чистой первичной продукции с фитомассой и с запасами насаждений (поиск моделей по материалам базы данных) // Структурно-функциональная организация и динамика лесов: матер. Всерос. конф. Красноярск: Ин-т леса СО РАН им. В.Н. Сукачева, 2004. С. 477-479.

Хабибуллина Н.В., Усольцев В.А., Терехов Г.Г., Маленко А.А. Удельная чистая первичная продукция темнохвойных пород Урала // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 8(106). С. 51-54.

ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУР: ПОЗИТИВНЫЕ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

The impact of global climate change on the ice regime of the Amur river: positive and negative effects

В.И. Ким, А.Н. Махинов

ФГБУН Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск,

kim@ivep.as.khb.ru

В гидрологическом цикле реки Амур ледовый режим играет заметную роль. Под ледяным покровом река находится практически половину года. На реках Сибири и Дальнего Востока знание закономерностей формирования ледового режима рек приобретает особую актуальность, так как ледовый покров часто используется для переправ на дорогах. Кроме того, прямую опасность для населенных пунктов представляют собой заторно-зажорные явления в период весеннего и осеннего ледоходов. Продолжительный зимний период, во время которого отмечаются очень низкие температуры воздуха, сложное строение русла обусловливают значительную мощность ледового покрова и его неоднородность на различных участках реки. Специфические гидрологические условия во время зимней межени нередко являются причиной образования обширных полыней, некоторые из них не замерзают даже в самые сильные морозы.

Исследование особенностей строения и формирования ледового покрова на реках имеет большое значение для выявления закономерностей гидрологического режима. Эти знания будут способствовать совершенствованию прогнозов опасных природных процессов, в частности ледовых заторов, регулярно происходящих на многих реках России, а также обеспечению безопасной деятельности человека.

Строение ледового покрова р. Амур характеризуется существенной пространственной неоднородностью. Река Амур обладает специфическими условиями формирования и разрушения ледового покрова. Среди них следует отметить продолжительный зимний период с низкими среднемесячными температурами. На отдельных участках русла ледовый покров отличается сильной торосистостью. Обломки льда толщиной 20-30 см представляют собой хаотические нагромождения, создавая неровную поверхность с амплитудой высот до 1,8 м. Нередко в этой зоне глыбы льда образуют протяженные вдоль течения валы размером до 20 м при ширине до 5 м. Между этими зонами обычно располагается ровная поверхность льда. Ширина заторошенных участков составляет сотни метров. Толщина льда на участках торосов может превышать 2,0 м.

В конце XX века в масштабах всей планеты зафиксировано существенное изменение глобального климата, которое выражается в повышении приземной температуры воздуха. По данным метеорологических наблюдений среднегодовая глобальная температура выросла на 0,74 ^{o}C. В будущем прогнозируется еще более интенсивный рост глобального и регионального потепления (Оценочный доклад…, 2008).

Значительные климатические изменения в последние десятилетия происходят также в бассейне Амура (Новороцкий, 2011, Петров и др., 2000). Тенденции изменения климата в бассейне Амура в целом синхронны глобальным климатическим изменениям. Результаты ранних исследований свидетельствуют о существенных изменениях климата в континентальной части южных районов Дальнего Востока (Новороцкий, 2007). Здесь потепление происходит довольно устойчиво последние 120 лет и продолжается до настоящего времени (рис. 1).

За это время аномально теплые периоды наблюдались в конце 19 века, в 20-е, 50- и 60-е годы. В начале 80-х годов началось самое значительное потепление, которое продолжается до настоящего времени. Среднегодовая температура воздуха возросла за весь период инструментальных наблюдений на 1,5^{o} С, а за последние 20 лет (1981-2000 гг.) на 0,56^{o} С по сравнению с нормой, рассчитанной за весь период наблюдений. В последнее десятилетие отмечается самое рекордное увеличение температуры воздуха на 0,65^{o}С по сравнению со средними многолетними величинами. Эти региональные тенденции синхронны глобальным изменениям климата и являются их составной частью.

Наиболее отчетливо изменение сроков ледовых явлений в бассейне р. Амур прослеживается с 1990 г.

Сравнение данных о ледовом режиме Амура до 1990 г. и после него свидетельствует о том, что начало ледовых явлений сдвинулись на более поздние сроки от 2 до 6 суток. Наибольшие изменения в сроках появления заберегов отмечаются в низовьях реки (Николаевск-на-Амуре). Они могут быть связаны не только с увеличением температуры воздуха, но вследствие более теплой воды,

поступающей сверху по течению из южных участков реки, т.к. изменения температуры воды более инерционны по сравнению с температурой воздуха.

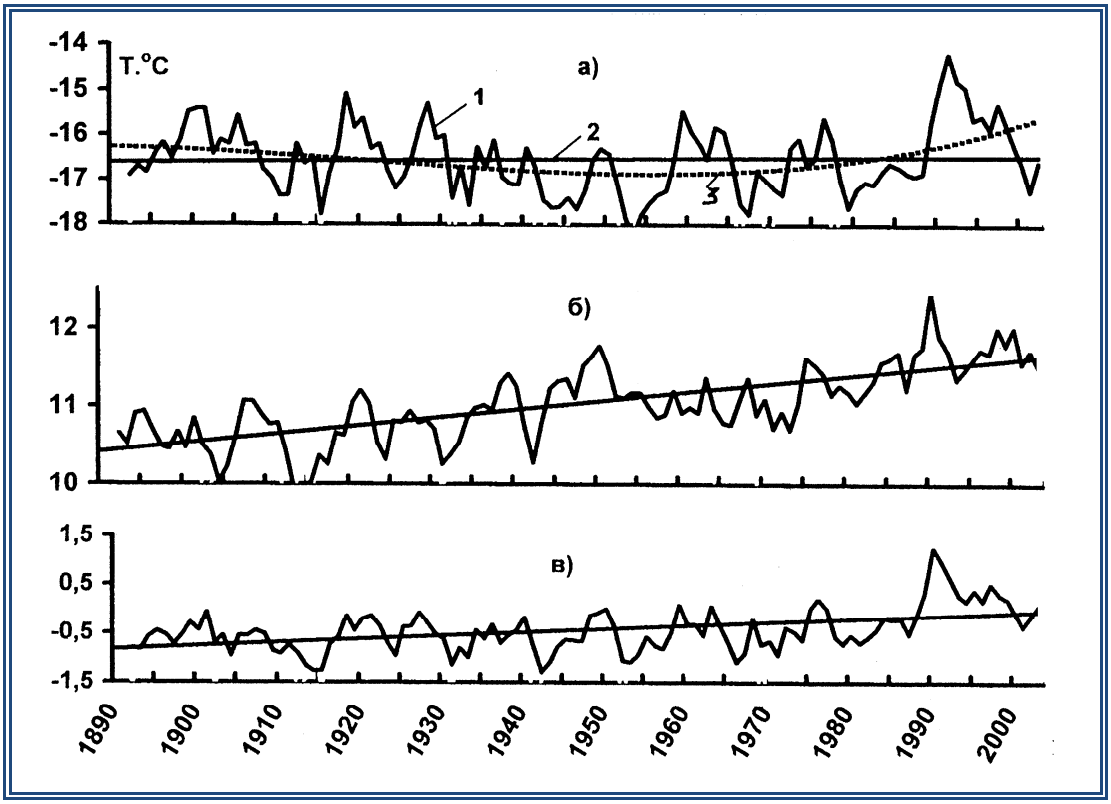


Рис. 1. Многолетний ход температуры воздуха в Бассейне Нижнего Амура (Новороцкий, 2004): а) – холодный период, б) – теплый период, в) – год в целом.

Ледостав на р. Амур в районе Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре после 1990 г. начал устанавливаться на один день позже, чем в предыдущий период, а в Николаевске-на-Амуре – на два дня. При этом увеличилась неравномерность начала и окончания ледостава с общим смещением на более поздние сроки начала и на более ранние сроки его окончания. Так, например, в последние годы ледостав у Хабаровска устанавливался в 2012 г. – 1 декабря, в 2013 г. - 3 декабря при средних сроках - 24 ноября. Начало ледохода в 2008 г. - 7 апреля, 2017 г. - 13 апреля при средних сроках 21 апреля. Продолжительность ледостава на разных участках нижнего течения реки Амур сократилась на трое - четверо суток.

Таблица 1. Средние многолетние характеристики ледового режима в нижнем течении реки Амур (по данным наблюдений на постах ФГБУ «Дальневосточное УГМС»)

Годы	Начало ледовых явлений, дата	Начало ледостава, дата	Подвижка льда, дата	Начало весеннего ледохода, дата	Конец весеннего ледохода, дата	Продолжительность ледостава, сутки
Хабаровск, 966 км от устья						
1930 - 1990	05.11	23.11	21.04	23.04	29.04	151
1991 - 2013	08.11	24.11	18.04	21.04	27.04	148
Комсомольск-на-Амуре, 614 км от устья						
1930 – 1990	05.11	20.11	28.04	01.05	03.05	163
1991 – 2013	07.11	21.11	25.04	29.04	30.04	159
Николаевск-на-Амуре, 48 км от устья						
1930 - 1990	01.11	13.11	14.05	15.05	16.05	182
1991 - 2013	07.11	15.11	12.05	12.05	14.05	179

Начало весенних подвижек льда и начало весеннего ледохода за последние 23 года сместились по сравнению с предшествующим периодом на трое суток раньше у Хабаровска и Комсомольска-на-Амуре и на двое суток у Николаевска-на-Амуре. Дата окончания весеннего ледохода также сместилась на более ранние сроки на 2-3 дня.

Глобальное потепление климата, проявившееся в Нижнем Приамурье, привело к смещению сроков основных ледовых явлений за период 1991-2013 гг. по сравнению с периодом 1930-1990 гг. на 2-3 дня, а продолжительность ледостава сократилась на 3-4 дня. При этом заметных различий для разных пунктов нижнего течения реки не выявлено вследствие, вероятно, близких для всей этой территории темпов потепления (Махинов и др., 2017).

Положительные последствия климатических изменений в Приамурье:

- сокращение сроков ледостава на реках и озерах и более раннее начало ледохода на реках;
- уменьшение толщины льда на реках и морских акваториях;
- уменьшение глубины промерзания почв и более раннее их оттаивание весной;
- увеличение вегетационного периода.

Отрицательные последствия:

- активизация русловых процессов на реках и активизация эрозионных явлений;
- активизация опасных гидрологических и метеорологических явлений и процессов, в частности наводнений, зажоров и заторов на реках, ливневых осадков, оползней и др.;

Таким образом, климатические изменения приводят к преобразованию природных процессов и ресурсов, создают условия для проявления катастрофических природных явлений с увеличением их частоты и интенсивности, осложняют условия жизни и хозяйственной деятельности в регионе.

Работа выполнена при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН (проекты 15-I-6-083 и 17-I-1-065).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Т.1. Изменения климата. 2008. М., Росгидромет. 227 с.

Новороцкий П.В. Современные климатические изменения в бассейне Амура и на побережье Японского моря. Изв. РГО. 2011. Т.143. Вып.1. С. 41-48.

Петров Е.С., Новороцкий П.В., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток – Хабаровск, Дальнаука, 2000. 174 с.

Новороцкий П.В. Климатические изменения в бассейне Амура за последние 115 лет // Метеорология и гидрология, 2007, № 2. С. 43-53.

Новороцкий П.В. Многолетние изменения температуры воздуха и атмосферных осадков в бассейне Нижнего Амура //Метеорология и гидрология, 2004, № 5. С. 55-62.

Махинов А.Н., Ким В.И., Шмигирилов С.А. Строение льда и ледового покрова реки Амур в нижнем течении на участках разветвленного русла // Водные ресурсы. 2017. Т. 44, № 4. С. 432-441.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА АРГУЛАД (О. БОЛЬШОЙ ШАНТАР)

The characteristic of the peat sediment section of Argulad bog (Bolshoy Shantar Island)

М.А. Климин, А.В. Остроухов, В.А. Купцова, В.В. Чаков

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; m_klimin@bk.ru

Образцы из торфяной залежи болота, расположенного на водоразделе рек Оленья и Малый Аргулад на о. Большой Шантар (54°57′53″ с.ш., 137°51′44″ в.д., высота 29 м н.у.м.), были взяты в 2016 г. буром Гиллера с «шагом» 5 см до глубины 2,1 м. Всего было отобрано 42 образца, в которых после соответствующей подготовки (высушивание до воздушно-сухого состояния, растирание и пропускание через сито с диаметром отверстий 1 мм) определяли качественный и количественный состав сохранившихся производных фотосинтетических пигментов (хлорофиллов *a*, *b*, *c* и общих каротиноидов). Кроме этого были рассчитаны дополнительные характеристики – пигментные отношения (ПО), показывающие соотношения каротиноидов и хлорофилла *a* и пигментные индексы (ПИ), отражающие соотношение суммы пигментов и хлорофилла *a*, согласно методике, описанной в работе (Климин, Сиротский, 2005). В параллельных пробах после высушивания при 105°С определяли содержание гигроскопической влаги, а после сжигания в муфельной печи при 450°С – зольность. Характеристика разреза дается на основании результатов этих анализов, а также определения ботанического состава и степени разложения торфа, выполненного в 5 образцах с глубин 0-25 см, 25-60 см, 60-125 см, 125-165 см и 165-200 см (рис. 1, 2).

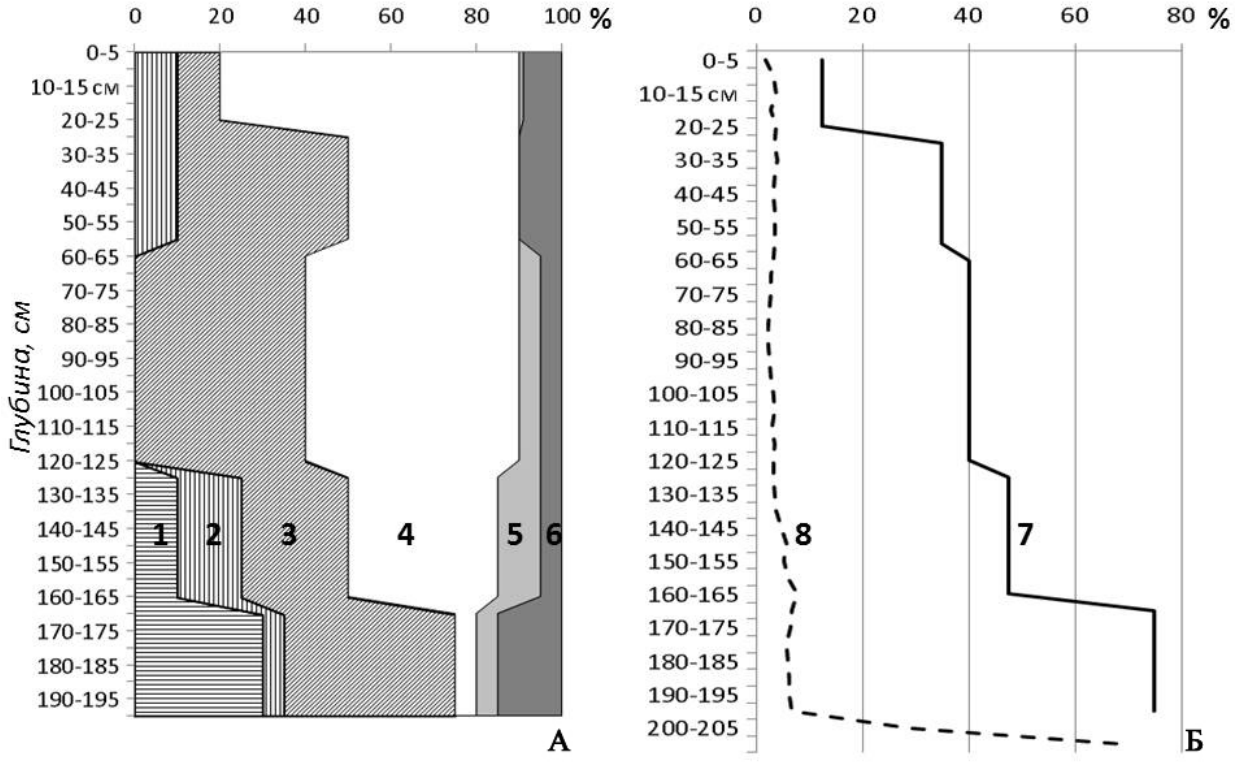


Рис. 1. Ботанический состав торфа (А), степень разложения и зольность отложений (Б) в разрезе болота Аргулад. Условные обозначения: Остатки растений: 1 – древесных; 2 – кустарниковых; 3 – травянистых; 4 – сфагновых мхов; 5 – зеленых мхов; 6 – неопределенные; 7 – степень разложения; 8 – зольность.

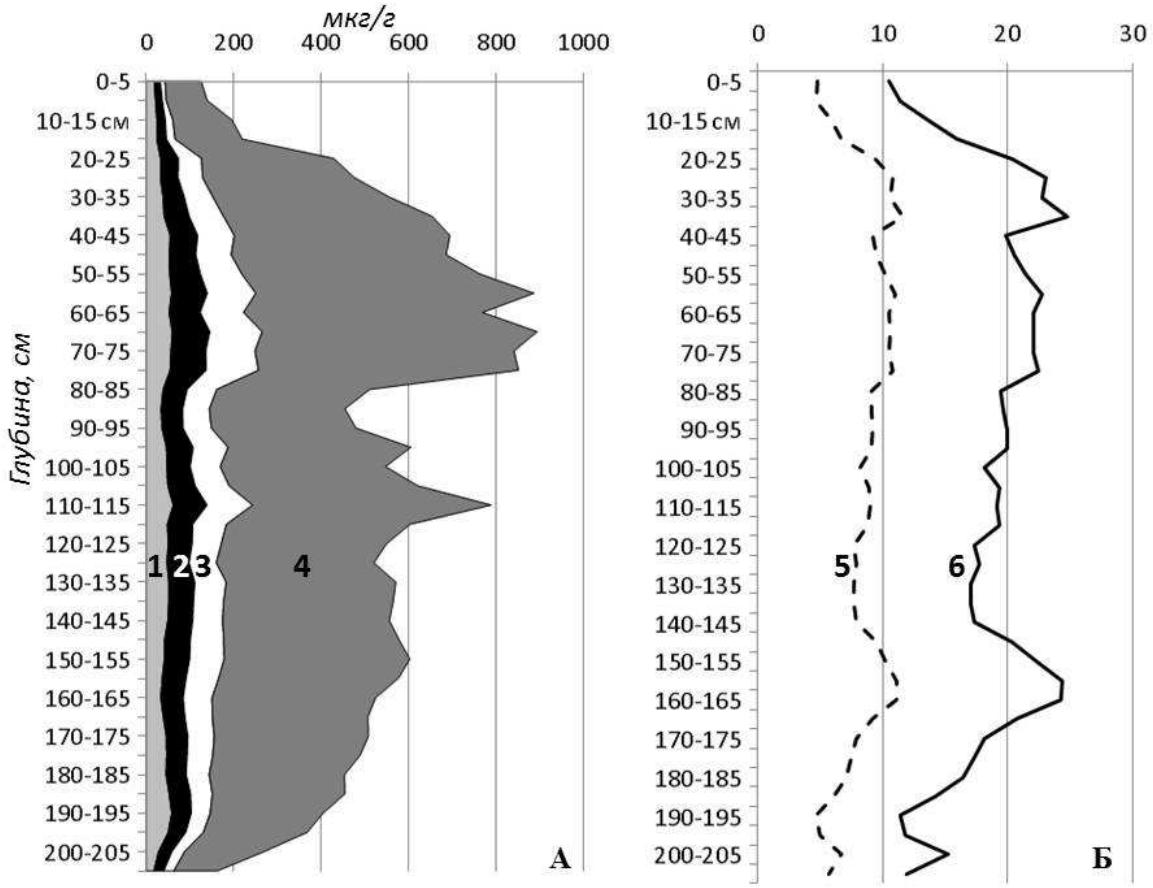


Рис. 2. Пигментный профиль (А) и показатели соотношения пигментов (Б) в разрезе болота Аргулад. Условные обозначения: 1 – хлорофилл *a*; 2 – хлорофилл *b*; 3 – хлорофилл *c*; 4 – каротиноиды; 5 – пигментное отношение; 6 – пигментный индекс.

Болотообразование на рассматриваемой территории началось с заболачивания облесенной поверхности, что подтверждается наличием в ботаническом составе нижнего слоя залежи значительного количества остатков древесной и травянистой растительности (рис. 1А). Зольность отложений (рис. 1Б), сформировавшихся в этот период, снижается очень быстро (с 70% на глубине 205-210 см до 6,5% на глубине 195-200 см).

Состав сфагновых мхов из нижней части торфяника свидетельствует о том, что формирование болотных отложений в данном месте началось со стадии мезотрофного биогеоценоза. Торф образующегося болота переходного типа (интервал 200-165 см) характеризуется достаточно резким увеличением вверх по профилю количества производных фотосинтетических пигментов (рис. 2А), повышением величин пигментных соотношений, что позволяет говорить о существенном возрастании степени преобразованности органического вещества, и незначительных (5,8-7,5%) колебаниях зольности (рис. 2Б). Все перечисленное однозначно указывает на то, что климат периода формирования этой толщи торфа был теплым и умеренно влажным, причем теплообеспеченность достаточно быстро и существенно увеличивалась. Однако в самой нижней части (интервал 190-200 см) фиксируется некоторое понижение степени трансформации органического вещества – заметное снижение показателей пигментного отношения и пигментного индекса (рис. 2Б), вероятно, связанное с высокой скоростью начальной стадии заболачивания территории, обусловившей быстрое погребение растительного материала и, поэтому, его слабой преобразованностью. Тем не менее в целом древесный состав торфа и высокая (70-80%) степень его разложения позволяет говорить о достаточно большом временном интервале формирования полуметрового слоя торфа, залегающего в подошве залежи.

На следующем характеризуемом отрезке (инт. 165-125 см) болото продолжало существовать как мезотрофное, но в ботаническом составе произошло резкое снижение древесных (с 30 до 10%) и травянистых (с 40 до 25%) остатков при небольшом увеличении остатков кустарничков (с 5 до 15%) и весьма существенном – сфагновых мхов (с 5 до 35%) (рис. 1А). Заметно снизилась степень

разложения торфа. Зольность отложений (рис. 1Б), достигшая к началу этой фазы локального максимума (7,8%), к концу ее уменьшилась более чем вдвое (3,3%). Значительно снизились и показатели трансформированности органического вещества торфа (рис. 2Б), хотя изменения содержания пигментов в этом интервале несущественны. Комплекс данных свойств позволяет оценить время образования этой толщи торфа как более прохладное и влажное, чем предыдущий отрезок.

На глубине 125-60 см залегает торф, характерными чертами которого являются резкие колебания количества производных фотосинтетических пигментов (450-900 мкг/г сухого торфа), постепенное увеличение степени преобразованности органического вещества (рис. 2), отсутствие в ботаническом составе остатков древесных и кустарничковых растений при незначительном (до 40%) снижении показателя степени разложения и уменьшение до минимума по разрезу (2,34%) показателей зольности (рис. 1). Торф этого интервала по видовому составу мхов отнесен к эвтрофно-мезотрофному типу, что вступает в некоторое противоречие с показателями как зольности, так и величины суммы пигментов. Скорее его надо квалифицировать как переходно-верховой, на каких-то кратковременных стадиях (вызванных, возможно, пересыханием болота), включавшем сфагновые мхи, типичные для эвтрофных биогеоценозов (более детальную трактовку этого феномена см. ниже). В целом резкий максимум суммы пигментов на глубине 110-115 см и следующий за ним выше по профилю ярко выраженный минимум (80-95 см) позволяют идентифицировать данный интервал как комплексный, включающий несколько достаточно резких климатических колебаний. После небольшого похолодания, «доставшегося в наследство» от предыдущего периода, произошло резкое кратковременное потепление (инт. 110-115 см), затем сильно похолодало (инт. 80-95 см, где резко уменьшились показатели зольности и суммы пигментов), а потом началась эпоха теплого климата с небольшими флуктуациями (инт. 60-80 см).

Выше по профилю (60-0 см) залегает торф верхового типа, в составе которого (инт. 60-25 см) по 40% занимают травы и сфагновые мхи, а в интервале 0-25 см доминируют последние (70%). Основные его черты – уменьшение степени разложения к кровле разреза, достаточно стабильная зольность (3-4%), значительное уменьшение количества пигментов и степени преобразованности органического вещества, что практически не нуждается в комментариях.

Согласно результатам исследования количества и состава остаточных пигментов и показателям зольности, полученным приборными (объективными) методами, подразделение данного торфяника на основании ботанического состава морфологически выделенных крупных отрезков профиля нуждается в некотором уточнении. Существенная граница в верхней части отложений проходит на глубине не 60 см (ботанический состав), а 80 см (состав пигментов). В дальнейшем, видимо, целесообразно определять ботанический состав и степень разложения торфа в разрезах торфяных отложений более дробно, например, с шагом 10, или даже 5 см.

Остановимся на вопросе возраста характеризуемого торфяника. К сожалению, в настоящее время прямая датировка по радиоуглероду возможна только после получения средств для этих исследований. Поэтому была сделана попытка оценки возраста по аналогии с пигментными профилями торфяников, находящихся неподалеку и датированных ранее. Наиболее близко расположенный и хорошо изученный торфяной массив находится в 200 км на юго-восток от рассматриваемого разреза. Это болото верхового типа в 500 м на север от р. Тяпка с восточной стороны автотрассы г. Николаевск-на-Амуре – пос. Многовершинный (53°41′ с.ш., 140°05′ в.д., высота 50 м н.у.м.). В двух разрезах, заложенных на нем, получены серии радиоуглеродных датировок (12 и 10 дат), позволившие уточнить временной диапазон различных стадий развития болота (Климин, 2016). Кроме того, еще более 10 датировок были получены в дополнительно заложенных разрезах для решения некоторых дискуссионных вопросов палеогеографии региона (Климин и др., 2007).

Анализ литературных источников, посвященных изучению колебаний климата в голоцене на территории Дальнего Востока (Хотинский, 1977, 1987, 1989; Микишин, Гвоздева, 1996 и др.), а также сравнение пигментных профилей и других параметров разрезов на болотном массиве «Тяпка» и сходной информации, полученной по разрезу на болоте Аргулад, позволяют с большой степенью уверенности отнести начало заболачивания в последнем ко времени 3800-4000 радиоуглеродных лет.

В этом случае постепенное увеличение количества извлекаемых пигментов в нижней части разреза до локального максимума на глубине 150-155 см (рис. 2А) наряду с существенным увеличением показателей преобразованности органического вещества торфа – величин ПО и ПИ (рис. 2Б) – соответствует времени потепления в период 4200-3400 л. н.

Дальнейшие колебания климата – похолодание после 3400 л. н. (инт. 150-120 см), резкое потепление, произошедшее, согласно радиоуглеродному датированию в двух разрезах на Тяпкинском болотном массиве, около 3-2,5 тыс. л. н. (инт. 120-110 см), и последовавшее после него достаточно глубокое похолодание (инт. 110-85 см), вероятно, относящееся к периоду времени 2500-1800 л. н., хорошо прослеживаются на диаграмме пигментного профиля разреза торфяника Аргулад.

Именно потепление в середине этого периода обусловило наличие локального максимума пигментов, вероятно, аналогичного третьей (600 г. до н.э.) из пяти выделенных Е. Гранлундом поверхностей возвратного развития в некоторых торфяниках Западной Европы (Климин, 2016). Как известно, формирование торфа во время подобных экскурсов протекает по сценарию, противоположному обычному процессу торфообразования. Болото как бы возвращается на предыдущую стадию, характеризующуюся несколько лучшим минеральным питанием за счет временно усиливающихся процессов разложения уже образовавшегося торфа, залегающего в самом верхнем слое. Так, в одном из разрезов на Тяпкинском массиве в интервале, включающем хорошо выраженную поверхность возвратного развития, торф верхового типа сменился переходно-верховым, выше по разрезу снова перейдя в верховой. В случае же рассматриваемого островного торфяника в описываемом интервале появились сфагновые мхи, характерные для эвтрофных условий, хотя даже самые нижние слои этого разреза представлены торфом переходного типа. Не вызывает сомнений, что при более дробном изучении ботанического состава слой, характеризующийся наличием эвтрофных сфагновых мхов, будет гораздо менее мощным, чем 65 см.

Последние 1800 лет голоцена, разделенные Н.А. Хотинским (1987) на относительно теплый субатлантик-2 (1800-800 л.н.) и прохладный субатлантик-3 (800 л.н.-современность), также получили отражение на диаграмме пигментного профиля. Потепление обусловило резкое увеличение количества экстрагируемых пигментов из торфа, залегающего на глубине 80-40 см, а последующее похолодание – быстрое уменьшение содержания пигментов к кровле разреза.

Таким образом, при дальнейших исследованиях торфяных отложений Шантарских островов крайне желательно отбирать образцы на все анализы более дробно, а также в ближайшее время получить хотя бы несколько радиоуглеродных датировок, которые позволят поставить изучение процессов болотообразования, истории развития растительности и изменения окружающей среды этой территории на прочную научную основу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Климин М.А. Новый подход к изучению торфяных отложений // Жизнь пресных вод. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 33-41.

Климин М.А., Орлова Л.А., Базарова В.Б. Искажения радиоуглеродных датировок в торфяных отложениях: одна из причин // Изучение глобальных изменений на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 46-50.

Климин М.А., Сиротский С.Е. Распределение фотосинтетических пигментов в профиле торфяных отложений как отражение колебаний климата в голоцене // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 237-248.

Микишин Ю.А., Гвоздева И.Г. Развитие природы юго-восточной части острова Сахалин в голоцене. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 1996. 130 с.

Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. М.: Наука, 1977. 200 с.

Хотинский Н.А. Радиоуглеродная хронология и корреляция природных и антропогенных рубежей голоцена // Новые данные по геохронологии четвертичного периода. М.: Наука, 1987. С 39-45.

Хотинский Н.А. Дискуссионные проблемы реконструкции и корреляции палеоклиматов голоцена // Палеоклиматы позднеледниковья и голоцена. М.: Наука, 1989. С. 12-17.

ВЫЯВЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

Identification of important landscape areas in the Lower Priamurye

Е.М. Климина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; kliminaem@bk.ru

Одна из важнейших проблем современности – сохранение природного наследия, в том числе и ландшафтного. По мнению А.А. Чибилева, решение проблемы связано, в том числе, с выделением ключевых ландшафтных территорий (КЛТ). Они отражают ландшафтное разнообразие региона (физико-географической зоны, провинции) и имеют важное значение для идентификации и сохранения эталонов зональных, типичных, редких и находящихся под угрозой исчезновения геосистем на уровне местностей, урочищ и их региональных сочетаний (Чибилев, 2010).

В зависимости от уровня их проявления эти территории могут представлять собой либо крупные природные объекты (региональный уровень), либо узловые участки (места формирования стока, скопление озер, крупнейшие болота, ареалы интенсивного подземного стока, крупные лесные массивы) локального уровня (Хорошев, 2007).

Выявление КЛТ разных уровней начинается с типизации и анализа ландшафтной структуры исследуемого территориального объекта, который включает анализ представленности геосистем в ландшафтной иерархии более высокого ранга, одноранговых систем, а также в структуре ООПТ. Далее происходит выделение наиболее важных для поддержания экологического равновесия и сохранения природной среды геосистем: зональных, типичных наименее нарушенных, редких и уникальных.

Для выделения ландшафтов категории типичных ландшафтов для территории Нижнего Приамурья (региональный уровень) за основу был принят территориальный выдел – тип местности. Учет критерия представленности в пределах региональных единиц районирования (физико-географических районов) способствует выделению типичных ландшафтов по их доле в общей площади геосистем, а эталонности - уникальных, редких. Региональный уровень выделения типичных геосистем в Хабаровском крае определяется их высокой средоформирующей значимостью, наличием большого количества природных рубежей высокого иерархического ранга (например, границы между физико-географическими странами и областями, а также биогеографические, климатические).

На примере Северного Сихотэ-Алиня была рассмотрена доля типичных геосистем в данной физико-географической подпровинции. Первоначальный критерий их отбора – выделение условно неизмененных и слабо измененных геосистем (или ненарушенных), составивших 45,3 %. Проведенный анализ нарушенности в системе ландшафтно-типологических единиц выявил самую низкую долю ненарушенных геосистем для подкласса равнинных внутригорных понижений (4 типа местности) – 26,9 %. Для предгорий (10 типов местностей) этот показатель изменяется от 20,7 % (вулканические плато) до 46,5 % (холмисто-увалистые слаборасчлененные). Площади ненарушенных геосистем увеличиваются с ростом абсолютных высот местности от 42,1-57,8 % для низкогорий и до 81,5-90,3 % – среднегорных геосистем. Среди муниципальных районов наибольшая доля ненарушенных геосистем характерна для Лазовского и Нанайского районов (более 60 %), самая низкая – для Ульчского, Комсомольского и Бикинского районов (37,3; 43,9 и 46,6 % соответственно). В целом по Северному Сихотэ-Алиню соотношение между условно неизмененными, средне- и сильно измененными составляет 45,3 %, 53 и 1,7 %.

Исследования Среднеамурской низменности показали, напротив, очень высокую долю ненарушенных геосистем – 92,4 %. Это, преимущественно, геосистемы болот и заболоченных территорий низменных равнин, занимающих 73 % данной физико-географической страны.

Несмотря на наличие значительных по площади ненарушенных природных геосистем, в ряде районов отмечено усиление их фрагментарности, проявляемое в сокращении площадей крупных лесных массивов. При исследовании типичных для данной территории темнохвойных южнотаежных формаций было выявлено наличие всего лишь двух крупных массивов елово-пихтовых лесов площадью более 500 км^2 (соответствуя критерию ненарушенности лесных земель) в районах им. Лазо и Нанайском (Центральный и Анюйский физико-географические округа). Из массивов хвойно-широколиственного леса только один имел площадь 240 км^2 (Бикинско-Матайский физико-географический округ). В ходе анализа тенденций динамики антропогенной нарушенности с 1975

года выявлено смещение массивов сохранившихся массивов темнохвойных лесов на большие высоты и в сторону склонов северной экспозиции (Остроухов, 2014).

Для выявления сохранности типичных ландшафтов в пределах существующих ООПТ была рассчитана представленность темнохвойных геосистем в ООПТ Северного Сихотэ-Алиня, занимающих 12,7 % его площади (Климина, Остроухов, 2016). Общая площадь типичных геосистем с темнохвойными формациями составляет примерно 23 тыс. км^2, и только 13,6 % из них относятся к ООПТ, при этом всего лишь 1 % – в пределах заповедника.

Исследования С.Д. Шлотгауэр (Шлотгауэр, 2007) репрезентативности ООПТ Сихотэ-Алиня с точки зрения биоразнообразия выявили такие проблемы, как сложность конфигурации, снижающая устойчивость и сохранность экосистем некоторых ООПТ (Анюйский национальный парк), невысокая флористическая репрезентативность и наличие значительных площадей производных лесов. Расчеты по представленности геосистем в ООПТ подтвердили высокую долю вторичных лесов в ряде ООПТ: почти 50 % в Тумнинском заказнике, более 40 % – в Бирском заказнике и природном парке Хосо. Выявлена неравномерность размещения ООПТ по физико-географическим округам. В целом, можно сказать, что значительное разнообразие режимов охраны, достаточное представительство ООПТ на территории Северного Сихотэ-Алиня, пока еще не являются гарантом сохранности всего ландшафтного и биологического разнообразия.

Таким образом, выделение ключевых ландшафтных территорий – одна из задач современного ландшафтоведения, решаемая на региональном и локальном уровне, необходима для реализации экологически устойчивого территориального планирования в регионе. Начатые исследования позволят выявить ландшафты экологической значимости для дальнейшего включения в территориальные структуры разных режимов охраны. Сложность анализа ландшафтной структуры проявляется в проблемах классификации и типизации геосистем различного иерархического уровня, отсутствием единой методической основы для анализа и оценки ландшафтного разнообразия природных геосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Климина Е.М. Остроухов А.В. Этапы разработки ландшафтной карты Северного Сихотэ-Алиня (Хабаровский край) // Вестник ДВО. 2016. № 6. С. 78-85.

Остроухов А.В. Оценка динамики антропогенной трансформации темнохвойных лесов Северного Сихотэ-Алиня на основе дистанционного зондирования / География и природные ресурсы. 2014, № 1. С. 155-160.

Хорошев А.В., Синицин М.Г., Немчинова А.В., Авданин В.О. Ландшафтный подход к формированию экологической сети Костромской области // Экологическое планирование и управление, 2007. №4 (5). С. 19-29.

Чибилев А.А. Ключевые ландшафтные территории как фундаментальная основа природного наследия России // Бюллетень «Использование и охрана природных ресурсов в России», 2010, №6. С.38-41.

Шлотгауэр С.Д. Особо охраняемые природные территории Приамурья и пути их оптимизации // География и природные ресурсы, 2007. № 1. С. 69-75.

ГЕОХИМИЧЕСКАЯ И ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Geochemical and geophysical characteristics of the area of primary hydrothermal ecosystems forming

В.Н. Компаниченко

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан;
kompanv@yandex.ru

Согласно инверсионной концепции зарождения биосферы, жизнь могла возникнуть только в неравновесной жидкой среде, термодинамические и физико-химические параметры которой имели значительные колебания (Kompanichenko, 2017). Флуктуации параметров среды в оптимальном (вероятно, достаточно высокочастотном) режиме необходимы и для поддержания устойчивости предбиологических микросистем (осциллирующих вокруг точки бифуркации), и в дальнейшем для развития способности простейших форм жизни (пробионтов) к усиленному и целесообразному ответному реагированию на изменения в окружающей среде. Наиболее удовлетворительно таким требованиям отвечает гидротермальная среда, в которой существуют как относительно стабильные периоды существования, так и мощные макрофлуктуации, которые стимулируются тектоно-магматичекой активностью планеты. Они сопровождаются колебаниями более низкого ранга.

Нами были изучены флуктуации давления, температуры и концентраций компонентов в 8 гидротермальных системах Камчатки и внутриконтинентальной части Дальнего Востока (Компаниченко, Шлюфман, 2013). Температура и химический состав терм различны: pH 2.5-8.5, температура от 60 до 98 ºС, а парогазовых струй – до 380 ºС. Математическая обработка данных мониторинга температуры и давления флюидов в скважинах (в их устьях и на глубине 950-1500 метров) показала наличие нерегулярных макрофлуктуаций давления с амплитудами 1-2 бара, а также довольно регулярных микрофлуктуаций давления с амплитудами 0.1-0.3 бара и периодами от 10 до 60 минут. В Мутновской гидротермальной системе Камчатки коэффициент корреляции между давлением и температурой колеблется в разных скважинах от 0.89 до 0.99, составляя в среднем 0.96. В океане (за пределами областей термальных выходов) заметные термодинамические и физико-химические флуктуации отсутствуют. Исходя их этого, гидротермальные системы и области их разгрузки в океанах и на континентах рассматриваются как наиболее реальная среда зарождения жизни на Земле. В настоящее время выходы горячих вод на океаническом дне унаследованы сложными гидротермальными сообществами организмов, в основании трофической цепи которых находятся примитивные термофильные и гипертермофильные археи и бактерии. Нельзя исключить также формирования первичных сообществ (пробионтов) в зонах разгрузки высокотемпературных флюидов в грунтовые воды в областях активного вулканизма на континентах, где зачастую имеют место более значительные флуктуации термодинамических и физико-химических параметров, чем в подводных источниках. Впоследствии пробионты могли выноситься в океаны с естественным стоком подземных вод (в настоящее время такой сток составляет порядка несколько кубометров в минуту с одного квадратного километра поверхности). Данные сообщества, которые вначале вероятно были изолированы друг от друга, отвечали, по сути, эмбриональной стадии развития первичных локальных экологических систем.

Органическое вещество было изучено нами в 14 гидротермальных полях, расположенных в зоне перехода от континента к океану (Камчатский край) и в континентальной части юга Дальнего Востока (Еврейская автономная область, хабаровский край) (Компаниченко и др., 2015; Kompanichenko et al, 2015). Анализы проводились на наиболее распространенную группу умеренно-летучих соединений на хроматомасс-спектрометре GCMS-QP20105 Shimadzu. В горячих источниках, населенных термофильными микроорганизмами, было обнаружено 111 таких соединений, принадлежащих к 14 гомологическим рядам. В стерильном конденсате перегретой пароводяной смеси разнообразие меньше – 69 соединений, относящихся к 11 гомологическим рядам. Подобные исследования, проведенные Исидоровым (1991) для летучих органических соединений, продемонстрировали наличие 72 соединений 12 гомологических рядов. В сумме, в упомянутых гидротермальных системах было выявлено 243 соединения, принадлежащих 24 рядам. Этот список включает важные предбиологические компоненты – липиды и азотсодержащие соединения, включая аминокислоты.

Согласно развиваемому подходу, концентрирование органического вещества и его самосборка в микросистемы происходило естественным образом в ходе пульсационного продвижения термального раствора к поверхности. При закрытии трещин органика постепенно скапливалась под пробками из горных пород, а при открытии она выбрасывалась вместе с флюидом кверху, формируя

первичные ассоциации взаимодействующих предбиологических микросистем (прообраз простейших сообществ пробионтов).

Протекавшие в пробионтах химические процессы уже были вовлечены в организованную сеть метаболических реакций in vivo, что способствовало резкому повышению термической стабильности нуклеиновых кислот. Так, согласно экспериментальным данным, нуклеиновые кислоты в водной среде in vitro стабильны до температур 50–60 °С (в редких случаях до 90 °С), в то время как некоторые гипертермофильные археи имеют термостабильные генетические структуры и могут существовать при температуре до 122°С. В рамках развиваемого подхода предполагается, что протеины синтезировались в высокотемпературной среде еще на стадии формирования предбиологических микросистем, а интенсивный синтез нуклеотидов начался в период их трансформации в пробионты, когда уже появились зачатки биологических свойств, способствовавших повышению термостабильности системы.

Как промежуточную форму жизни между пробионтами и современными прокариотами можно рассматривать прогенот, который был теоретически реконструирован К. Войсом (Woese, 1987). В структуре вымершей части филогенетического древа микроорганизмов он сопоставляется с последним общим предком (Last Universal Common Ancestor) для всех филогенетических ветвей Archaea и Bacteria. Организмы этого типа могли иметь генотип и фенотип (информация в них сохранялась в фиксированной форме в одном классе молекул и проявлялась в активной форме в другом), но их гены представляли собой физически отдельные единицы, не организованные в линейно упорядоченные структуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Исидоров В.А., Зенкевич И.Г., Карпов Г.А. Летучие органические соединения в парогазовых выходах некоторых вулканов и гидротермальных систем Камчатки // Вулканология и сейсмология. 1991. № 3. С. 19-25.

Компаниченко В.Н., Потурай В.А., Шлюфман К.В. Исследования гидротермальных систем Дальнего Востока в контексте проблемы зарождения биосферы // История науки и техники. 2015. № 3. С. 84-94.

Компаниченко В.Н., Шлюфман К.В., Амплитудно-частотная характеристика колебаний давления пароводяной смеси в Верхне-Мутновской гидротермальной системе. Вулканология и Сейсмология. 2013. № 5. С. 51-58.

Kompanichenko V.N. Thermodynamic Inversion: Origin of Living Systems. Springer International Publishing. 2017. 275p.

Kompanichenko V.N., Poturay V.A., Shlufman K.V., Hydrothermal systems of Kamchatka as the model for prebiotic environment // Origins of Life and Evolution of Biospheres. 2015. Vol. 45. № 1-2. Pp. 93-103

Woese C.R. Microbial evolution. Microbial. Rev. 1987. Vol. 51. Pp. 221-270.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ВО ЛЬДАХ РЕКИ АМУР В РАЙОНЕ ХАБАРОВСКА

Peculiarities of distribution of organic substances in ice of the Amur River near Khabarovsk

Л.М. Кондратьева

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; kondratevalm@gmail.com

Представления о роли льдов в функционировании биосферы значительно углубляются при использовании геоэкологического подхода в их исследовании, особенно если обратить внимание на органическую составляющую и микроорганизмы, развивающиеся во льдах. Послойное исследование речного льда позволяет ответить на целый ряд вопросов, связанных с оценкой глобального, регионального и локального влияния загрязняющих веществ на биоту водных экосистем; установить закономерности формирования качества воды при совместном воздействии природных и антропогенных факторов в период ледостава и в весенний период при таянии льда; разработать естественнонаучное обоснование системы нормирования сброса сточных вод в зимний период и оценить степень риска при техногенных авариях (Кондратьева, 2010).

Лед выполняет особую роль, в качестве биогеохимического барьера, аккумулируя органические вещества (ОВ) различного строения и генезиса. Так после техногенной аварии в Китае в ноябре 2005 г. со стоком р. Сунгари в основное русло р. Амур поступила сложная смесь ОВ, включая хлорсодержащие соединения, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нитробензол и его производные (табл. 1). Многие ОВ были обнаружены только в тех слоях льда, которые формировались в период прохождения загрязненных нитробензолом водных масс. Кроме того, в разных слоях льда присутствовали такие ОВ как бензойная, бензопропионовая и бензоуксусная кислоты, которые относятся к продуктам микробиологической трансформации ароматических соединений (Кондратьева и др., 2011).

Таблица 1. Органические вещества, обнаруженные в воде и льдах р. Амур после техногенной аварии в бассейне р. Сунгари (ноябрь, 2005 г.).

Вода	Нитробензол, бензол, толуол, ксилол, этилбензол, хлороформ, ди- и трихлорметан, дихлорбензол, ПАУ, ТМ
Лед	Бензол, этилбензол, толуол, ксилол, дихлорбензолы, дихлорфенолы, третбутилфенол, крезолы, ПАУ, ТМ

Пространственно-временные масштабы экологических последствий техногенных аварий в период ледостава обусловлены следующими процессами:

- аккумуляцией во льдах различных ОВ техногенного характера;
- микробиологической трансформацией ОВ до более токсичных интермедиатов;
- высвобождением поллютантов в воду при таянии льда в весенний период;
- миграцией ОВ в составе льдов в низовье р. Амур и их вынос в прибрежные морские акватории.

В результате многолетних исследований было установлено, что состав летучих органических веществ во льдах р. Амур изменяется по годам (табл. 2). В 2011 году исследование летучих органических веществ было проведено в поверхностном и нижнем слое льда, который отбирали в районе Хабаровского водного узла в основном русле р. Амур (у правого берега, напротив стадиона им. Ленина), Амурской и Пемзенской протоках. Во всех пробах льда, отобранных вдоль правого берега реки Амур, присутствовали хлористый метилен и бутилацетат. В некоторых нижних слоях льда наряду с высокими концентрациями хлористого метилена и бутилацетата, присутствовали изопропилбензол и метилированные производные бензола (*о*- и *р*-ксилолы). Важно подчеркнуть, что хлористый метилен так же присутствовал во льдах, отобранных в Пемзенской и Амурской протоках, но его концентрации были ниже, чем в основном русле реки Амур.

Таблица 2. Летучие органические вещества, обнаруженные во льдах реки Амур

2006	2011	2012	2013
Бензол	Хлористый метилен	Бензол	Хлористый метилен
Толуол	Изопропилбензол	Гексан	Изопропанол
Ксилолы	Ксилолы	Этилацетат	Этилбензол
Этилбензол	Бутилацетат	Стирол	Ксилол

Во льдах р. Амур максимальное содержание диметилбензола (*p*-ксилол) и бутилацетата было обнаружено в нижнем слое льда, контактирующем с водой (3,1 и 2,5 мкг/л, соответственно). Изопропилбензол присутствовал в равном количестве в верхнем и нижнем слоях льда. Содержание производных бензола во льдах Амурской и Пемзенской проток было значительно ниже. Причем в нижних слоях льда бутилацетат и оба производных бензола отсутствовали в пределах точности метода определения. Наиболее распространенным во льдах в этот период отбора проб был *o*-ксилол (табл. 3).

Таблица 3. Содержание летучих органических веществ во льдах (верхний/нижний слои) р. Амур и протоках (март, 2011 г.)

Компоненты, мкг/л	Р. Амур	Амурская пр.	Пемзенская пр.
Бутилацетат	1,0/2,5	0,7/<0,1	<0,1
Изопропилбензол	1,5/1,5	1,0/<0,1	1,1/<0,1
p-ксилол	0,7/3,1	0,3/<0,1	<0,1/<0,1
o-ксилол	0,1/0,3	0,5/0,5	0,5/0,5

Согласно исследованиям, проведенным на Амуре в 2012 гг., качественный и количественный состав летучих компонентов в подледной воде и в нижних слоях льда существенно отличались от предыдущего года. Доминирующим компонентом во льдах по всему профилю реки (от левого берега к правому) и в протоках был этилацетат (ЭА). Его содержание было значительно выше во льдах, чем в воде. Можно предположить, что этот широко распространенный во льдах компонент является продуктом разложения высокомолекулярных органических веществ различного генезиса. Самые высокие концентрации ЭА были установлены в пробах льда, отобранных на середине р. Амур и у правого берега (18,2 и 15,7 мкг/л, соответственно). Кроме того, у правого берега в верхних слоях льда были обнаружены *m*- ксилол (0,6 мкг/л) и ацетальдегид (7,6 мкг/л). Следует отметить, что стирол был обнаружен по всему поперечному профилю реки Амур в нижних слоях льда (1,7 – 3,7– 2,7 мкг/л). Такой эффект можно наблюдать в случае сброса большого количество сточных вод, содержащих стирол. Его присутствие на середине реки в верхних соях льда (начало ледостава) можно объяснить периодическими сбросами. Однако, за весь период ледостава концентрация стирола в верхних слоях льда могла снижаться в результате микробиологической трансформации.

В отличие от предыдущего года, в воде и расплавах льда на всех трех створах хлористый метилен отсутствовал. Специфика этого года состояла в том, что в подледной воде в основном русле р. Амур концентрация гексана и стирола были выше, чем во льдах (табл. 4). В период отбора проб в воде был идентифицирован вторичный бутанол, встречающийся в сточных водах промышленных предприятий, а в пробах льда он отсутствовал. Различия в химическом составе льда и подледной воды свидетельствуют о периодическом поступлении ряда поллютантов со сточными водами. Возможно, в исследованный период было зарегистрировано поступление сточных вод, загрязненных углеводородами, стиролом и вторичным бутанолом.

Таблица 4. Содержание летучих органических веществ (мкг/л) в нижнем слое льда и подледной воде р. Амур в районе г. Хабаровска (март 2012 г.)

Компоненты	У левого берега		На середине		У правого берега	
	Вода	Лед	Вода	Лед	Вода	Лед
Гексан	4,6	нд	16,8	3,0	6,4	3,2
Этилацетат	1,9	3,3	4,2	18,2	2,8	9,9
Стирол	7,4	3,6	6,1	3,7	5,3	1,7

Примечание: нд - ниже пределов детектирования

Использование для оценки характера загрязнения льдов и водной среды микробиологических показателей позволило выявить интересную закономерность: чем выше была численность гетеротрофных бактерий (ГБ), тем ниже концентрация ЭА. Ассиметричное распределение численности ГБ и концентрации ЭА было характерно для керна льда, отобранного на середине реки. В нижних слоях льда на фоне низкой численности ГБ (100 КОЕ/мл) была зафиксирована максимальная концентрация ЭА (18,2 мкг/л). Можно предположить, что в период формирования ледового покрова происходило регулярное поступление сточных вод, по всей вероятности, китайских промышленных предприятий по производству искусственного каучука. Проведенный химический

анализ показал, что во льдах у правого берега присутствовала ртуть. Ее концентрация постепенно уменьшалась к нижним слоям льда от 0,13 до 0,01 мкг/л, при этом увеличивалась численность гетеротрофных бактерий и постепенно снижалась концентрация ЭА. Принимая во внимание пространственное распределение ГБ и ЭА во льдах по поперечному профилю, можно предположить, что в период формирования льдов этилацетат присутствовал в воде по всему поперечному профилю реки. Его микробиологическая деструкция могла происходить непосредственно во льдах, о чем свидетельствует обратная зависимость между численностью ГБ и его концентрацией. Однако у правого берега при аккумуляции во льдах ртути такая закономерность отсутствовала и могла быть связана с образованием токсичной метилртути ингибирующей процесс метаболизма этилацетата. Доминирование во льдах метилированных производных бензола является критическим фактором экологического риска образования токсичной метилртути (Кипер и др., 2017).

Можно предположить, что ЭА поступает в р. Амур от разных источников, включая сточные воды промышленных предприятий, расположенных на территории Китая в бассейнах рек Сунгари и Уссури и зимние сбросы с Зейского и Бурейского водохранилищ. Известно, что ЭА может быть продуктом трансформации растительных остатков, входящих в состав детрита. Источником поступления детрита в р. Амур в период формирования ледового покрова у левого берега могли быть сбросы с водохранилищ, которые мы неоднократно регистрировали в предыдущие годы.

Результаты послойного исследования льдов в районе Хабаровского водного узла, проведенного в марте 2013 г., подтвердили предположение, что состав ОВ в воде при формировании ледового покрова существенно изменяется во времени и пространстве (Kondratyeva, Zhukov, 2014). Например, особенно высокие концентрации изопропанола и хлористого метилена были установлены в пробах льда, отобранных в Амурской протоке у правого берега в слое льда 55-70 см (6092 мкг/л и 1373 мкг/л, соответственно). Содержание изопропанола существенно увеличилось, когда толщина льда составляла более 50 см. Возможно, это связано с аварийным сбросом сточных вод в р. Уссури или увеличением общего объема сточных вод. В основном русле р. Амур концентрации этих поллютантов были значительно ниже (табл. 5). Так минимальные концентрации изопропанола обнаружены в нижних слоях льда, отобранных у левого берега. Как и предыдущие годы, практически во всех слоях льда, отобранных в основном русле р. Амур, Пемзенской и Амурской протоках встречался *о*-ксилол (диметилбензол).

Таблица 5. Содержание доминирующих летучих органических веществ (мкг/л) во льдах реки Амур и протоках в районе г. Хабаровска (март, 2013)

Компоненты	Река Амур	Пемзенская протока	Амурская протока
Изопропанол	26,2 – 487,3	277,2 – 4604	854 – 6092
Хлористый метилен	17,7 – 104,0	111 – 613	252 – 1373
о-ксилол	0,3 – 1,3	0,5 – 1,5	0,4 – 1,5

Таким образом, послойное исследование льда в конце зимнего периода позволяет сделать ретроспективный анализ загрязнения речных экосистем в период формирования ледового покрытия. Установлено, что в различных слоях льда присутствуют органические вещества природного и антропогенного происхождения, вмерзшие во время формирования толщи льда, а также продукты их микробиологической трансформации. Во время ледохода при таянии льда может происходить вторичное загрязнение водной среды токсичными веществами различного генезиса, которые способны оказывать негативное воздействие на гидробионты. Речной лед выступает в качестве фактора экологического риска при его выносе в эстуарии и прибрежные морские экосистемы. Комплексное изучение гляцио-биогеохимических процессов, происходящих во льдах может значительно расширить спектр решаемых задач при проведении мониторинга состояния водных объектов в зимний период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кондратьева Л.М. Геоэкологические исследования речного льда // Геоэкология. Инжнерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2010. № 6. С. 511-520.

Кондратьева Л.М., Бардюк В.В., Жуков А.Г. Аккумуляция и трансформация токсичных веществ во льдах рек Амур и Сунгари после техногенной аварии в Китае в 2005 г // Лед и снег. 2011. № 4. С. 118-124.

Кипер Р.А., Кондратьева Л.М., Голубева Е.М. Биогеохимические аспекты условий метилирования ртути во льдах реки Амур // Криосфера Земли. 2017. Т. XXI. № 2. С. 25-32.

Kondratyeva L.M, Zhukov A.G. Spatio-temporal effects of Amur river ice pollution with organic substances // Proceedings of the 3rd International Meeting of Amur-Okhotsk Consortium-2013 in collaboration with the Conference on “Sustainable Nature Management in Coastal Areas”/ March, 2014. P.45-48. http://amurokhotsk.com/

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В СИСТЕМЕ ВОДА-ПОРОДА ПРИКРЕПЛЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ

Peculiarities of transformation of organic matter in the water-rock system by attached microorganisms

Л. М. Кондратьева, В.В. Кулаков, Д.В. Андреева, А.С. Уткина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; kondratevalm@gmail.com

Технология обезжелезивания и деманганации подземных вод непосредственно в водоносном горизонте «Subterra» опирается на возможность формирования биогеохимических барьеров путем их насыщения кислородом и создания непосредственно в водоносном пласте специализированных зон, резко отличающихся по окислительно-восстановительным параметрам от природных условий. Присутствие в подземных водах Среднеамурского артезианского бассейна и других территорий Приамурья закисного железа в катионной форме (до 20-30 мг/дм^3) является предпосылкой его быстрого осаждения при искусственной аэрации (Кулаков, Стеблевский, 2009). Характерные региональные условия Тунгусского водозабора подземных вод (высокие концентрации ионов Fe, Mn, органического углерода, низкие значения pH и температуры) предполагают адаптацию известной технологии подготовки питьевых вод с учетом биогеохимических процессов.

Так при поступлении кислорода в водоносный горизонт кроме осаждения растворенных форм железа и марганца происходит активизация сложно организованных микробных консорциумов (МК). Бактериальные клетки могут находиться в свободном (взвешенном) состоянии в водной среде и/или необратимо прикрепляются к твердым поверхностям. От этого зависит скорость колонизации субстрата и интенсивность микробиологических процессов, происходящих в системе вода – порода. В зависимости от гидродинамических параметров окружающей среды соотношение между этими двумя группами могут изменяться (Flynn et al., 2008).

Многие железо- и марганец редуцирующие бактерии относятся к группе активных колонизаторов, продуцирующих экзополимеры, которые способствуют их адгезии к субстрату и интенсивному развитию в прикрепленном состоянии в виде биопленок (Кондратьева, Литвиненко, 2014). Экспериментально показано, что бактериальные клетки, могут выступать в роли центров кристаллизации при образовании таких минералов как доломит и гидромагнезит (Sanchez-Roman et al., 2008), а развиваясь на поверхности базальта, способствуют высвобождению целого ряда элементов, включая Ca, Mg и Si. Взаимодействие микроорганизмов с поверхностью доломита происходит при широком диапазоне pH (Roberts et al., 2004). Биокаталитическая пленка может образовываться на коллоидных мицеллах в поровом пространстве месторождений железосодержащих подземных вод, а также на поверхности зерен грунта. Отмирая, бактерии заполняют осадком гидроокислов железа и марганца поровое пространство водоносного горизонта (Кулаков и др., 2012).

Анализ структуры и численности микробных комплексов, содержащихся только в откачиваемой воде, не дает объективной оценки потенциальным возможностям микробиологических процессов, которые могут происходить непосредственно на поверхности частиц пород в водоносном горизонте.

Задача наших исследований состояла в определении активности микробных комплексов, прикрепленных непосредственно на поверхности частиц грунтов, отобранных с разных глубин из кернов двух скважин, одна из них расположена в зоне влияния насыщения водоносного горизонта кислородом, другая – вне зоны технологии обезжелезивания подземных вод.

Объекты и методы исследования

Тунгусское месторождение подземных вод находится в центральной части Среднеамурского артезианского бассейна. Основной водоносный горизонт в плиоцен-нижнечетвертичных аллювиальных отложениях приамурской свиты сложен песками с гравием и галькой. Водовмещающими породами водоносного горизонта являются пески с гравием и галькой с прослоями глинистых песков и алевролитов. Мощность водоносного горизонта колеблется в пределах 40-50 м. С поверхности залегают покровные суглинки и глины мощностью 5-7 м. Подстилается водоносный горизонт приамурской свиты водоупорными глинами, аргиллитами и бурыми углями олигоценовых отложений ушумунской свиты (Кулаков, Стеблевский, 2012).

В 2016 году в районе Тунгусского водозабора для изучения геологического разреза и исследования биогеохимических зон, формирующихся вблизи эксплуатационных скважин и на удалении от площадки водозабора, пробурены специальные скважины. Проведен полный отбор двух кернов: из наблюдательной скважины Н 1-2 в 6 м от эксплуатационной скважины Э 1-3 и разведочная скважина Р-10 на расстоянии около 300 м к северу от эксплуатационной скважины Э 1-1 (табл. 1). В

эксплуатационную скважину Э 1-3 более года проводили закачку и откачку воды, насыщенной кислородом (более 30 мг/л).

Таблица 1. Литологический состав пород

Скважина Н 1-2	
Глубина отбора, м	Литологический состав пород
26	Песок серый, разнозернистый с гравием и галькой, глинистый
30	Песок серый мелкозернистый, тонкозернистый, глинистый
35	Песок серый, крупно- и грубозернистый с гравием и галькой, прослойками глины и включениями бурого гумуса
40	Песок серовато-бурый, крупно- грубозернистый, с прослоями песчаника
45	Глина серая с прослоями песка
Скважина Р-10	
25	Песок темно-буровато-серый с гравием, глинистый
30	Песок зеленовато-серый, крупнозернистый, с галькой и гравием
35	Песчаник бурый, крупнозернистый
40	Песок серый, мелкозернистый, глинистый
45	Песок, зеленовато-серый, с гравием и конкрециями сидерита
50	Песок, зеленовато-серый с гравием, прослоями песчаника, глинистый

Численность различных физиологических групп микробных комплексов (МК), ассоциированных с частицами грунтов (пород) определяли на селективных агаризованных питательных средах: рыбо-пептонный агар для культивируемых гетеротрофных бактерий (КГБ) в двух разведениях; среда Бромфильда для железомарганцевых бактерий (ЖМБ); среда Мориса для сульфатредуцирующих бактерий (СРБ); минеральная среда, содержащая 1 г/л фенола для фенолрезистентных бактерий (ФРБ).

Для определения активности МК использовали несколько источников углерода: растворимые пептон и лактат натрия (0,2 %), слаборастворимый фенантрен (1,3 мг/л). Для приготовления инокулята 1 г грунтов вносили в 100 мл стерильной дистиллированной воды и встряхивали на шейкере в течение 20 мин при 60 об/мин. Культивирование проводили при температуре 20-21^{o}С в стационарных условиях. Активность роста на растворимых субстратах оценивали на 7 сутки по изменению оптической плотности на КФК-3-01 при 600 нм. Характер трансформации фенантрена анализировали на 80-90 сутки по изменению цветности питательной среды и ее спектральным характеристикам (Shimadzu UV-3600).

Результаты и их обсуждение.

Анализ структуры микробных комплексов, находящихся в контакте с породами показал, что на разных глубинах существенно изменяется их численность в зависимости от характера антропогенного воздействия на водоносный горизонт. Высоким разнообразием морфотипов колоний и высокой численностью культивируемых гетеротрофных бактерий (КГБ) отличались породы, отобранные из скважины Н 1-2. Максимальная их численность была установлена на глубинах 26-30 м (табл. 2).

Среди представителей доминировали бактерии образующие слизистые колонии и со скользящим ростом, который необходим для быстрой колонизации поверхностей. Уникальное микробное сообщество обнаружено на глубине 30 м в слое, расположенном на 7 м выше фильтра в эксплуатационной скважине Э1-3. Здесь обнаружена высокая численность ЖМБ, интенсивно продуцирующих слизистый матрикс. Ниже этого слоя на глубине 35 м в структуре МК доминировали пигментированные колонии и присутствовали фенолрезистентные бактерии, которые могут свидетельствовать о присутствии продуктов разложения растительных остатков. Вклад сульфатредуцирующих бактерий, принимающих активное участие в окислительно-восстановительных процессах миграции ионов железа, также изменялся по слоям. Сопоставимо высокая численность отмечена в грунтах, отобранных из скважины Н 1-2 на глубинах 26 м и 45 м.

Совсем иная структура МК была установлена в грунтах, отобранных из скважины Р-10. Численность индикаторных групп бактерий была значительно ниже, чем на соответствующих глубинах в скважине Н 1-2. На глубине 25 м доминирующими по численности были СРБ. По сравнению со скважиной Н 1-2 численность ЖМБ флуктуировала по разным глубинам и снижалась до минимума на глубине 50 м.

Таблица 2. Численность культивируемых бактерий в породах, отобранных из наблюдательной и разведочной скважин

Скважина Н 1-2			
Глубина, м	КГБ, 10^4 КОЕ/г	ЖМБ, 10^4 КОЕ/г	СРБ, 10^3 КОЕ/г
26	254,3±36,4	157,0±17,5	188,0±25,3
30	216,0±21,2	219,6±34,3	60,26±14,2
35	193,0±18,0	157,0±19,2	146,6±18,3
40	26,3±4,7	87,0±15,0	24,0±4,0
45	93,0±16,7	134,6±18,2	180,6±20,3
Скважина Р-10			
25	38,3±5,4	47,3±6,7	138,6±19,5
30	3,6±0,4	1,3±0,3	6,0±3,0
35	11,0±3,0	10,0±2,0	30,6±4,2
40	76,6±15,2	46,3±7,2	64,6±15,3
45	10,6±3,4	3,0±1,0	5,6±0,4
50	13,6±2,1	0,7±0,4	1,3±0,3

Структура сообществ оказала существенное влияние на характер трансформации органических веществ различного строения *in vitro*. Особенно наглядно это нашло отражение при росте МК из наблюдательной скважины Н 1-2 на фенантрене, который является наиболее распространенным представителем полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в подземных водах Тунгусского месторождения. Согласно спектральным характеристикам наиболее существенная его трансформация с образованием цветных интермедиатов происходила при участии МК с глубины 30 м. Минимальную активность проявляли МК с глубины 26 м. Микроорганизмы, ассоциированные с песками из разведочной скважины Р-10, оказались менее активными. Трансформация фенантрена до растворимых цветных метаболитов происходила только при участии МК развивающихся на глубине 40-50 м. Причем, МК из грунтов, отобранных на глубине 50 м, образовывали обильные слизистые пленки на нерастворенных частицах фенантрена.

Микробные комплексы обследованных грунтов отличались по отношению к легкодоступным источникам углерода (лактат и пептон) (табл. 3). На лактате наиболее активно росли МК присутствующие в скважине Н 1-2 на глубинах 26-30 м и 45 м. Для скважины Р-10 выявлена специфическая зона 30-35 м в которой МК проявляли минимальную активность по отношению к лактату, который оказался для них недоступным источником углерода. Более существенные различия выявлены у МК из двух скважин по отношению к пептону. В наблюдательной скважине Н 1-2 менее активными по отношению к пептону, оказались МК с глубины 40 м. Однако МК из скважины Р-10 с разных глубин оказались более активными по отношению к пептону.

Таблица 3. Активность роста микробных комплексов на доступных источниках углерода (оптическая плотность при 600 нм)

Скважина Н 1-2			Скважина Р-10		
Глубина, м	Лактат	Пептон	Глубина, м	Лактат	Пептон
26	0,381±0,07	0,199±0,05	25	0,292 ± 0,03	0,207 ± 0,007
30	0,311±0,18	0,170±0,008	30	0,072 ± 0,003	0,088 ± 0,001
35	0,228±0,01	0,171±0,05	35	0,062 ± 0,006	0,264 ± 0,05
40	0,121±0,02	0,128±0,026	40	0,302 ± 0,04	0,254 ± 0,04
45	0,279±0,07	0,176±0,016	45	0,294 ± 0,08	0,281 ± 0,05
			50	0,262 ± 0,01	0,204 ± 0,008

Исследования показали, что МК, адаптированные к условиям среды обитания на разных глубинах в обследованных скважинах, существенно отличались по своей численности и активности роста как на быстро утилизируемых субстратах, так и на труднодоступных высокомолекулярных соединениях. Более активное микробное сообщество обнаружено в грунтах возле наблюдательной скважины Н 1-2, с активным гидродинамическим режимом и периодическим доступом высоких концентраций кислорода. В тоже время МК из разведочной скважины Р-10 вне зоны влияния этих факторов, не смотря на низкую численность, проявляли высокий природный потенциал по

отношению к легкодоступным источникам углерода. Исключение составлял малочисленный консорциум с глубины 30 м.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кондратьева Л.М., Литвиненко З.Н. Формирование биопленок микробными комплексами подземных вод in vitro // Биотехнология. 2014. № 3. С. 73-82.

Кулаков В.В., Кондратьева Л.М., Херлитциус Й., Тесля В.Г. Формирование биогеохимических зон при подготовке питьевых подземных вод в водоносном горизонте // Подземная гидросфера: Материалы Всероссийского совещания по подземным водам востока России. Иркутск: Изд-во ООО «Географ». 2012. С. 209-214.

Кулаков В.В., Стеблевский В.И. Ввод в эксплуатацию альтернативного источника водоснабжения г. Хабаровска // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 7. С.41–44.

Flynn T.M., Sanford R.A., Bethke C.M. Attached and suspended microbial communities in pristine confined aquifer // Water resources research. 2008. V.44. W07425, doi:10.1029/2007WR006633.

Roberts J.A., Bennet P.C., Gonzalez L.A., Macpherson G.L., Milliken K.L. Microbial precipitation of dolomite in methanogenic groundwater // Geology. 2004. V.32. №. 4. P.277-280.

Sanchez-Roman M., Vasconcelos C., Schmid N., Dittrich M., McKenzie J., Zenobi R., Rivadeneyra M.A. Aerobic microbial dolomite et the nanometer scale: implication for the geologic record // Geology. 2008. V.36. №. 11. P.879-882.

ПИРОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ В МОХОВОМ ЯРУСЕ НА МЕЗОТРОФНОМ БОЛОТЕ В ПРИАМУРЬЕ

Pyrogenic successions in moss layer of Pryamurie mesotrophic bog

Т.А. Копотева

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск

Сфагновые мхи относятся к «ключевым видам» (эдификаторам), так как создают среду, в которой снижаются темпы минерализации опада сосудистых растений и сами по себе являются главным материалом в процессе торфообразования, что доказано в экспериментах. Поэтому считается, что восстановление болотной экосистемы не может рассматриваться как успешное, до тех пор, пока не восстановлено растительное сообщество с доминированием сфагновых мхов. Но продуктивность сфагновых мхов находится в сильной зависимости от гидрологического режима в летний период. По данным наших исследований доля продукции сфагновых мхов от общей продукции мезотрофных болотных фитоценозов Приамурья колеблется с 8 до 57%. На мезотрофных болотах европейской части России эти колебания находятся в пределах 30–34% (Елина, Кузнецов, 1984). В засушливые годы в Приамурье сфагновые мхи образуют лишь 7–9% от собственной фитомассы. Во влажные годы их продукция достигает 90–96% от запасов своей фитомассы (3.2–4.6 т/га). Доля сфагновых мхов в надземной фитомассе ненарушенных мезотрофных болот варьирует от 45 до 62%. Таким образом, они являются самым важным и одновременно наиболее уязвимым компонентом растительного покрова торфяных болот.

Мезотрофные болота Приамурья так же, как и на юге Западной Сибири, занимают в регионе южный форпост распространения и тоже находятся в условиях неустойчивого увлажнения и, хотя годовое количество осадков в Приамурье в 2 раза больше, высокая частота повторяемости пожаров наносит процессам торфообразования невосполнимый ущерб. Пирогенный фактор в Приамурье считается ландшафтообразующим (Копотева, 1999; Буренина, 2006). Крупные лесные пожары, при которых выгорают и болота, за последние десятилетия наблюдались с периодичностью 8 лет (Соколова, Глаголев, 2009). Для сравнения: рассчитанный для заболоченных лиственничников Средней Сибири зоны северной тайги межпожарный интервал составляет от 73±8 до 138±18 лет при ведущей роли природной составляющей в возникновении пожаров (Харук, Двинская, 2006). Исследователи результатов пожаров на торфяных болотах Западной Канады оценивают ежегодные потери от выгорания органического вещества на них в 4704±618 Gg углерода (4,7 млн. т) на площади болот 1,7 млн. км^2, горимость которой по их утверждению увеличивается на 17% ежегодно (Vitt, 2000, Turetsky et al., 2002). Пожары и палы являются одной из основных причин маломощности торфяных залежей на маревых болотах (мезотрофных кустарничково-сфагновых лиственничниках) Среднеамурской низменности, собственно представляющих собой пирогенную циклическую сукцессию (Попов, 2000).

Целью нашей работы было: проследить изменения видового состава и динамику фитомассы мхов на начальном этапе пирогенной вторичной сукцессии и выявить особенности восстановления сфагнового покрова в условиях Приамурья.

Восстановительные сукцессии бриофитов изучались на 10 учетных площадках, заложенных на выгоревших участках случайным методом: каждая площадка размером 1 м^2 после удаления растений кустарничково-травяного яруса зарисовывалась в масштабе, отмечались появившиеся на обнаженном торфе мхи и в камеральных условиях определялся процент проективного покрытия по видам. Учитывая высокую степень мозаичности и контагиозности распределения возобновляющихся видов, проводилось также описание 50 площадок по 1 м^2 площадок на трансекте с глазомерной оценкой проективного покрытия (ПП) бриофитов без удаления сосудистых.

Начиная с 2012 г. вырезались монолиты торфа (10х10 см) в количестве 10 повторностей на горевшем участке для наблюдения за динамикой формирования моховой дернины, и с целью сравнения монолиты сфагновых мхов и очеса на ненарушенном участке. В камеральных условиях монолиты разбирались, определялась фитомасса мхов в абсолютно-сухом состоянии, у политриховых отделялся годичный прирост. Более подробное описание объектов исследований и методики в публикациях (Копотева, Купцова, 2016).

В первый год восстановления количество атмосферных осадков теплого периода (апрель-октябрь) было в пределах среднемноголетней нормы (693–685 мм соответственно). Последующие 2 года были влажными: на 38 и 13% больше нормы, что отчасти предотвратило внедрение сосудистых растений - эксплерентов и создало благоприятные условия для восстановления растений мохового яруса. В остальные годы наблюдений (2012–2016) осадков было меньше нормы, с небольшим

дефицитом (13–18%), самый сухой был 2014 г. – 21% ниже нормы (величина среднемноголетней взята по «Научно-прикладной справочник по климату», 1992). Засушливых сезонов не было.

В первый год восстановления на поверхности голого торфа (табл. 1) активно развивалась сукцессия *Marchantia polymorpha* и мелких бриевых мхов: *Ceratodon purpureus* и *Cynodontium strumiferum,* они занимали 55±1.2 % поверхности обнаженного торфа. Развивались споровые поселения политриховых, главным образом *Polytrichum strictum,* значительно менее распространены *P. commune* и *P. piliferum*. Переувлажнение следующих двух лет, по-видимому, способствовало сокращению времени течения сукцессии мелких бриевых: их ПП на голом торфе снизилось с 40±2,6% в 2010 г. до 13±1,4% в 2011 г. В 2012–2013 гг. при разборе на фракции образцов подземной фитомассы выделялось незначительное их количество (70–50 г/м^2) в горизонте 0-10 см, в последующие годы только следы в нижних горизонтах. Споровые возобновления политриховых происходили прямо на сплошном покрытии торфа мелкими бриевыми мхами. Данные динамики ПП *Polytrichum strictum* (табл. 1) не показывают его распространения по площади после 2012 г., возможно из-за высокой степени мозаичности. Данные динамики фитомассы (табл. 2) свидетельствуют об активном росте формирующихся дернин *P. strictum*: к 2015–2016 годам они достигли мощности 20 см, а в отдельных редких случаях до 30 см. Живая фитомасса *P. strictum* в 2016 г. составляет 2,5–3 т/га. В литературе отсутствуют сведения о данных фитомассы политриховых, единственное упоминание найдено нами в работе Вомперского и др. (1999), где была отмечена такая же фитомасса *Polytrichum commune* (255 г/м^2 год$^{-1}$) в заболоченных долгомошных сосняках после пожара.

Таблица 1. Динамика восстановления растительного покрова после пожара, ПП, %.

Год	Голый торф с мелкими бриевыми	*Polytrichum strictum*	*S. magel-lanicum*	*S.fuscum*	*S.balticum*+ *S.fallax*+ *S.capilifolium*	Фитомасса сосудистых, г/м^2, (абс.-сух.)
2009	89,5±2,9	12,5±3,4	1,4±0,5	0,6±0,5	0	151,0±25,0
2010	61,2±8,1	26,8±3,6	13,0±5,0	2,3±1,9	0	275,0±26
2011	49,6±5,5	27,1±7,6	9,5±2,5	8,5±4,4	5,9±1,6	419,0±49
2012	52,3±6,4	25,0±7,3	11,7±4,1	9,7±2,3	1,3±0,5	456,7±23,0
2013	42,8±5,5	17,7±3,2	27,2±5,0	4,0±2,8	7,8±2,6	685,2±64,0
2014	71,2±6,4	10,7±1,8	15,9±5,1	0,9±0,5	1,3±0,7	363,5±29,0
2015	41,7±9,1	2,0±1,4	35,4±6,1	8,4±4,5	11,5±5,6	378,6±27,0
2016	23,0±6,8	16,9±6,0	45,0±7,6	10,3±2,3	4,8±3,0	313,0±20,9

Таблица. 2. Динамика фитомассы мхов, абс.-сух. вес, г/м^2

Годы/фитомасса	2012	2013	2014	2015	2016
ненарушенный участок					
S.fuscum	404.7±32.1	328.1±43.0	380.7±42.3	479.2±57.2	339.4±65.8
S.magellanicum	163.4±37.0	84.0±14.1	89.5±30.4	133.0±46.0	221.7±89.8
Итого	568.1±43.4	412.1±47.0	470.2±49.7	612.2±65.8	561.1±83.5
Политриховые, 0–10 см	1.7±1.6	264±66.8	316.3±161.2	334.9±127.4	500.5±115.5
Политриховые, 0–30 см	1.7±1.6	387±82.5	647.1±307.8	1028.5±250.1	1374.0±334.6
выгоревший участок					
S.fuscum	10.9±8.3	33.5±12.8	79.8±40.1	132.0±80.4	150.4±51.4
S.magellanicum	43.5±20.9	100.1±44.5	123.5±66.9	248.3±81.0	265.6±70.0
Итого	54.5±21.9	133.6±45.4	203.3±70.6	380.4±95.5	415.9±67.6
Политриховые, 0–10 см	254.0±128.0	200.0±48.1	285.0±101.7	не опр.	309.1±111.7
Политриховые, 0–30 см	385.4±143.0	246.2±51.4	449.9±196.7	не опр.	514.3±196.1

На ненарушенных пожаром 2008 г. участках болота сукцессия политриховых идет по-другому: они постепенно вытесняют сфагновые мхи. До пожара они отмечены в моховом покрове лишь единично. Еще в 2012 г. их фитомасса крайне мала, они только начинают развиваться из проникших в дернину *S. fuscum* спор, а к концу 2016 г. политриховые уже создают мощную дернину более 30 см и их живая фитомасса превышает фитомассу доминанта *S. fuscum* (табл. 2). При этом эндогидрильный политрихум, вытесняя сфагновые мхи, формирует собственную мощную дернину, которая, однако не обладает свойствами капилярности как сфагновая, и в условиях резко

переменного климата Приамурья будет жизнеспособной, по-видимому, до первой серьезной засухи. Годичная продукция *P. strictum* в 2016 г. составила на негоревшем участке болота 130,8±27,8 г/м^2, на горевшем 101,2±43,7 г/м^2.

Восстановление сфагновых мхов на выгоревших участках находится в сильной зависимости от глубины прогорания во время пожара и степени увлажнения в постпирогенный период. Возобновление, наряду со споровым, идет также вегетативно из сохранившейся живой ткани очеса, поэтому в первую очередь восстанавливаются мхи, имеющие наиболее длинный стебель с живой тканью. В частности, *S. magellanicum* здесь имеет явное преимущество перед *S. fuscum.*

Первые поселения сфагновых мхов, в основном *S. magellanicum,* отмечены уже в 2009 г., очень редкие головки на слабо обгоревшем очесе подушек. Доля ПП *S. magellanicum* в сфагновом покрове ненарушенного участка в первые 3 года исследований колеблется в пределах 10%, затем резко возрастает до 22–25%. В восстанавливающемся моховом ярусе горевшего участка его доля в сфагновом покрове в 2012 г составляла 80%. Далее происходит ее снижение (до 60–64%) и постепенное увеличение доли ПП *S.fuscum*.

Первые поселения сфагновых мхов, в основном *S. magellanicum,* отмечены уже в 2009 г., очень редкие головки на слабо обгоревшем очесе подушек. Доля ПП *S. magellanicum* в сфагновом покрове ненарушенного участка в первые 3 года исследований колеблется в пределах 10%, затем резко возрастает до 22–25%. В восстанавливающемся моховом ярусе горевшего участка его доля в сфагновом покрове в 2012 г составляла 80%. Далее происходит ее снижение (до 60–64%) и постепенное увеличение доли ПП *S.fuscum*.

В самом влажном 2011 г. ПП возобновления сфагновых мхов уже больше 20%, (табл. 1), а к осени 2013 г. уже 39%, хотя сезоны этих двух лет наблюдений (2012–2013 гг.) были жаркие и более сухие. Ранней весной 2014 г. по болоту прошел пал, но пострадал в основном кустарничково-травяной ярус, моховый был поврежден слабо благодаря высокому уровню болотных вод. Тем не менее, к концу лета 2014 г. ПП возобновления сфагновых мхов снизилось до 18%, и политриховых тоже, по-видимому, мхи также, только незначительно, пострадали от огня. К концу наблюдений в 6 из 10 точек отбора возобновление сфагнов сформировало дернину мощностью 7–8 см, в остальных – от 1 до 5 см. Полностью сфагновый покров восстановится, когда мощность дернины на подушках и коврах будет не менее 30 см. С учетом того, что в условиях Приамурья *S. magellanicum* и *S.fuscum* прирастает за год на 2-3 см, потребуется еще не менее 10 лет при благоприятных условиях увлажнения для полного восстановления сфагнового покрова с доминированием *S. magellanicum*.

К концу восьмого сезона (2016) на негоревшем участке произошли большие изменения в моховом ярусе. Мхи составили более половины от общей живой фитомассы двух ярусов: мохового и кустарничково-травяного. Живая фитомасса мхов составила 10,6 т/га, почти половина принадлежит политриховым (табл. 2). Живая фитомасса сосудистых в 2016 г. была оценена на негоревшем в 8,9 т/га, из них 81% живые корни (на горевшем – 15,6 т/га, 80% живые корни). Доля мхов составила 54% от всей живой фитомассы (19,5 т/га) негоревшего сообщества, (на горевшем - 32%). В 2012 г. доля живой фитомассы мхов на негоревшей части болота (5,7 т/га) – сфагновые, практически без участия политриховых, составляла от всей живой фитомассы ненарушенного сообщества (13,3 т/га) 43%, на горевшем –20% (почти при тех же запасах фитомассы: 15,7 т/га). Увеличение доли мохового яруса на негоревшем участке шло исключительно за счет разрастания политриховых.

Заключение

Таким образом, восстановление сфагновых мхов после уничтожения пожаром происходит через развитие короткопроизводных сукцессий бриевых мхов со сменой видов. Наиболее длительной по времени существования является сукцессия политриховых. В течение 4–5 лет после пожара структура фитомассы мохового яруса ненарушенных огнем участков остается в неизмененном состоянии, затем начинается активно развиваться сукцессия политриховых с вытеснением сфагновых мхов. На какой период времени происходит замещение сфагновых дернин на политриховые, предстоит еще выяснить. Восстановление мохового покрова на выгоревших до торфа участках происходит в течение длительного времени: не менее 15–20 лет при благоприятных для процесса условиях в постпирогенный период.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Буренина Т.А. Послепожарная динамика в лиственничных лесах Северо-Восточной Азии // Лесные экосистемы Северо-Восточной Азии и их динамика: Мат-лы межд. конф. Дальнаука, Владивосток, 2006. С. 152–156.

Вомперский С.Э., Вомперская М.И., Валяева Н.А., Зазнобин М.Ю. Короткопериодные

колебания оторфованности заболоченных лесов // Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. Материалы совещания. 1999. С.

Елина Г.А., Кузнецов О.Л., Максимов А.И. Структурно-функциональная организация и динамика болотных экосистем Карелии. Л., 1984. С. 107–127.

Копотева Т.А. Пирогенный фактор и динамика растительного покрова болот Приамурья // Матлы межд. конф.: Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. М.: ГЕОС, 1999. С. 58–61.

Копотева Т.А., Купцова В.А., 2016 а. Влияние пожаров на функционирование фитоценозов торфяных болот // Экология. № 1. С 1–8.

Попов С.Ю. Пирогенные сукцессии сфагновых мхов в Средней России // Бот. журн. 2000. Т. 85, №2. С. 89–96.

Соколова Г.В., Глаголев В.А., Коган Р.М. Разработка автоматизированного метода оценки и прогноза пожарной опасности территории по погодным и метеорологическим условиям // Лесное хозяйство. 2009. № 4. С. 43–45.

Харук В.И., Двинская М.Л., Рэнсон К.Дж. Пространственно-временная динамика пожаров в лиственничных лесах северной тайги Средней Сибири // Экология. 2005. № 5. С. 334–343.

Цареградская С.Ю., Косицын В.Н. Оценка состояния растительного покрова после сильного торфяного пожара // Мат. межд. конф.: Болота и заболоченные леса в свете задач устойчивого природопользования. М., 1999. С. 156–158.

Turetsky M. R., Wieder R. K., Halsey L. A. and Vitt D. H. Current disturbance and the diminishing peatland carbon sink. Geophysical Research Letters 2002. V. 29. Pp. 2121-2124.

Vitt D. H. Peatlands ecosistems dominated by bryophytes // Bryophyte biology. Cambridge: Cambridge University Press. 2000. Pp. 312–343.

СОДЕРЖАНИЕ Rb В ПОЧВАХ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

The Rb content in the nature reserve territories soils of Primorye

Ю.А. Кошелева

ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток; yuliyashoo@yandex.ru

Длительное время считалось, что Rb наследуется почвой, в основном, от материнской горной породы, а его содержание в почве, чаще всего изучалось при исследовании процессов внутрипочвенного выветривания (Алексеев, 1987; Ильин, 1991; Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Результаты исследований последних лет указывают на возможность поступления Rb из внешних источников, в составе техногенных потоков (Водяницкий и др., 2010; Jin-Liang Feng, 2011). Отдельные почвенные исследования указывают на наличие тесной взаимосвязи между содержанием Rb и органо-минеральными компонентами почв, уровень взаимосвязи зависит от условий окружающей среды. Кроме того, выявлена возможность аэрального переноса Rb с загрязнённых территорий и выпадение в составе атмосферных осадков на почвенный покров территорий не подверженных прямому атропогенному воздействию (Folkeson и соавт., 1990; Kabata-Pendias, 2011; Tyler, Olsson, 2002; Hardy et al, 2015; Meyer et al., 2015; Tripathee et al, 2014).

Общеизвестно, что Rb в процессах выветривания тесно связан с K, в связи с чем он легко поглощается растениями и может отчасти замещать K в соединениях, но не может заменить его в процессах метаболизма, а следовательно высокие концентрации Rb могут быть токсичны для растений (Кабата-Пендиас, 1989).

Для достоверной оценки возможных последствий увеличения концентрации Rb в почвах, важно установить уровень его фонового содержания, основные закономерности распределения и накопления в почвенном профиле и долю техногенных форм. Наиболее подходящим объектом для начала проведения подобных исследований является почвенный покров заповедных территорий, где техногенное влияние сведено к минимуму.

Целью настоящей работы была количественная оценка валового содержания и расчет доли техногенных форм Rb в почвах заповедных территорий Приморского края.

В качестве объектов исследования были выбраны буроземы, сформированные на территориях Сихотэ-Алинского, Лазовского и Уссурийского заповедников.

Элементный анализ почв был проведен с использованием метода рентгенфлуорисцентной спектроскопии. Содержание органического углерода ($C_{орг}$) определяли с помощью метода газовой хроматографии. Для расчета доли накопления аэральных поллютантов, была использована доля техногенности, предложенная Ю.Н. Водяницким, которая равна отношению между содержанием элемента в верхней и нижней частях почвенного профиля, нормированное по содержанию консервативного элемента- Al^{+3}, что учитывает неоднородность почвенного профиля. Вклад природных биогенных процессов в накопление в поверхностных горизонтах большинства элементов не превышает 20% от валового содержания. Поэтому в качестве граничного значения, отделяющего техногенный металл от природного, принято значение $Tg > 20\%$ (Водяницкий и др., 2010).

Анализ внутрипрофильного содержания Rb указывает на накопление элемента в верхней части почвенного профиля и уменьшение его концентрации в нижележащих горизонтах, что свидетельствует о его возможном поступлении из внешних источников. Максимальная концентрация Rb отмечается в почвах Сихотэ-Алинского заповедника (от 110 до 126 мг/кг). Сравнение уровня концентрации Rb в почвах заповедников с величиной его среднего содержания в почвах мира (Виноградов, 1957) показало превышение кларкового значения до 2 раз, что в свою очередь, указывает на возможно техногенное происхождение элемента в почве (рис.1).

Анализ влияния основных почвенных свойств на содержание и распределение Rb в почвенном профиле указывает на наличие прямой корреляционной связи между концентрацией элемента в почве и содержанием органического углерода (OC) и MnO во всех исследованных почвах, с содержанием Fe_2O_3 в почвах Лазовского заповедника и с величиной pH_{KCl} в почвах Уссурийского заповедника. Кроме того, отмечена достоверная обратная корреляционная зависимость между концентрацией Rb и содержанием физической глины и SiO_2 во всех исследованных почвах. Обратная корреляционная связь Rb, также отмечена со значением pH в почвах Сихотэ-Алинского и Лазовского заповедников, с содержанием Al_2O_3 в почвах Сихотэ-Алинского и Уссурийского заповедников (табл.1).

.

Рис. 1. Содержание Rb в почвах заповедних территорий Приморского края

Таблица 1. Корреляционная связь Rb с основными свойствами почв заповедных территорий Приморского края.

Заповедники	Rb/pH_{KCl}	Rb/Глина	Rb/OC	Rb/SiO_2	Rb/Al_2O_3	Rb/Fe_2O_3	Rb/MnO
Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник	-1,000	-0,927	0,986	-0,990	-0,999	0,287	0,982
Лазовский государственный природный заповедник	-0,998	-0,992	0,961	-0,804	-0,281	0,818	0,992
Уссурийский государственный природный заповедник	0,992	-0,991	0,980	-0,926	-0,939	-0,908	1,000

Расчет доли техногенности показал, что содержание техногенных форм Rb составляет от 21,9% до 45,1% от валового содержания этого элемента во всех исследованных почвах. Масимальное значение доли техногенности отмечено в почвах Уссурийского заповедника, где наблюдаются минимальные значения концентрации валовых форм Rb (от 57 до 90 мг/кг). Минимальное значение доли техногенности отмечено в почвах Сихотэ-Алинского заповедника, где были зафиксированные максимальные значения концентрации валовых форм элемента (рис.2).

Полученные результаты позволили выявить некоторые закономерности распределения Rb внутри почвенного профиля. Для техногенных форм элемента отмечается обратная корреляционная связь с Al_2O_3 и SiO_2. Увеличение количества техногенных форм Rb сопровождается увеличением прямой корреляционной связи элемента с MnO и обратной корреляционной связи с содержанием физической глины. Кислотность почв оказывает большее влияние на перераспределение техногенных форм Rb в почвах Уссурийского заповедника.

Сравнение уровня концентрации Rb в почвах заповедных территорий Приморского края с величиной среднего содержания в почвах мира показало, превышение среднего значения во всех исследуемых почвах. В почвах заповедников, не подверженных прямому техногенному воздействию, обнаружены техногенные формы Rb, объем которых варьирует от 21% до 45%. Наибольшая доля техногенности отмечена в почвах Уссурийского заповедника. Основными фазами, контролирующими распределение и накопление элементов в почвенном профиле, являются органическое вещество и

MnO. Полученные результаты могут быть использованы при почвенно-экологическом мониторинге и оценке влияния техногенеза на почвенный покров.

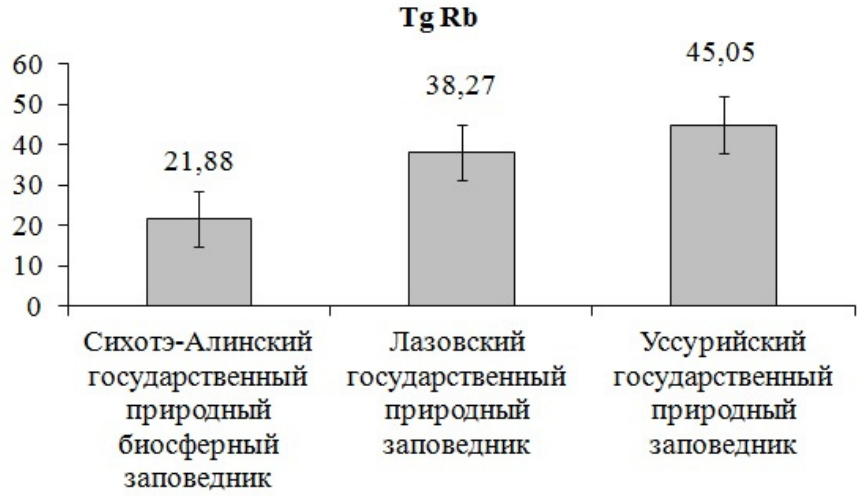


Рис. 2. Доля техногенности Rb в почвах заповедних территорий Приморского края

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. Л.: Агропромиздат. 1987. 142 с.

Виноградов А.П. Геохимия редких рассеянных химических элементов в почвах. М.: Изд-во АНСССР, 1957. 238с.

Водяницкий Ю. Н., Савичев А. Т., Васильев А. А., Лобанова Е. С. Чащин А. Н., Прокопович Е. В. Содержание тяжелых щелочноземельных (Sr, Ba) и редкоземельных (Y, La, Ce) металлов в техногенно-загрязненных почвах. Почвоведение. 2010. № 7. С. 879–890.

Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука. 1991. 152 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. Москва: Мир. 1989. 439 с.

Feng J-L. Trace elements in ferromanganese concretions, gibbsite spots, and the surrounding terra rossa overlying dolomite: Their mobilization, redistribution and fractionation. Journal of Geochemical Exploration 2011. Vol. 108. Pp. 99–111.

Folkeson L., Nyholm N. E. I., Tyler G. Influence of acidity and other soil properties on metal contents in forest plants and animals. Science of the Total Environment. 1990. Vol. 96. Pp. 211–233.

Hardy A., Langley-Turnbaugh S.J., Murphy D., Trace Elements in High-Elevation Soils on Six Mountains in Maine, USA. Soil Horizons. 2015. Vol. 53. Pp. 31-37.

Kabata-Pendias, A., 2011. Trace elements in soils and plants. NY: CRC Press. Fourth Edition. 548c.

Meyer C., Diaz-de-Quijano M., Monna F., Franchi M., Toussaint M-L., Gilbert D., Bernard N. Characterization and distribution of deposited trace elements transported over long and intermediate distances in north-eastern France using Sphagnum peatlands as a sentinel ecosystem. Atmospheric Environment. 2015. Vol. 10. Pp. 286-293.

Tripathee L., Kang Sh., Huang J.,Sharma Ch. M., Sillanpaa M., Guo J., Paudyal R. Contents of trace elements in wet deposition over the central Himalayas, Nepal. Atmospheric Environment. 2014. Vol. 95. Pp. 231-238.

Tyler G., Olsson T. Conditions related to solubility of rare and minor elements in forests soils. J. Plant Nutra. Soil Sci. 2002. Vol. 165. Pp. 594-601.

К ФАУНЕ ВЫСШИХ РАЗНОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА «ДУССЕ-АЛИНЬ» (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

On the fauna of Macroheterocera of future natural park «Dusse-Alin'» (Khabarovskii Krai)

Е.С. Кошкин

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; ekos@inbox.ru

Государственный природный заповедник «Буреинский», пос. Чегдомын

Распоряжением Правительства Хабаровского края № 758-рп от 11.12.2010 г. была принята «Схема перспективных особо охраняемых природных территорий регионального значения Хабаровского края на период 2011 – 2020 гг.». В ней запланировано создание государственного природного парка краевого значения «Дуссе-Алинь» в районе имени Полины Осипенко.

Проектируемый природный парк «Дуссе-Алинь» будет располагаться на восточном макросклоне хребта Дуссе-Алинь в бассейнах верхнего течения двух притоков р. Амгуни – Нилана и Керби (район имени Полины Осипенко Хабаровского края). Западная его граница будет проходить по восточной границе государственного природного заповедника «Буреинский». Планируемая для парка площадь составляет 152 тыс. га.

В ходе подготовки эколого-экономического обоснования создания природного парка регионального значения «Дуссе-Алинь» в период с 11 по 16 августа 2016 г. нами были проведены комплексные полевые исследования, включая сбор материала по высшим разноусым чешуекрылым. Исследования проводились в верховье р. Нилан в районе устья ручья Попутный во вторичных мелколиственных лесах на месте старых гале-эфельных отвалов, оставшихся после добычи россыпного золота. Близрасположенные склоны гор заняты светло- и темнохвойными лесами. В результате было выявлено 37 видов высших разноусых бабочек, относящихся к 7 семействам (не учитывая Geometridae и Noctuidae s.l.). Ниже приводится список собранных видов.

Семейство Drepanidae – Серпокрылки (1 вид). *Drepana curvatula* (Borkhausen, 1790).

Семейство Thyatiridae – Совковидки (5 видов). *Thyatira batis* (Linnaeus, 1758). *Habrosyne dieckmanni* (Graeser, 1888). *H. intermedia* (Bremer, 1864). *Tethea or* (Goese, 1781). *Ochropacha duplaris* (Linnaeus, 1761).

Семейство Lasiocampidae – Коконопряды (3 вида). *Odonestis pruni* (Linnaeus, 1758). *Gastropacha populifolia* ([Denis & Schiffermüller], 1775). *Euthrix potatoria* (Linnaeus, 1758).

Семейство Sphingidae – Бражники (4 вида). *Mimas christophi* (Staudinger, 1887). *Deilephila elpenor* (Linnaeus, 1758). *Sphinx ligustri* (Linnaeus, 1758). *Hyloicus morio* Rothschild et Jordan, 1903.

Семейство Notodontidae – Хохлатки (10 видов). *Furcula furcula sangaica* (Moore, 1877). *Notodonta stigmatica* Matsumura, 1920. *N. dembowski*i Oberthür, 1879. *N. torva* (Hübner, 1803). *Peridea oberthueri* (Staudinger, 1892). *Stauropus fagi* (Linnaeus, 1758). *Ptilodon capucina* (Linnaeus, 1758). *Clostera albosigma curtuloides* (Erschoff, 1870). *Gonoclostera timoniorum* (Bremer, 1861). *Pheosia rimosa* Packard, 1864.

Семейство Lymantriidae – Волнянки (4 вида). *Lymantria monacha* (Linnaeus, 1758). *Sphrageidus similis* (Fuessly, 1775). *Leucoma candida* (Staudinger, 1892). *Orgyia antiqua* (Linnaeus, 1758).

Семейство Arctiidae – Медведицы (10 видов). *Arctia caja* (Linnaeus, 1758). *Pericallia matronula* (Linnaeus, 1758). *Manulea lutarella* (Linnaeus, 1758). *Pelosia muscerda* (Hufnagel, 1766). *Lithosia quadra* (Linnaeus, 1758). *Melanaema venata* Butler, 1877. *Ghoria gigantea* (Oberthür, 1879). *Ghoria collitoides* (Butler, 1885). *Stigmatophora micans* (Bremer et Grey, 1852). *Miltochrista miniata* (Forster, 1771).

Необходимо отметить, что данный список далеко не полный, и при дальнейшем проведении исследований число видов высших разноусых чешуекрылых (без учёта совок и пядениц) территории проектируемого природного парка «Дуссе-Алинь» может возрасти более чем в два раза.

Находки ряда южных по происхождению восточноазиатских видов в верховье р. Нилан представляют немалый интерес. Бражник *Mimas christophi* Stgr. ранее в Хабаровском крае на север отмечался только до пос. Чегдомын и г. Комсомольск-на-Амуре. Наша находка в настоящее время является самой северной для Хабаровского края. Очень интересным является сбор двух самцов хохлатки *Notodonta stigmatica* Mats. Этот восточноазиатский вид в материковой части Дальнего Востока является очень локальным и редким, самая северная находка была известна из окрестностей пос. Чегдомын (Кошкин, 2010). Таким образом, наша находка позволяет "продвинуть" северную границу распространения этого вида гораздо севернее. Локалитеты хохлаток *Peridea oberthueri* Stgr. и *Gonoclostera timoniorum* Brem. в верховье р. Нилан также являются самыми северо-восточными в ареалах этих видов, ранее в Нижнем Приамурье они не были известны севернее с. Киселёвка (Дубатолов, 2009). Хохлатка *Stauropus fagi* L. в Нижнем Приамурье ранее не была отмечена севернее

г. Комсомольск-на-Амуре (Дубатолов, 2009). Местонахождение медведицы (лишайницы) *Ghoria collitoides* (Butler, 1885) в верховье р. Нилан является самым северным в ареале вида, ранее он не был известен севернее с. Циммермановка (Дубатолов, 2009). Находка лишайницы *Melanaema venata* Butler, 1877 в верховье р. Нилан – одна из самых северных в ареале вида.

Основу фауны высших разноусых чешуекрылых верховьев р. Нилан составляют широко распространённые транспалеарктические виды, также заметную долю составляют восточноазиатские виды, находящиеся здесь на северных пределах своих ареалов. Стоит отметить, что на сопредельной высокогорной части территории Буреинского заповедника отмечено присутствие значительного числа видов с арктобореальными и арктогольцовыми типами ареалов. Большинство из них, вне всякого сомнения, будут обнаружены в высокогорной части проектируемого природного парка «Дуссе-Алинь», в которой пока почти не проводились исследования фауны высших разноусых чешуекрылых.

Таким образом, биогеографически территория проектируемого природного парка «Дуссе-Алинь» интересна тем, что здесь наблюдается самое южное проникновение арктогольцового и арктобореального энтомокомплексов на юге Дальнего Востока России. Виды северного происхождения проникают на юг по горным тундрам хребта Дуссе-Алинь, южнее которого они не обитают. При этом, несмотря на суровость климата, в предгорных районах природного парка наблюдается присутствие восточноазиатского комплекса биоты, связанного преимущественно с неморальными лесами. Многие восточноазиатские виды насекомых имеют здесь северную границу своих ареалов. Таким образом, уникальность энтомофауны проектируемой ООПТ состоит в том, что виды арктического генезиса соседствуют здесь с видами южного восточноазиатского происхождения. На данной территории это явление сильно выражено, в других высокогорных местах Приамурья арктобореальный и арктогольцовый фаунистические комплексы представлены значительно слабее (за исключением Буреинского заповедника).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Дубатолов В.В. Macroheterocera без Geometridae и Noctuidae s. lat. (Insecta, Lepidoptera) Нижнего Приамурья // Амурский зоологический журнал. 2009. Т. 1. Вып. 3. С. 221-252.

Кошкин Е.С. Предварительные итоги изучения фауны высших разноусых чешуекрылых (Macroheterocera, без Geometridae и Noctuidae) верховьев реки Бурея (Хабаровский край) // Записки Гродековского музея. Сборник научных трудов. Вып. 24. Природа Дальнего Востока / Под общ. ред. Е.С. Кошкина. Хабаровск: Хабаровский краевой музей им. Н.И. Гродекова, 2010. С. 65-75.

О НОВОЙ НАХОДКЕ ЭПИКОПЕИ (*EPICOPEIA MENCIA* MOORE, 1874) (LEPIDOPTERA, EPICOPEIIDAE) В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

New record of *Epicopeia mencia* Moore, 1874 (Lepidoptera, Epicopeiidae) from Evreiskaya Autonomnaya Oblast'

Е.С. Кошкин, А.Л. Антонов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; ekos@inbox.ru

Эпикопея (*Epicopeia mencia* Moore, 1874) – один из двух представителей семейства эпикопеид (Epicopeiidae) на территории России. Вид локально распространён в южной части Дальнего Востока: на юге Приморского и Хабаровского краёв и в Еврейской автономной области. Большинство популяций, имеющихся на территории России, сосредоточены на юге Приморья. На юге Хабаровского края очень редок и локален, известны единичные находки из бассейнов рек Бикин (с. Лесопильное) и Хор (с. Бичевая и с. Кутузовка), из окрестностей г. Вяземский, с. Отрадное и из южной части Большехехцирского заповедника (р. Одыр) (Кошкин, Новомодный, 2008). С территории Еврейской автономной области известна единственная достоверная находка, сделанная в 30 км ЮВ г. Биробиджана, 5 км СЗ с. Найфельд (Стрельцов и др., 2003). За пределами России ареал эпикопеи охватывает Северный, Северо-Восточный и Восточный Китай, Корейский полуостров. Вид включён в Красную книгу Хабаровского края (Кошкин, Новомодный, 2008).

В июле 2017 г. один из авторов обнаружил экземпляр эпикопеи на своём дачном участке, расположенном в Смидовичском районе Еврейской автономной области недалеко от г. Хабаровска. Ниже приведены данные об этом экземпляре.

Материал: 1 ♀, Еврейская автономная область, Смидовичский р-н, 3 км ЮЗ пос. Приамурский, садовое общество «Энтузиаст», 48°31'05"с.ш., 134°51'45" в.д., 40 м над ур. м., 18 июля 2017, А.Л. Антонов leg.

Интересны обстоятельства обнаружения этой самки эпикопеи. Бабочка была найдена на дачном участке утром (в 9 ч.), лежащей на поверхности почвы. При ближайшем рассмотрении оказалось, что у неё отсутствует голова, но при этом насекомое ещё подавало признаки жизни. Вероятно, моменту находки бабочки предшествовала охота на неё какого-то хищника, скорее всего – птицы. Факт обнаружения эпикопеи в данном месте интересен тем, что в радиусе нескольких километров мы не находили ильмов, на которых развиваются гусеницы этого вида. Район места находки представляет собой обширный дачный массив, окружённый заболоченными лугами с небольшими рёлками, поросшими преимущественно осиной и берёзами, отчасти – дубом монгольским. Согласно литературным данным, имаго эпикопеи отличаются консерватизмом по отношению к своим местам обитания, они не способны совершать миграции (Глущенко и др., 1992). Поэтому непонятно, каким образом эпикопея могла оказаться в окрестностях пос. Приамурский. Можно всё-таки предположить, что в непосредственной близости от места находки есть небольшие заросли ильма, нам пока не известные.

Собранный экземпляр имеет широкие светлые перевязи на крыльях, что соответствует форме *albofasciata* Djak.

Таким образом, наша находка эпикопеи – вторая в Еврейской автономной области, и новое местонахождение является крайней северо-восточной точкой в ареале этого редкого субтропического вида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Глущенко Ю.Н., Тарасов А.А., Чистяков Ю.А. Биология эпикопеи изменчивой (*Epicopeia mencia* Moore) в Приморье и необходимые меры по её охране // Чтения памяти Алексея Ивановича Куренцова. Вып. 1–2. Владивосток: ДВО АН СССР, 1992. С. 102–116.

Кошкин Е.С., Новомодный Е.В. Эпикопея *Epicopeia mencia* (Moore, 1874) // Красная книга Хабаровского края: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных: официальное издание. Хабаровск: Издательский дом «Приамурские ведомости», 2008. С. 577–578.

Стрельцов А.Н., Осипов П.Е., Рубцова Т.А. Новая находка *Epicopeia mencia* Moore, 1874 (Lepidoptera, Epicopeiidae) в Приамурье // Проблемы экологии Верхнего Приамурья. Вып. 7 / Под общ. Ред. Л.Г. Колесниковой и А.Н. Стрельцова. Благовещенск: Изд-во БГПУ, 2003. С. 177–178.

ДИНАМИКА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЫ Р. АМУР В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ПАВОДКА 2013 Г.

Dynamics of forest vegetation in the valley of the lower Amur River after the disastrous 2013 floods

М.В. Крюкова

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; flora@ivep.as.khb.ru

Географическое положение бассейна р. Амур, его строение определяют специфику природно-климатических условий, пространственное разнообразие ландшафтов и биоты. Природа этого региона находится под влиянием муссонного климата, который в условиях горного рельефа, преобладающего в амурском бассейне, влияет на местную циркуляцию воздушных масс и, как следствие, на формирование водного режима реки. На реке Амур и его притоках наводнения представляют собой достаточно обычное явление ежегодно в летне-осенний период, когда муссонные нередко обильные атмосферные осадки выносятся циклоническими воздушными массами с Тихого океана в Приамурье (Махинов, Ким, Воронов, 2014). Практически ежегодно наблюдаются наводнения выше уровня 300 см; большие, выше 600 см - составляют 40 % общего числа случаев и по величине расхода в 3-5 раз превосходят максимумы весеннего половодья. Ширина разлива достигает 30 км, происходит затопление поймы и, в отдельные годы, прилегающей к ней равнинной территории.

По масштабу наводнение 2013 г. было крупнейшим за всю историю наблюдений и охватило огромные территории в пределах двух стран – России и Китая. В результате разлива воды в 2013 г. было затоплено 1 964 288 га поймы реки Амур, днищ долин ее притоков, приозерных территорий и аллювиально-озерных равнин. В зону подтопления и переувлажнения попало 1 722 834 га.

Наводнения играют огромную роль для пойменных экосистем, определяя эрозионно-аккумулятивные процессы в поймах рек, размывы и переотложение гумусово-аккумулятивных горизонтов почв, сукцессии растительного покрова от пионерных сообществ отмельных эфемеров на формирующихся и развивающихся при аккумуляции наносов первичных (русловых) элементах рельефа до формирования пойменных поверхностей с влажными вейниково-осоковыми лугами и береговых валов с древесно-кустарниковой растительностью и т.д. Особое значение для пойм рек имеют катастрофические наводнения, которые в ряду опасных стихийных явлений по своим последствиям для природы и человека занимают одно из первых мест.

С целью анализа последствий катастрофического наводнения для растительного покрова наземных и водных экосистем поймы нижнего течения реки Амур нами в 2014 г. было проведено изучения состояния растительности и популяций отдельных видов сосудистых растений, произрастающих в пойме и на прилегающих к ней участках озерно-аллювиальных равнин. Полученные в результате этих работ материалы явились основой для мониторинга исследований, которые продолжаются нами в 2015-2017 гг. в рамках проекта комплексной программы фундаментальных исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук.

В пойме р. Амур закономерности пространственной организации растительного покрова определяются направлением почвообразовательного процесса, находящимися в зависимости от положения в рельефе территории и длительности ее затопления паводковыми водами. С областью высокого уровня пойм, верхних уровней прирусловых участков, заливаемых, как правило, на короткий срок до 10-15 дней связаны суходольные разнотравные, разнотравно-злаковые луга, кустарниковая и лесная растительность, представленная короткопоемными растениями (Раменский, 1938; Виноградов, 1964). Средние уровни пойм, затапливаемые ежегодно на 20-30 дней занимают сложные по составу мезофитные луга. Низкие участки, заливаемые более чем на 40-50 дней, заняты простыми по составу, несформировавшимися группировками долгопоемного гигрофильного разнотравья, осок и злаков заболоченных лугов, болот. Для прирусловых участков бечевников характерны группировки однолетних эфемеров меженной полосы, тальниковых зарослей. Между ними существуют постепенные переходы и различные сочетания. Пестротность и мозаичность растительного покрова усиливается благодаря тому, что многие виды растений характеризуются широкой экологической амплитудой приспособленности к различным экологическим условиям.

Согласно данным дистанционного зондирования Земли лесная растительность составляет 6,3 % от растительного покрова поймы р. Амур. Как показал сравнительный анализ описаний пробных площадей в пределах профилей, пересекающих пойму р. Амур на различных участках, наибольшей конституционной и морфологической устойчивостью структуры характеризуются леса, а наименьшей – полидоминантные луговые ценозы, отличающиеся ярко выраженной сезонной и разногодичной флуктуационной изменчивостью. Вместе с тем, наиболее губительны последствия

катастрофических паводков, подобных наводнению 2013 г., для лесных ценозов, поскольку вызывают в них необратимые изменения, связанные с гибелью и повреждением древостоя и кустарникового ярусов в результате переувлажнения корнеобитаемого слоя, погребения аллювиальными наносами, деформацией смещающимися льдами в период весеннего половодья и т.д. Менее уязвимы, напротив, луговые ценозы, которые благодаря своей динамичности, перестройке видового состава доминантов в зависимости от изменения факторов среды, сохраняют свою структуру и функции.

Жесткие условия, которые существуют в поймах рек для существования растений, отсеивают многие виды, мало приспособленные или совершенно неприспособленные переносить длительное переувлажнение. Элиминирующее влияние паводков, как это неоднократно отмечалось ранее в литературе (Коржинский, 1884; Максимов, 1974, Миркин, 1974 и др.), отчетливо проявляются в том, что видовое разнообразие растительного покрова заливаемых лесов намного беднее, чем в других долинных лесных сообществах. Так, на коренных берегах р. Амур в составе широколиственных, хвойно-широколиственных лесов отмечено 640 видов сосудистых реастений, светлохвойных лесов – 520 видов, пойменных мелколиственных лесов – 355 видов. Но из этих 355 видов большинство характеризуется незначительным распространением, встречаются редко, и только 80-120 видов способны развиваться в пойме, заливаемой ежегодно на 1 – 1,5 месяцев. При этом большее значение имеет не высота уровня воды, а длительность периода стояния воды над поверхностью почвы. Долгое стояние воды над поверхностью почвы создает в ней условий анаэробиоза, способствует накоплению вредных для растений минеральных соединений, задерживая процессы разложения органических остатков.

Степень освоения поймы древесными видами растений неодинакова. Более половины представителей дендрофлоры составляют представители семейства *Salicaceae* поскольку наибольшей устойчивостью к затоплению обладают виды рода *Salix*. Ивняки представляют более 50 % всех древесных и кустарниковых насаждений в поймах рек. Это объясняется их чрезвычайной выносливостью и экологической гибкостью. Ивы влаголюбивы, хорошо переносят временное затопление, нетребовательны к почвам, свету, теплу и остаточно ветроустойчивы. Для молодых насаждений ивняков опасны большие разливы воды в летне-осенние паводки, так как вмерзающие в лед стволики после спада воды погибают и ломаются оседающим льдом.

Ивняки встречаются на различных местообитаниях в поймах, но их основная масса сосредоточена в низинных местах и вдоль береговых валов (Ахтямов, 2001). *Salix schwerinii, S. udensis, S. rorida* являются первыми поселенцами при формировании речных пойм. Ивы образуют корни по всей длине стебля, проходящего через наносы песка, у поверхности нового наноса многие виды ив дают от ствола новую корневую систему из обильных придаточных корней. Также при погребении аллювиальными наносами ивы способны формировать прикорневую поросль, что способствует быстрому восстановлению ивняков. Отмеченная в 2014 г. гибель значительной части ивняковых зарослей вдоль береговых валов в пойме р. Амур, достигающая на отдельных площадях до 50-60 % от их площади, не нанесла им значительного ущерба за счет достаточно хороших восстановительных возможностей ив. Восстановление с помощью прикорневой поросли отмечено и для других видов древесных и кустарниковых растений, произрастающих в поймах рек: *Padus avium*, *Malus baccata*, *Spiraea humilis, S. salicifolia*, *Quercus mongolica*, *Maackia amurensis*.

Можно выделить следующую группу древесных растений, выдерживающих длительное затопление. К ним относятся *Padus avium*, *Populus suaveolens*, *Malus baccata*, *Quercus mongolica* и др. Их выживаемость при затоплении связана с наличием покоящихся прикорневых почек, не тронувшихся в рост, которые сохраняются и позже в нормальных условиях (вне воды) дают молодые побеги даже при условии гибели основного ствола.

Иная ситуация складывается с другими типами лесных насаждений - белоберезовыми, осиновыми, лиственничными с *Betula davurica*, *Quercus mongolica*, *Phellodendron amurense*, *Pinus koraiensis* и др., которые заселили в пойме Амура прирусловые валы и релки в последние десятилетия в годы низкой водности. Среди них была выявлена группа растений, не выдерживающих длительное затопление – это *Larix cajanderi*, *Betula davurica, B. platyphylla*, *Alnus hirsuta* и некоторые другие. По результатам обследований отмечены массовые усыхания березняков, лиственничников в пойме реки, достигающая в отдельных районах до 90 %, а также гибель отдельных деревьев. Это может иметь негативные последствия для пойменных экосистем, связанные с накоплением пирогенного материала, а также с размножением и распространением различных патогенов (грибов, вирусов), насекомых-вредителей.

Например, в окрестностях с Богороское на острове Гусинный отмечена гибель 64 га, по берегам оз. Хаванда – 9,2 га, в окрестностях пос. Бельго – 23 га, в районе бывшего поселка Новая Уссура – 21 га белоберезовых, белоберезово-лиственничных, белоберезово-ольховых насаждений.

Также в первый после наводнения год отмечалась изменчивость видовой структуры лесных биоценозов. В связи с переувлажнением произошла смена доминантов травяного яруса. Выпадают из состава сообществ или снижается участие мезофильных видов растений (*Moehringia lateriflora*, *Viola selkirkii*, *Waldsteinia maximovicziana*, *Hylomecon vernalis)*. Ведущие позиции в травяном покрове временно заняли гигрофильные виды - *Carex longirostrata*, *Persicaria lapathifolia*, *Calamagrostis langsdorffii*, *Equisetum hyemale*, *Carex vesicata* и др., отмечались также представители отмельной флоры (*Rorippa cantoniensis, Chenopodium amurense, Juncus bufonius* и др.), которые в последующие годы постепенно сменились типичными представителями лесной флоры.

Усиливаются процессы синантропизации растительного покрова лесных экосистем, под пологом которых встречаются такие виды, как *Conyza canadensis*, *Chenopodium album*, *Trifolium pratense*, *Geum aleppicum* и др., не свойственные коренным пойменным и долинным лесам, что определяется, вероятнее всего, случайным заносом зачатков этих растений в период наводнения.

Таким образом, можно выделить ряд основных факторов риска для лесных пойменных экосистем:

- переформирование рельефа, привнесение в пойму аллювиальных наносов разной мощности и различного гранулометрического состава, что ведет к изменению природных условий пойменных экотопов;

- усиление гидродинамических факторов, связанных с развитием эрозионно-аккумулятивных процессов, преобразованием морфологических характеристик русел;

- глубина и длительность затопления и связанные с ними переувлажнение корнеобитаемого слоя и переуплотнение почв в местах длительного стояния воды;

- привнесение в сообщества антропогенных и сорных видов растений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ахтямов М.Х. Ценотаксономия прирусловых ивовых, ивово-тополевых и уремных лесов поймы реки Амур. - Владивосток: Дальнаука, 2001. 138 с.

Виноградов Б.В. Растительные индикаторы и их использование при изучении природных ресурсов. М: Высшая школа, 1964. 328 с.

Коржинский С.И. Предварительный отчет о ботанической экскурсии в дельту р. Волги // Труды общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. Казань, 1884. Том XIII, вып. 4. 31 с.

Максимов А.А. Структура и динамика биоценозов речных долин. - Новосибирск: Наука, 1974. 258 с.

Махинов А.Н., Ким В.И., Воронов Б.А. Наводнение в бассейне Амура 2013 года: причины и последствия //Вестник ДВО, 2014, № 2. С. 5-14.

Миркин Б.М. Закономерности развития растительности речных пойм. М.: Наука, 1974. 128 с.

Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938. 615 с.

МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННОГО И НАРУШЕННОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В АМУРО-ТУНГУССКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ

Monitoring of the natural and disturbed regime of groundwater in the Amur-Tungus interfluve

В.В. Кулаков[1], Д.В. Андреева[1], Р.С. Козырев[1], Д.В. Матвеенко[1], Р.С. Штенгелов[2]

[1]*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск;* vvkulakov@mail.ru

[2]*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

На Амуро-Тунгусском междуречье в районе строящегося Тунгусского водозабора с 2011 года осуществляется мониторинг за подземными водами водоносного горизонта плиоцен-нижнечетвертичных аллювиальных отложений (Кулаков, 2015; Кулаков, Кирюхин, 2006; Кулаков, Медведева, 2014; Кулаков, Шмигирилов, 2015; Kulakov et al., 2011). Мониторинг качественного состава подземных вод отражен в других работах по рассматриваемой территории (Андреева, Кулаков, 2014; Кулаков, 2008; Кулаков, Андреева, 2016).

Из 5 проектных секций водозабора (60 эксплуатационных скважин) первая секция, состоящая из 12 скважин, введена в эксплуатацию в июле 2012 года. Мониторинг осуществлялся по 9 кустам наблюдательных скважин внешнего мониторинга, глубиной до 50 м, расположенных на разном удалении от эксплуатационных скважин водозабора, русла Пемзенской протоки и р. Амур. В каждом кусте сооружено по 3 наблюдательные скважины, оборудованных на три интервала (1, 2 и 3) водоносного горизонта (рис. 1).

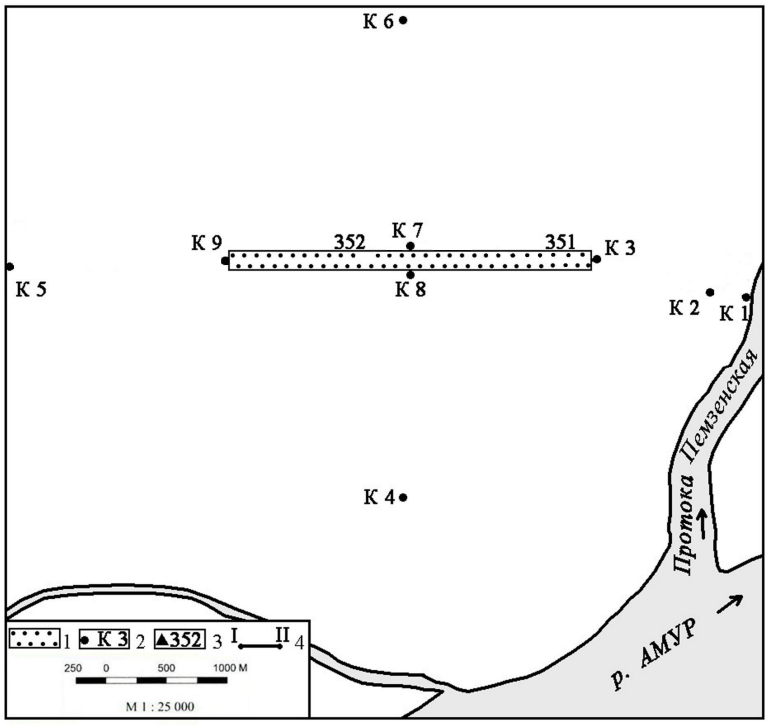


Рис. 1. Схема размещения эксплуатационных скважин и кустов наблюдательных скважин в районе Тунгусского месторождения подземных вод
1 - расположение эксплуатационных скважин на площадке водозабора, 2- кусты наблюдательных скважин, 3 - разведочные скважины

Данные мониторинга за период эксплуатации водозабора являются базовой информацией для оптимизации эксплуатации водозабора, для переоценки запасов подземных вод и прогноза изменения качественного состава, поскольку непродолжительные опытные работы в период разведки Тунгусского месторождения не позволяют изучить и параметрически охарактеризовать медленно протекающие гидродинамические и гидрогеохимические процессы в подземной гидросфере. Кроме того, некоторые параметры могут непредсказуемо изменяться во времени, например, фильтрационное сопротивление ложа реки. Многократные повторности оценок по многолетним данным мониторинга резко повышают их достоверность и исключают возможность случайных погрешностей по оценке уровнепроводности водоносной толщи и оценки фильтрационного сопротивления ложа реки (эквивалентной длины ложа Пемзенской протоки).

Площадное питание плиоцен-четвертичной водоносной системы Тунгусского месторождения (на значительной площади) происходит через покровные суглинки в подпёртом режиме (уровни грунтовых вод выше подошвы покровных суглинков – схема «двухслойного пласта». Этот естественный режимный процесс имеет зарегулированный характер: его интенсивность определяется невысокой пропускной способностью покровных суглинков, что обусловливает существование «микрозаболоченности». Фактическим подтверждением этого служит отсутствие сколько-нибудь явной реакции уровней в удалённых от речной сети скважинах (1004, 1005, 1006) на характерные периоды естественного питания подземных вод.

Однако, в случае, если при существенном эксплуатационном понижении уровней они окажутся ниже подошвы покровных суглинков, возникнет свободный режим фильтрации и произойдёт возрастание как напорного градиента внутри толщи суглинков, так и интенсивности питания грунтовых вод. Значимость этого, теоретически неизбежного, процесса оценить можно лишь весьма приблизительно, поскольку для этого необходимы максимально точные значения параметров проницаемости суглинков и гипсометрического положения их подошвы.

Сводная характеристика уровнепроводности за весь период наблюдений 2012 – 2016 гг. приведена в табл. 1. Вариация величин по интервалам разреза определяется, во-первых, различиями их проницаемости и, во-вторых, преобладанием гравитационной составляющей для интервала 1 и упругой составляющей для интервалов 2 и 3. В целом интегральная величина уровнепроводности для толщи составляет $3{,}03 \cdot 10^4$ м^2/сутки с отклонением по интервалам от 6 до 15%.

Таблица 1. Сводная характеристика уровнепроводности водовмещающей толщи.

Интервал в разрезе	2012	2013	2014	2015	2016	Среднее по интервалу, м^2/сутки
1	$2{,}32 \cdot 10^4$	$2{,}59 \cdot 10^4$	$3{,}47 \cdot 10^4$	$1{,}97 \cdot 10^4$	$2{,}32 \cdot 10^4$	$2{,}53 \cdot 10^4$
2	$2{,}82 \cdot 10^4$	$3{,}13 \cdot 10^4$	$4{,}39 \cdot 10^4$	$2{,}88 \cdot 10^4$	$3{,}59 \cdot 10^4$	$3{,}36 \cdot 10^4$
3	$2{,}74 \cdot 10^4$	$2{,}95 \cdot 10^4$	$4{,}59 \cdot 10^4$	$2{,}54 \cdot 10^4$	$3{,}22 \cdot 10^4$	$3{,}20 \cdot 10^4$
Среднее по разрезу						$3{,}03 \cdot 10^4$

Фильтрационное сопротивление русловых и подрусловых отложений является важнейшим параметром граничного условия 3-го рода, устанавливаемого на контурах (площадях дна) водотоков и водоёмов. Физически этот показатель характеризуется параметром эквивалентной длины русла водотока - ΔL. Оценка фильтрационного сопротивления ложа Пензенской протоки выполнено по всем трём интервалам наблюдений в разрезе (табл. 2). Полученные результаты оценок обоими методами по интервалам разреза показывают, что результаты оценок по 2015 – 2016 гг. удовлетворительно согласуются с оценками за период 2012 – 2014 гг. и подтверждают предположение о существенной переработке донных отложений протоки во время наводнения 2013 г.

Основные выводы по выполненным оценкам гидрогеодинамических параметров на основе материалов мониторинга подземных вод заключаются в следующем:

1. Величина уровнепроводности порядка $3 \cdot 10^4$ м^2/сутки, полученная по данным наблюдений в скважинах внешнего мониторинга, может быть использована для аналитических расчётов в основной части области развития депрессионной воронки на Тунгусском месторождении, включая зону эксплуатационных скважин.

2. Для выполнения гидрогеодинамического моделирования должна применяться величина активной пористости, которая, по данным оценок уровнепроводности, практически одинакова для всех трёх уровней гидрогеологического разреза.

3. Результаты поинтервальной оценки эквивалентной длины (фильтрационного сопротивления русловых и подрусловых отложений) показывают, что в прибрежной зоне Пензенской протоки подтверждается пластовый характер строения фильтрационного разреза, выявленный в ходе разведочных работ

Таблица. 2. Результаты оценки эквивалентной длины ложа Пемзенской протоки.

Интервал наблюдения	Метод оценки	2012		2013		2014		2015		2016		Среднее ΔL по интервалу наблюдения, м
		Период	ΔL, м	Период	ΔL, м	Период	ΔL, м	Период	ΔL, м	Период	ΔL, м	
1	Градиентный	09.09 – 18.10	117	22.06 – 06.08	52	04.06 – 09.06	32	25.06 – 12.07	42,6	08.07 – 23.07	39,4	56,8
	Конечных разностей	–	–	–	–	22.07 – 02.08	54	13.08 – 23.08	39,9* 95,6**	20.07 – 30.07	55,6* 54,9**	
2	Градиентный	09.09 – 18.10	232	22.06 – 14.07	184	–	–	20.06 – 28.07	170,0	08.07 – 23.07	162,5	179,2
	Конечных разностей	–	–	–	–	12.05 – 27.05	113	01.05 – 13.05	199,0* 198,5**	20.07 – 30.07	189,7* 189,0**	
								09.07 – 22.07	154.3* 196,4**			
3	Градиентный	15.09 – 05.10	482	17.05 – 30.07	437	04.01 – 08.01	352	25.06 – 22.07	596,0	03.07 – 23.07	324,3	414,7
	Конечных разностей	–	–	–	–	18.07 – 25.07	312	01.05 – 13.05	465,4* 456,2**	20.07 – 30.07	413,6* 316,4**	
								02.09 – 06.09	448,4* 447,9**			

* - среднее по дифференцированной оценке

** - по интегральной оценке

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Андреева Д.В., Кулаков В.В. Сероводород в подземных водах междуречья Амура и Тунгусски // Экология и безопасность жизнедеятельности города: проблемы и решения: материалы 4-й региональной науч.-практ. конф. 27-28.06.2014 г. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. С. 71-75.

Кулаков В.В., Кирюхин В.А. Мониторинг качества подземных вод эксплуатируемых месторождений юга Дальнего Востока // Подземная гидросфера. Матер. Всероссийского совещания по подземным водам востока России. Иркутск, Изд-во ИрТГУ, 2006. с.271–273.

Кулаков В.В. Железо, марганец, кремний и фтор в пресных подземных водах Приамурья // Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути решения: Матер. Межрегион. научно-практ. конф., Хабаровск, 10 – 12 окт. 2008 г. Кн.2. - С. 578 – 582.

Кулаков В.В. Взаимодействие подземных вод с горными породами и поверхностными водами в Амуро-Тунгусском междуречье // Фундаментальные и прикладные проблемы гидрогеологии: Матер. Всеросс. совещания по подземным водам Сибири и Дальнего Востока (XXI совещание по подземным водам Сибири и Дальнего Востока с международным участием), г. Якутск, 22 - 28.06. 2015 г. / Издат. ИЗК СО РАН. 2015. С. 39 - 44.

Кулаков В.В., Андреева Д.В. Растворенные газы подземных вод Амуро-Тунгусского междуречья // Тихоокеанская геология. 2016, том 35, № 2, с. 83 – 93.

Кулаков В.В., Медведева Н.И. Влияние катастрофического наводнения на уровень подземных вод Амуро-Тунгусского междуречья // Всероссийская конференция «Водные и экологические проблемы, преобразование экосистем в условиях глобального изменения климата», 29.09 – 3.10.2014 г. Хабаровск: сб. докладов [Электронный ресурс] – Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН, 2014. С 101-103.

Кулаков В.В., Шмигирилов С.А. Температура подземных вод междуречья Амура и Тунгусски // Конф. С международным участием «Регионы нового освоения: Современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны», 11-14 октября 2015 г., Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2015. С. 181-184.

Kulakov V.V., Fisher N.K., Kondratieva L.M., Grischek T. Riverbank Filtration as an Alternative to Surface Water Abstaction for Safe Drinking Water Supply to the City of Khabarovsk, Russia // C. Ray and M. Shamrukh (eds.) Riverbank Filtration for Water Security in Desert Countries, Chapter 17. Springer Science + Business Media B.V. - 2011. - P. 281-298.

ФИТОМАССА И ПРОДУКЦИЯ СФАГНОВЫХ МХОВ ПОСЛЕ МЕЛИОРАЦИИ НА МЕЗОТРОФНЫХ БОЛОТАХ В ПРИАМУРЬЕ

Phytomass and production of *Sphagnum* mosses on Priamurie mesotrophic bog after melioration

В.А. Купцова

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск, victoria@ivep.as.khb.ru

Сфагновые мхи играют существенную роль в составе и функционировании растительного покрова мезотрофных болот Приамурья. Известно, что трансформация болотных экосистем после мелиорации, изменяет гидрологический режим, что, в свою очередь, приводит к сукцессии растительных сообществ – исчезновению гидрофильных болотных растений и, прежде всего, сфагновых мхов (Вомперский и др., 1982; Денисенко, 1980; Нешатаев, 1986 и др.).

Целью работы было выявить изменения в составе растительного покрова осушенных болот, особенно мохового яруса, путем сравнения их современного состояния с естественными неосушенными болотами.

Исследования проводились на пробных площадях, заложенных на осушенных и неосушенных участках переувлажненных мезотрофных лиственничников, широко представленных на территории Среднеамурской низменности. Исследованные болотные участки находятся в юго-восточной части Среднеамурской низменности. Первый (48°12’N 135°07’E) расположен на территории государственного природного заказника «Хехцирский» (бывший опытный участок Хехцирского лесхоза) в междуречье рек Малые Чирки и Пискуновка. В 1965 г. специалисты ДальНИИЛХ для увеличения роста и продуктивности лиственницы заложили экспериментальный участок, в границах которого была разбита сеть мелиоративных каналов глубиною 80 см и различными значениями густоты от 20 до 40–60 и даже 100 м (Попов, 1970). Второй участок находится на плоском заболоченном водоразделе между реками Хор и Кия (47°48´N 135°39´E). В 70–80-х годах XX века северо-западную часть болотного массива мелиорировали для разработки Бичевского торфяного месторождения.

В исследуемых фитоценозах закладывались пробные площади, охватывающие все формы микрорельефа и все синузии в моховом покрове, выполнялись геоботанические описания, определялось покрытие сфагновых мхов. Для определения продукции сфагновых мхов измеряли линейный прирост: на подушках колышками, в понижениях методами покрасок и перевязок (Clymo, 1970), плотность дернины мхов определяли методом монолитов. Определение живой части мха для оценки запаса фитомассы проводили двумя методами: визуальным – по окрашенной хлорофиллом фотосинтезирующей верхней части мха с головкой (I) и гистохимическим методом (II) по Т. В. Малышевой (1975). Запас живой фитомассы рассчитывали путем умножения абсолютно-сухой массы 1 см стебля вместе с головкой на плотность дернины. Продукция определялась произведением абсолютно-сухой массы 1 см стебля на величину линейного прироста и плотность дернины.

Неосушенные части исследованных болотных массивов покрыты редким древостоем из угнетенной лиственницы Каяндера *Larix cajanderi* Mayr. со средним диаметром ствола 10 см, средней высотой до 10 м и сомкнутостью полога 0,1. Из кустарников здесь встречаются *Betula ovalifolia* Rupr. и *Alnus hirsuta* (Spach) Rupr. В травяно-кустарничковом покрове распространены типичные болотные виды растений – *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench., *Ledum palustre* L., *Oxycoccus microcarpus* Turcz. ex Rupr., *Vaccinium uliginosum* L., реже *Andromeda polifolia* L., *Carex globularis* L., *Carex limosa*, *Carex cespitosa* L., *Eriophorum vaginatum* L., *Calamagrostis neglecta* (Ehrh.) Gaertn. Mey. & Scherb. В моховом покрове господствуют сфагновые мхи: *S. magellanicum Brid.*, *S. fuscum* (Schimp.) Klinggr., *S. balticum* (Russ) J. lens, *S. angustifollium (Warnst.) C. Jens.*

Через 50 лет после лесоосушительной мелиорации растительный покров на участке болотного массива в междуречье рр. Малые Чирки и Пискуновка с сетью каналов через 20 м претерпел значительные изменения. На месте мезотрофного лиственничного кустарничково-сфагнового болота сформировался лиственничник хвощево-ерниковый III – IV класса бонитета (формула древостоя 10Л+Бб). Средняя высота деревьев здесь составляет около 17 м, средний диаметр – 18 см (8–28 см), сомкнутость полога 0,6. Улучшение лесорастительных условий в результате мелиорации благоприятным образом сказалось на параметрах продуктивности *Larix cajanderi*: годичный прирост по высоте в среднем вырос в 4 раза, а прирост ствола по объему за год – почти в 17 раз. До 15 % увеличилось проективное покрытие кустарникового яруса. Кроме *Betula ovalifolia* высотой до 2,0–2,5 м здесь появились *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. и *Rubus sachalinensis* Levl. В кустарничково-травяном ярусе уменьшилось покрытие и жизненность *Ledum palustre* и *Vaccinium uliginosum.* После осушения из растительного покрова исчезли такие типичные для мезотрофных болот Приамурья виды, как *Salix myrtilloides*, *Oxycoccus microcarpus*, *Oxycoccus palustre*, *Equisetum palustre*, *Eriophorum vaginatum*. Значительно увеличилась ПП

травянистых растений – до 70% , главным образом за счет вселения новых видов растений, таких как, например *Equisetum sylvaticum* L. (до 40% ПП), *Calamagrostis langsdorffii* (Link) Trin (до 5%), *Poa sp.*, *Lactuca sibirica* (L.) Benth. ex Maxim., *Saussurea amurensis* Turcz., *Trientalis europaea* L., *Moehringia lateriflora* (L.) Fenzl., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth. Покрытие *Carex cespitosa* сократилось до 10 %. Некоторые виды оказались более стойкими к осушению, например *Smilacina trifolia* (L.) Desf.

Однако, наиболее существенные изменения произошли в моховом ярусе: общее проективное покрытие мохового яруса сократилось с 97 % до 10%. При этом выпали виды мхов чувствительные к снижению уровня почвенно-болотных вод и освещенности из-за увеличения сомкнутости древесного и кустарничково-травяного ярусов, такие как *S. balticum*, *S. fuscum*, *S. rubellum*. Лишь часть видов осталась в незначительном количестве – *S. angustifollium* (1% ПП) и *S. magellanicum* (2% ПП), *S. centrale* (1 %). Появились виды, отсутствующие до осушения – *S. squarrosum* (4% ПП) и *S. girgensonii* (2% ПП), которые в основном занимают днища осушительных канав.

Менее заметные изменения произошли на участке с сетью осушительных канав через 40 м. Здесь из травяно-кустарничкового яруса исчезли такие виды, как *Oxycoccus palustre, Juncus sp.*, снизилось ПП *Eriophorum vaginatum*. Общее ПП мхов с 95 % сократилось до 75 %: почти в 3 раза сократилось ПП *S. balticum*, а *S. fuscum* почти в 1.5 раза. Незначительно увеличилось проективное покрытие *S. magellanicum* (с 19 до 25 % ПП) и *S. angustifollium* (с 16 до 18 %).

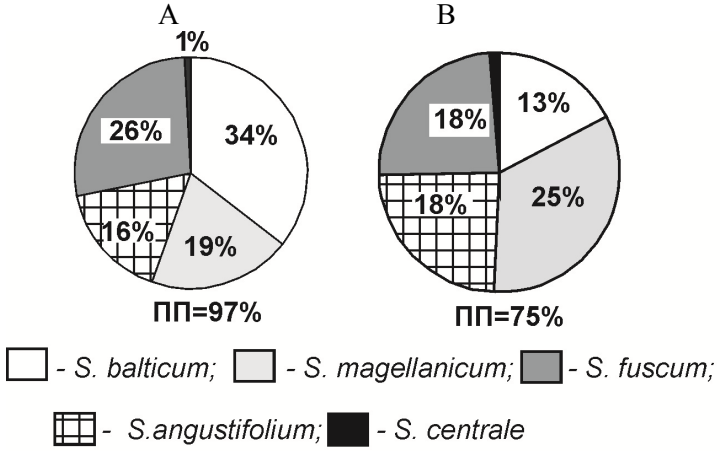


Рис. 2. Видовой состав и проективное покрытие мохового яруса ненарушенного (А) и мелиорированного участка болота с сетью каналов через 40 м (В) в междуречье рр. Малые Чирки и Пискуновка

На участке в границах Бичевского торфяного месторождения, где на сооруженных в ходе мелиоративных работ чеках размерами 100 х 500 м были полностью удалены древесный, кустарниковый, практически весь моховый и кустарничково-травяной ярусы, происходило естественное восстановление болотной растительности в условиях фактически атмосферного питания (Купцова, Копотева, 2014). На поверхности чеков, с постоянно высоким, очень слабо колеблющимся уровнем болотных вод (УБВ) (от +5 до – 10 см в течение вегетационного сезона), сформировался комплекс безлесных гидрофильных травяно-сфагновых, кустарничково-травяно-сфагновых и кустарничково-бриевых (политриховых) ассоциаций. Это не типично для широко распространенных на Среднеамурской низменности мезотрофных кустарничково-сфагновых лиственничников, летний уровень воды на которых отличается большим количеством подъемов и спадов. УБВ на них в период вегетации обычно колеблется с 0 до – 60 см (от поверхности отрицательных элементов микрорельефа), а наибольшая амплитуда колебаний по данным многолетних исследований гидрометеорологов составляет 87 см (Ресурсы поверхностных вод, 1970).

В настоящее время в кустарничково-травяном ярусе на чеке доминируют *Iris laevigata*, *Calamagrostis neglecta*, *Carex limosa*. Некоторые виды кустарничков несколько снизили долю в структуре растительного покрова, как например, *Chamaedaphne calyculata* (до 28% ПП), либо полностью выпали из растительного покрова – *Ledum palustre*. Другие существенно либо увеличили свое проективное покрытие, как *O. microcarpus* (до 19 %), либо поселились в незначительном количестве, как *O. palustre*. Моховый ярус восстановился полностью, и его общее ПП увеличилось по сравнению с ненарушенным участком, но в ходе восстановительной сукцессии значительно изменился его видовой состав. Образовался микрорельеф коврового типа с обширными (до трети всей поверхности) выположенными понижениями, занятыми гипергидрофильными видами *S. flexuosum S. majus, S. jensenni, S. fallax, S. cuspidatum*. В современном растительном покрове на чеке восстановилась лишь 1/10 часть от исходного ПП *S. fuscum*, а ПП *S. magellanicum* и *S. balticum* увеличилось почти в 2 раза (рис.2).

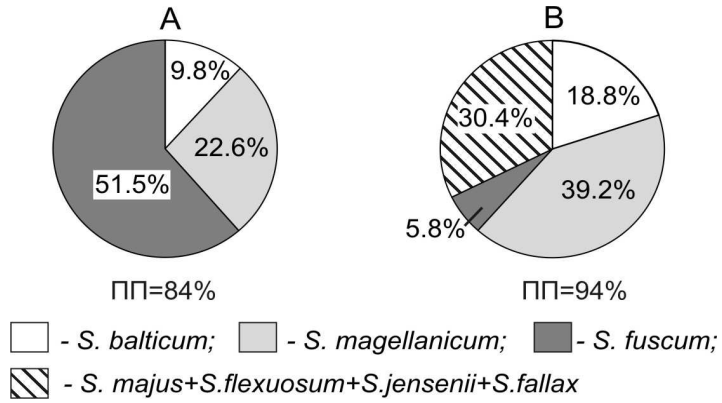


Рис. 2. Видовой состав и проективное покрытие мохового яруса ненарушенного (А) и мелиорированного (В) участка болота на водоразделе рр. Хор и Кия

Оценка продукции сфагновых мхов показала, что на естественных участках она составляет 130–140 г/м^2, на осушенном с сетью канав через 40 м – в 1,5 раза ниже, а на восстановленном торфяном чеке выше в 2 раза. Основную долю продукции на осушенном болоте дает *S. magellanicum*, а на восстановленном чеке гипергидрофильные виды. По результатам наших исследований было выявлено, что на нарушенных болотах существенно снижается продукция *S. fuscum*, в отличие от *S. magellanicum*, продукция которого на этих болотах выше более чем в 2 раза. После осушительной мелиорации уменьшаются также запасы живой фитомассы: 645 г/м^2 на естественном и 490 г/м^2 на осушенном участке болота в урочище Чирки. В то время как на мелиорированном участке болота на водоразделе рр. Хор и Кия, где фитоценоз функционирует в условиях более стабильного гидрологического режима (восстановительная сукцессия в ходе вторичного заболачивания на торфяном чеке) запасы живой фитомассы сфагновых мхов выше, чем на естественном болоте 676 и 491 г/м^2, соответственно (табл.).

Таблица. Фитомасса и продукция мохового яруса болот до и после осушения*

Параметры	междуречье рр. Малые Чирки Пискуновка		водораздел рр. Хор и Кия	
	А	В	А	В
Запас фитомассы, г/м^2	644,91±15.77	490.37±17.91	490.57±28.96	676.23±121.45
Продукция, г/м^{2}год	141,11±27,75	97,11±17,74	131,09±26,27	294,94±33,25

*Данные 2012 г.

Таким образом, наиболее заметное влияние осушительных канав на растительный покров мезотрофных кустарничково-сфагновых болот с лиственницей сказалось на расстоянии 25 м: здесь наблюдается существенное отмирание сфагнового покрова. В первую очередь выпали олиготрофные виды – *S. fuscum, S. rubellum, S. balticum.* В результате общее проективное покрытие мхов здесь не превышает 10 % и представлено в основном лесными эвтрофными видами: *S. centrale, S. squarrosum, S. girgensonii*. Вместе с тем, после осушения мезотрофных болот снижается продукция и фитомасса сфагновых мхов, которые испытывают сильное угнетение из-за увеличения сомкнутости травяно-кустарничкового покрова.

И наоборот, стабилизация гидрологического режима в процессе вторичного заболачивания на торфяном чеке повлияла на структуру восстановленного мохового покрова: ПП *S. fuscum* занимает здесь 1/10 часть от исходной, ПП *S. magellanicum* и *S. balticum* увеличилось в 2 раза, до 30% ПП занимают не типичные для мезотрофных болот Приамурья гипергидрофильные виды (*S. flexuosum S. majus, S. jensenni, S. fallax, S. cuspidatum)*. Кроме того, уменьшение амплитуды колебаний УБВ привело к увеличению продукции и запасов живой фитомассы сфагновых мхов на вторичнозаболоченном участке по сравнению с ненарушенным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Вомперский С.Э. и др. Биогеоценологическое изучение болотных лесов в связи с опытной гидромелиорацией. М.: Наука. 1982, 208 с.

Денисенко В.П. Изменение растительности болот Молого-Шекснинской низменности под воздействием хозяйственной деятельности человека // Современные проблемы биогеографии. Л.: ЛГУ, 1980., с. 69–78.

Купцова В.А., Копотева Т.А. Структура фитомассы и продукция торфяных болот Среднеамурской низменности в разных условиях увлажнения // Торфяники Западной Сибири и цикл углерода: прошлое и настоящее. Материалы Четвёртого Международного полевого симпозиума. 2014. С. 194–196.

Малышева Т.В. К методике разграничения живых и отмерших частей у мхов при учете их фитомассы // Бот. журн., 1970. Т. 55, № 5. С. 704–709.

Нешатаев В.Ю. Изменение растительности травяно-сфагновых сосняков под влиянием осушения // Бот. журн., 1986, № 4. С. 429–440

Попов О. С. Водный режим сфагновых лиственничников Среднеамурской низменности и мероприятия по повышению их продуктивности. Автореферат дисс. на соискание уч. степени канд. с.-х. наук. Хабаровск, 1970. 24 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Л.: Гидрометеоиздат. Вып. 2. Нижний Амур, 1970. 592 с.

Clymo R.S. The growth of *Sphagnum*: methods of measurement. J. of Ecology. 1970, 58. Pp. 13–49.

ВСПЫШКА ЧИСЛЕННОСТИ КОЛЬЧАТОГО ШЕЛКОПРЯДА (*MALACOSOMA NEUSTRIA, LASIOCAMPIDAE, LEPIDOPTERA*) В ПРИАМУРЬЕ: ВТОРОЙ ГОД

Outbreak of the lackey moth (*Malacosoma neustria, Lasiocampidae, Lepidoptera*) at the Cisamuria: the second year

Д.К. Куренщиков

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск; dkurenshchikod@gmail.com

Кольчатый шелкопряд (*Malacosoma neustria*) относится к семейству коконопрядов (*Lasiocampidae*). Он распространен в умеренной зоне Евразии. По своим экологическим особенностям вид отнесен к группе гусениц – тенетников, строящих групповые гнезда из произведенной ими паутины. С точки зрения популяционной биологии кольчатый шелкопряд относится к видам, периодически значительно повышающим свою численность и плотность (вспышки численности), что вызывает практический интерес к его популяционной биологии. Если гусеницы непарного шелкопряда развиваются, главным образом, на лесных породах (дуб, осина, береза, ива), то развитие гусениц кольчатого шелкопряда успешнее происходит на садовых породах: яблоня, груша, вишня, слива и некоторых других.

У кольчатого шелкопряда зимуют находящиеся внутри яйца гусеницы (фаратная стадия развития). Яйца располагаются открыто, кольцом вокруг тонких веток деревьев или кустарников. Первые три возраста гусеницы находятся в сооруженных ими из паутины гнездах. При этом, в случае пониженной температуры воздуха, у гусениц наблюдается положительный гелиотропизм – они предпочитают располагаться в наиболее телом, прогреваемом солнцем, месте гнезда. Гусеницы старших возрастов покидают гнездо, расселяясь и мигрируя в поисках пищи. Куколки находятся в коконах светло-желтой окраски, которые располагаются в различных, чаще всего закрытых от прямого воздействия абиотических факторов, местах. Имаго не питается.

В результате многолетних наблюдений, нам удалось составить усредненную фенологическую схему вида (Табл. 1).

Таблица 1.

Усредненная фенологическая схема жизненного цикла кольчатого шелкопряда в Приамурье.

Апрель			Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Я	Я	Я									Я	Я	Я	Я	Я	Я	Я
			Г	Г	Г	Г	Г	Г									
						К	К	К	К	К							
									И	И	И	И	И	И			

Примечание: буквенные обозначения в ячейках: Я – яйца, Г – гусеницы, К – куколки, И – имаго. I, I,I III – номера декад в каждом месяце. С сентября по апрель – фаратная стадия жизненного цикла.

Для определения погодных условий в период исследований использовались данные сайта *http://pogodaiklimat.ru.* на основе которых вычислялся гидротермический коэффициент Селянинова (ГТКС) и сумма эффективных температур (СЭТ):

$$ГКТС = \frac{\Sigma R \times 10}{\Sigma t}$$

Где: ΣR — сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10 °C, Σt — сумма температур в градусах за то же время.

СЭТ = $\Sigma (t — t_0)$

Где: t^0 – среднесуточная температура атмосферного воздуха более +10 ^{0}C, t_0 – температура биологического нуля, которая для непарного шелкопряда равна +10 ^{0}C.

В целом, во время исследования, ГКТС превышал единицу, что говорит о избыточном увлажнении участка постоянного наблюдения. Только первую декаду мая 2017 и третью декаду июня 2016 годов можно признать засушливой (Табл. 2). Разница значений ГКТС и СЭТ для аналогичного периода 2016 и 2017 годов говорит о различии погодных условий, в которых находилась популяция *M. neustria* в эти годы. Мы предположили, что фенологические явления в популяции будут различаться от года к году.

Таблица 2

Значения ГКТС и СЭТ в районе участка постоянного наблюдения.

	2016 / 2017 гг.					
	май			июнь		
	I	II	III	I	II	III
ГТКС	3,84/0,83	3,09/0,02	1,64/0,83	2,40/1,7	3,8/1,07	0,62/2,78
СЭТ	9,87/40,6	53,82/63,78	48,62/37,08	52,55/49,6	66,34/88,93	109,66/106,63

Исследования проводились на участке постоянного наблюдения, расположенном в 3-5 километрах от пос. Приамурский (Еврейская автономная область). Для исследований использовался метод маршрутного количественного учета. Длина маршрута составила 3 800 метров. Во время учетов в 2017 году отмечено 84 гнезда, то есть примерно по одному гнезду примерно на 45 метров учетной линии. На различных участках маршрута количество гнезд была различной: от 0.07 до 4 гнезд на 100 метров учетной линии.

Несмотря на различные погодные условия (таблица 1), разница в сроках фенологических явлений жизненного цикла кольчатого шелкопряда в 2016 и 2017 годах не велика и вполне укладывается в погрешность наблюдений.

Таблица 3

Фенологические явления в популяции кольчатого шелкопряда в 2016/2017 годах

Год	1	2	3	4
2016	12 мая	27 июня	0,2	45-50
2017	8 мая	29 июня	0,3	350 - 400

Примечание: 1 - дата первого обнаружения гнезда; 2 – начало миграции гусениц; 3 – среднее количество гнезд на 100 метров учета; 4 – среднее количество гусениц в гнезде.

Таким образом, даты первого обнаружения гнезд кольчатого шелкопряда и даты начала миграции его гусениц в 2016 и 2017 годах близки, фактически совпадают. То есть, не смотря на различные значения показателей погодных условий (ГКТС и СЭТ), гусеницы кольчатого шелкопряда развивались с одинаковой скоростью. Увеличение количества гнезд на 100 метров учетной линии в 2017 году было незначительным. В тоже время, количество гусениц в гнезде возросло в несколько раз.

Увеличение плотности популяции кольчатого шелкопряда, отсутствие (не смотря на большую плотность гусениц в гнезде) признаков эпизоотии в популяции, обилие корма, устойчивость к флуктуациям погодных условий свидетельствует о том, что популяция этого вида насекомых в 2017 году, завершив продромальную фазу градационного цикла, перешла к эруптивной фазе.

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Features of the nature restoring of degraded peatlands (Tver region)

Е.Е. Лапина

ФГБУН Институт водных проблем РАН, г. Москва; shtriter_elena@rambler.ru

Развитию болот в Тверской области способствуют природные условия местности: превышение осадков над испарением, песчано-суглинистое строение зоны аэрации, пологий рельеф. Встречаются все типы болот, по занимаемой площади среди них преобладают верховые. Болота и заболоченные земли составляют 10% от площади области; всего на начало XXI века здесь насчитывалось 3081 торфяное месторождение, в том числе 81 из них - выработанное (Косов, 2003; Миронов, 2006).

Для того, чтобы добыть торф, требуется провести осушительные работы. Сначала сбрасывают поверхностные воды, затем оборудуют саму осушительную сеть. И только после осушения срезают кусты, корчуют пни, уничтожают очес, а саму поверхность выравнивают (Перспективное..., 2013).

По окончании торфоразработок в зависимости от технологии добычи торфа на месте естественного болота остаются карьеры разной глубины и конфигурации, сухие либо заполненные водой, участки болота разной степени осушенности, бурты торфа. В дальнейшем отработанные территории используют в сельском хозяйстве, затапливают, застраивают либо просто оставляют (Ковалев, 1998). В настоящее время в регионе хозяйственное использование нарушенных земель почти не практикуется, добыча торфа в основном прекращена.

Площади выработанных торфяников занимают в среднем около 16. 3 тыс. га (3.2 % от общей площади месторождений) и распределены неравномерно. В основном они сконцентрированы на юго-востоке области (Калининский, Кимрский и Конаковский районы), где занимают порядка 27 % (Справочник, 1973).

Заброшенные торфоразработки относятся к антропогенно нарушенным землям, где высок риск пожаров (Королев, 1995). По мере зарастания карьеров сплавиной при недостаточно плотной дернине как человек, так и животное могут попасть в зыбун.

Если верховое болото небольшое, с малой мощностью залежи, то при условии сохранения факторов торфообразовательного процесса оно заболачивается вторично. Карьеры, заполненные атмосферными водами, постепенно зарастают сплавиной – плотно переплетенными корневищами сабельника болотного, белокрыльника, вахты; на образовавшейся «подушке» поселяются мхи и осоки. Сплавина нарастает со стороны перемычек, всплывает за счет газообразования со дна карьера, осваивает водное пространство карьера и постепенно полностью заполняет его (Перспективное..., 2013). Перемычки между карьерами обрушиваются, отмершие части растений падают на дно карьера и там без доступа воздуха разлагаются, а привносимые с атмосферными осадками соединения проникают вглубь сплавины и там трансформируются: так происходит современный болотообразовательный процесс. По данным (www.wetlands.org/russia), рукотворное восстановление выработанных торфяников происходит в срок 3 – 20 лет, в зависимости от способа добычи торфа и размеров объекта.

В период 2001-2006 ИВП РАН проводились рекогносцировочные обследования болот юго-востока Тверской области. Обследования носили характер площадных съемок с отбором на химический анализ образцов торфа, болотных и дренажных вод. После анализа полученных данных для дальнейших детальных исследований автором выбрано несколько объектов верхового типа: в качестве фоновых – болота Оршинский мох (Ом), Тарлаковский мох (Тм), как режимные объекты – Шумновское (Шм) и Климошинское (Кш). Условия функционирования и эксплуатации, технические характеристики торфа и подстилающих пород объектов сходны. Рекультивационные мероприятия на выработанных болотах не проводились, в настоящее время население собирает здесь грибы и ягоды. В таблице 1 представлены общие характеристики болот (F – общая площадь; H – средняя мощность залежи торфа, устье дрен - водоприемник).

Основным режимным объектом изучения послужило болото Шумновское, образовавшееся на водоразделе ручьев. Его северная часть залегает на III надпойменной террасе Волги, представленной песками, супесями, илистыми суглинками; южная - на флювиогляциальных московских песках и супесях. Добытый торф использовался с конца XIX века в качестве топлива для Конаковского фаянсового завода. Торф изъяли практически по всей площади болота, кроме небольшой части на северо-востоке. Добычу прекратили в 1956 году. В настоящее время болото заросло древесно-кустарниковой и травяной растительностью (угнетенные сосна и береза, различные осоки, ягодные кустарнички, сабельник), покрыто сфагновыми мхами.

Таблица 1. Характеристика верховых болот (Справочник, 1973; Торфяные, 1974).

Объект	расположение	статус	F, га	H, м	Устье дрен	адрес
Шм	Правый берег	выработано	234	1,07	ручей	3 км от Конаково на В
Тм	Волги	не нарушено	71	1,13	Р. Крутец	9 км от Конаково на ЮВ
Кш	Левый берег	выработано	1547	2,84	Р. Созь	16 км от Конаково на СВ
Ом*	Волги	Выработано частично	67685	1,8-4,5	Р. Песочная	13 км от Твери на СВ

Примечание. * Болото Оршинский Мох изучено в окрестностях оз. Песочное

Месторождение разрабатывалось машинно-формовочным способом, мощность остаточного слоя торфа в карьерах не превышает 3-5 см либо торф выбран до минерального грунта. Перепад гипсометрических отметок на болоте составляет порядка 2,5 – 3,0 м, уклон направлен к северо-востоку, где расположены два озера. Дренажные каналы пронизывают болото по всей длине и по периметру. Вода сбрасывается в ручей, который впадает в Иваньковское водохранилище.

Материалы и методы. Первый пост наблюдений на объекте установили на дренажной канаве, окаймляющей болото с западной стороны (в силу удобства подхода). Через 50 м от канавы, непосредственно в пределах карьера, полностью заросшего сплавиной, установили второй пост. Здесь для отбора пробы копали саперной лопаткой закопушку либо ручным буром бурили скважину до появления воды. Периодичность отбора на режимных объектах по возможности составляла раз в месяц (иногда дрена пересыхала с мая по октябрь). Кроме того, эпизодически раз в сезон на юге, севере и в центре торфяника путем ручного бурения отбирали воды сплавины. Полученные в течение 2001 – 2015 годов данные легли в основу этого доклада.

Исследования гидрохимического состава отобранных образцов воды включали определение солевого состава (HCO_3^-, Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SO_4^{2-}), электропроводности (ЭПР), pH, общего железа ($Fe_{общ}$) и цветности. Пробы анализировались в гидрохимической лаборатории Иваньковской научно-исследовательской станции ИВП РАН по стандартным методикам (Методы, 1990). Цветность определена колориметрически по Pt-Co шкале, хлориды – аргентометрически, сульфаты – турбидиметрически с $BaCl_2$. Железо определено фотометрически роданидным методом.

Замер водородного показателя pH производили in situ портативными приборами или в лаборатории потенциометром pH-673 в день отбора.

Цель проведенных работ – изучение особенностей естественного восстановления выработанного верхового болота, задачи – ретроспективный анализ гидрохимического режима вод выработанного торфяника и сравнение полученных данных с ненарушенным верховым болотом в том же регионе.

Результаты исследований представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. Гидрохимическая характеристика болотных вод верхового типа (X-XI.2001).

Параметры мг/дм^3	Выработанные болота		Фоновые болота	
	Шумновское	Климошинское	Оршинский Мох	Тарлаковский Мох
pH	4,06	3,42	4,88	3,83
ЭПР, mS/m	3,93	6,96	6,14	5,05
Cl/ SO_4	1,3 / 7,8	0,4 /4,5	1,2/16	1,3/7,71
Ca/ Mg	1,0 / 0,6	8,0/1,2	8,0/1,2	6,0/1,2
Цветность*	110	180	400	400
HCO_3	0	0	0	0
Fe $_{общее}$	0,34	1,05	1,51	1,48

Примечание: * градус по Pt-Co шкале

Таблица 3. Гидрохимическая характеристика (мг/дм^3) сбросных и сплавинных вод, октябрь-ноябрь 2001 – 2016 гг.

Параметры	Шумновское болото				Климушинское болото	
	2001	2010	2011	2016	2001	2014*
pH	7,21/4,24	6,7/5,7	7,1/4,6	6,7/4,54	4,82/3,52	4
HCO_3^-	232/0	55/24	85/0	153/0	0/0	0
Ca^{2-}	60/4	14/8	18/10	36/5,8	6/4	4,2
Mg^{2+}	15,6/1,2	2,4/1,2	6/6	9,8/1,9	2,4/0	4,8
SO_4^{2+}	49/2,4	6/1	10/73	10/4	11/11	13
Cl^-	11/1,4	0,7/0,7	0,7/0,6	3,2/0,6	0,3/0,6	0,7
цветность	330/110	350/320	325/230	400/300	500/500	380
$Fe_{общее}$	5,1/0,1	1,5/2,0	0,8/0,7	1,1/0,4	0,4/0,6	0,7
M	368/14	96/50	121/43	212/18	68/30	28

Примечание: дрена/сплавина; * сплавина, сток отсутствовал.

Воды сплавин характеризуются большей амплитудой водородного показателя (разброс величины pH 2,5 против 1,1). По сравнению с водами сплавины сбросные воды значительно более минерализованы: содержат компонентов солевого состава в 3 - 6 раз больше, а общего железа – больше чем на порядок.

Очевидно, что химический состав сбросных и карьерных вод разный. Исключение составляет климатически экстремальный 2010 год: жаркий и засушливый, когда величины показателей болотных и стоковых вод оказались близки. В целом за период наблюдений состав вод сплавины изменился мало, но по более кислому pH, стабильному соотношению Ca/Mg в сравнении с пробой 2001 года можно сделать вывод о стремлении болотной экосистемы к самовосстановлению.

Данные бурения заросших карьеров и визуальные обследования болота показали, что в центре болота и по краю западной части сплавина от верхнего края бывшего карьера практически достигает минерального грунта. На юге и юго-востоке болота между наросшей сплавиной и подстилающим грунтом сохраняется слой чистой воды высотой 15-20 см. В южной части болота карьеры заросли полностью, сплошным «ковром»; на севере, куда из-за перепада высотных отметок рельефа устремилась масса воды, много «окон» и открытых участков, состав воды которых сопоставим с атмосферными осадками. Гидрохимический состав болотных вод на данном этапе заболачивания сходен с водами естественного верхового болота по солевому составу и по содержанию органических веществ, по величине водородного показателя pH. Сбрасывающая дрена окаймляет болото, а поскольку его краевые зоны более минерализованы, происходит обогащение дренажных вод кальцием, магнием и гидрокарбонатами.

Выводы. За 60 лет выработанный верховой торфяник с мощностью торфа 1,07 м практически восстановился в своем прежнем статусе, хотя разброс свойственных верховым болотам физико-химических показателей больше, чем у естественных верховых болот региона. Величина pH колеблется в диапазоне 3,9-5,9, тогда как в ненарушенных верховых болотах он составляет 3,8-4,9. В естественном верховом болоте цветность – косвенный показатель растворенного органического вещества значительно выше, чем у восстанавливающегося (в среднем 700 против 190 градусов по Pt-Co шкале); та же закономерность отмечена для общей минерализации (в среднем 23 против 17 мг/дм^3).

Видимо, состав вод восстанавливающегося болота верхового типа зависит от химического состава атмосферных осадков и сплавины.

По данным нашего бурения, скорость вертикального нарастания сплавины на выработанном машинно-формовочном способом верховом торфянике составляет 1,0-2,5 см/год. Эти цифры не противоречат данным других исследователей болот Тверской области – 1,0 см/год (Муравьева, 2011).

В результате исследований установлено, что выработанные верховые торфяники, заболачивающиеся вторично, представляют собой такую же автономную устойчивую систему, как и естественные ненарушенные болота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Методы исследования качества воды водоемов / Новиков Ю.В., Ласточкина К.О., Болдина З.Н. /Под ред. А.П. Шицковой. М.: Медицина,1990. 400 с.

Миронов В.А., Женихов Ю.Н., Суворов В.И., Панов В.В. Торфяные ресурсы Тверской области (рациональное использование и охрана). Тверь: ТГТУ, 2006. 72 с.

Муравьева Л.В. Освоение, антропогенные изменения и современное состояние болотных геосистем Тверской области/ Автореферат дисс. М., 2011. 22 с.

Ковалев Н.Г. и.др. Торф, торфяные почвы, удобрения. М., ВНИИМЗ. -1998. - 239 с.

Королев В.А. Мониторинг геологической среды: Учебник/ под ред. В.Т. Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1995. - 272 с.

Косов В.И., Левинский В.В., Косова И.В. Экология Верхневолжской водной системы. Тверь: Издательство Булат, 2003. 180 с.

Перспективное использование выработанных торфяных болот /под ред. д.т.н В.В. Панова. Тверь: ООО «Издательство Триада», 2013. 280 с.

Торфяные месторождения Калининской области. М., 1974. Кн. 1.

Справочник выработанных площадей торфяных месторождений Калининской области. М: Трест «Геолторфразведка», 1973. 55 с.

www.wetlands.org/russia Ресурс Wetland International.

ОЦЕНКА ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЛЬДА Р. АМУР (РАЙОН ХАБАРОВСКА)

Assessment of the organic component in the ice of the Amur River (Khabarovsk region)

С.И. Левшина

Институт Водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; levshina@ivep.as.khb.ru

В современном мире, в связи с возросшим интересом к изучению климата на планете и сохранению биосферы, существенная роль уделяется природным льдам – главному компоненту криосферы. Они являются одновременно компонентом разных геосфер Земли – атмосферы, гидросферы и литосферы и активно с ними взаимодействуют. Природный лёд обычно значительно чище, чем вода (Legrand et al., 2013), так как при кристаллизации воды в первую очередь в решётку встраиваются молекулы воды. Лёд может содержать механические примеси – твёрдые частицы, капельки концентрированных растворов, пузырьки газа. Используя лёд как объект исследования можно ответить на целый ряд вопросов, связанных с оценкой глобального, регионального и локального влияния загрязнения поверхностной гидросферы, а также выявить закономерности формирования качества воды при совместном воздействии природных и антропогенных факторов в период ледостава.

Большая часть рек нашей страны, и в частности р. Амур, характеризуются устойчивым ледоставом. Продолжительность зимнего сезона в Приамурье довольно длительная составляет на юге 4,5 мес (138 дней), а на севере 5–5,5 мес (155–170 дней). Зима в бассейне Амура продолжительная, суровая и зачастую малоснежная. На протяжении всей зимы на Амуре лежит лед толщиной до 1,5 м (Махинов и др., 2017).

По оценке отдельных органических токсических веществ во льдах Амура имеется достаточное количество публикаций (Кондратьева, 2009; Кондратьева и др., 2011; Кипер и др., 2017). Однако в целом общая органическая составляющая по показателю общего органического углерода ($C_{орг}$) льда р. Амур не изучалась. Преимущественно суммарную оценку органических соединений во льдах Приамурья проводили по перманганатной, реже по бихроматной окисляемости (Иванов,1998).

Цель работы – оценка общего органического углерода льдов Амура и протоки Амурской, сформированного в течение ледостава.

Методы и методика. В связи с разветвленностью русла Амура у Хабаровска исследования проводили, как в основном русле реки, так и протоки Амурской, в которую впадает Уссури (трансграничная река). Пробы льда отбирали в марте 2014 г. в конце ледостава в основном русле Амура (3 км выше Хабаровска) и в протоке Амурской (район моста через Осиновую речку). Керны бурили ледовым кольцевого буром по гидрологическим створам у левого, правого берегов и на середине водотоков. Толщина льда составляла 82–128 см. Керны льда разделяли на слои в зависимости от строения и окраски (в среднем по 10-20 см) и растапливали в закрытых стеклянных сосудах при комнатной температуре. В дальнейшем работали с расплавами льда (водными образцами). Всего было исследовано 69 проб. Также в марте 2014 г. изучали подледную воду, отобранную в Амуре (выше г. Хабаровска, хутор Телегино) и протоке Амурской (1 км выше устья).

В образцах определяли следующие параметры: общий органический углерод (анализатор TOC-ve, Shimadzu) по ГОСТ 52991-2008; электропроводность и pH – комбинированным pH-метром/кондуктометром марки S47 (Mettler Toledo, Швейцария).

Результаты и обсуждения. В целом ледовый покров протоки Амурской, в отличии от основного русла Амура, был сравнительно однородным по структуре и внешнему виду. Строение льда р. Амур существенно отличалось, как по поперечному профилю реки, так и по толщине ледовых кернов. У правого берега и на середине Амура часть льда (слой 25-35 см) имела желто-коричневатую окраску. Результаты по распределению $C_{орг}$ в кернах льда протоки и основного русла реки представлены на рисунках 1, 2.

Количество $C_{орг}$ в ледяном покрове протоки Амурской изменялось от 0,6 до 2,1 мг С/дм^3, среднее значение – 1,1 ±0,4 мг С/дм^3. Максимальные показатели были отмечены в верхних слоях льдов по всему поперечному профилю водотока. Вероятно, это связано с начальным периодом формирования льда, когда происходит привнос органических соединений с атмосферными осадками – снегом и его погружением в воду и на шугу (Немировская, 2009), а также частиц аэрозоля (природных и техногенных) (Stubbins et al., 2012), которые аккумулируются (вмораживаются) в лед. Ранее (март 2012–2014 гг.) проведенные исследования снежного покрова протоки Амурской (6 км от устья) в черте Государственного природного заповедника «Большехехцирский» показали, что концентрации $C_{орг}$ в снеге в разные годы изменялись от 1,6 до 6,8 мг С/дм^3 (Левшина 2013, 2015).

Содержание $C_{орг}$ в образцах, отобранных на других станциях заповедника (район ручья Соснинский, пос. Бычиха) были более низкими. Для снежного покрова протоки характерны наличие органических поллютантов, таких как бенз(а)пирен (5,9 нг/дм^3), *о*-ксилол (1,2 мкг/дм^3) и прочие (Левшина, 2014). Протока Амурская в зимний период находится в зоне переноса воздушных масс, и в частности со стороны Китая, т.к. ветры до 49 % имеют юго-западное направление (Научно-прикладной…, 1992), что и обуславливает наличие поллютантов в снежном покрове.

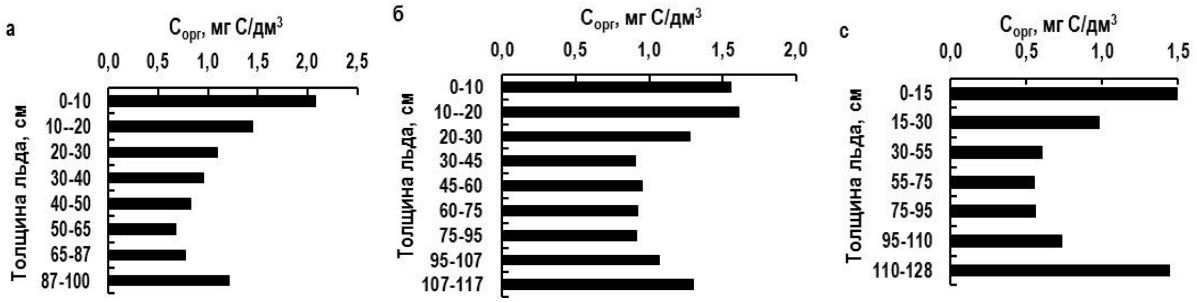


Рис. 1. Вертикальное распределение концентраций органического углерода ($C_{орг}$) во льду протоки Амурской у левого (а), правого (с) берега и на середине (б) водотока в марте 2014 г.

Повышенные концентрации $C_{орг}$ также отмечены в нижних частях льда протоки на границе «лед-вода», где, вероятно, происходит аккумуляция органических соединений из воды. Зачастую продуцентами органических веществ являются микробные сообщества, как на поверхности, так и внутри ледового керна (Bhatia et al., 2006; Hodson et al., 2008; Stibal et al., 2008). По мере перехода от начальных форм ледообразования к ледоставу роль климатических факторов несколько ослабевает и усиливается значение неклиматических факторов – водности реки, морфологии русла, скоростей течения и т.п. Вертикальное распределение pH в образцах было достаточно однородным и незначительно различалось по гидрологическому створу. Так от левого к середине и далее к правому берегу протоки средние значения показателей pH составляли: 6,7 – 6,75 – 6,82.

Интенсивность вовлечения органических соединений вместе с льдообразующей водой в лед характеризуется коэффициентом вовлечения. Его расчет затруднен тем, что количество растворимых веществ во льду определенного слоя соотносится с концентрацией их в воде, которая, возможно, не была их источником. Поэтому коэффициент вовлечения органических веществ (ОВ) для протоки Амурской и р. Амур подсчитан для нижнего слоя кернов льда. Результаты показали, что значение коэффициента вовлечения ОВ лед/вода для протоки невысокое – 0,07, т.е. содержание органических соединений значительно ниже во льду, чем в исходной воде (табл.).

Таблица. Значения коэффициентов вовлечения органических веществ в лед р. Амур и протоки Амурской (март 2014 г.).

Место отбора	Характер пробы	Концентрация $C_{орг}$, мг С/дм^3	Коэффициент вовлечения ОВ ($C_{орг}$ лед/$C_{орг}$ вода)
Р. Амур, 3 км выше Хабаровска	Лед	0,5	0,08
Р. Амур, хутор Телегино	Подледная вода	6,3	
Протока Амурская	Лед	0,3	0,07
Протока Амурская, 1 км выше устья	Подледная вода	4,1	

Распределение органических соединений в ледяном покрове Амура существенно отличалось, как по гидрологическому профилю реки, так и по вертикалям. В Амуре, на середине реки, и, особенно, у правого берега, максимальные концентрации $C_{орг}$ были установлены в слое ледового керна: 20–36 см и составляли 4,9 и 2 мг С/дм^3 соответственно (рис. 2). Количество вовлеченных в лед веществ в большей степени зависит от скорости льдообразования и связаны с температурой воздуха, при которой формируется ледяной покров (Иванов, 1998). С учетом нарастания льда в среднем по 1–1,5 см в месяц (Иванов, 1998) можно установить, что в конце декабря 2016 г. был проведен сброс неочищенных сточных вод в бассейне Сунгари, что нашло отражение в столь высоких концентрациях. В остальных слоях ледовых кернов концентрации $C_{орг}$ были значительно ниже – 0,3–0,7 мг С/дм^3. Более однородным было распределение органических соединений во льду у левого

берега Амура. Здесь содержание $C_{орг}$ изменялось от 0,2 до 0,4 мг С/дм^3. Характер вертикального распределения концентраций $C_{орг}$ был схож с показателями протоки Амурской, т.е. более высокие значения были отмечены в верхних и нижних слоях ледовых кернов.

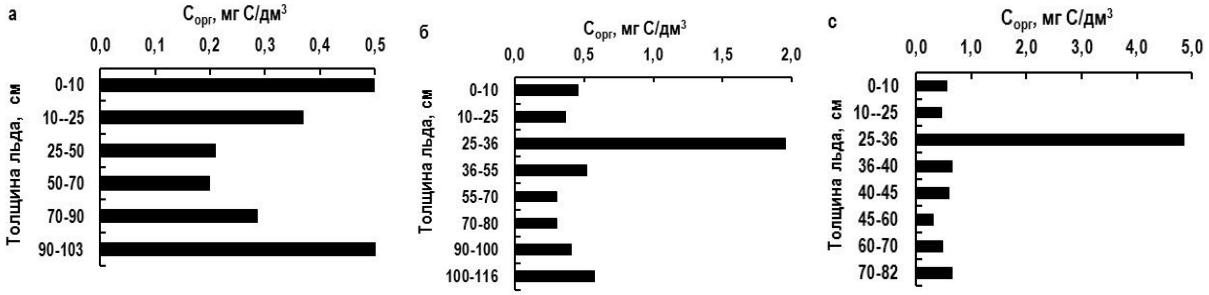


Рис. 2. Вертикальное распределение концентраций органического углерода ($C_{орг}$) во льду р. Амур у левого (а), правого (с) берега и на середине (б) реки в марте 2014 г.

Для снежного покрова в черте Хабаровска характерен широкий диапазон концентраций $C_{орг}$ в снеге, которые изменялись от 2,0 до 22 мг С/дм^3 (Levshina, 2012; Левшина 2015). Максимальные показатели определены в снеге, отобранном с городских дорог и в черте ТЭЦ-1. Минимальные значения отмечены на «фоновом» участке в северном микрорайоне города, в черте парка Динамо. Настоящее исследование показало, что более высокие значения $C_{орг}$ отмечены в нижних слоях кернов в зоне контакта «лед-вода», как протоки, так и основного русла Амура. Данная зона является активной биогеохимической средой, где развиваются автохтонные процессы, и в частности, продукционный процесс – развитие ледовых водорослей («криоперифитон»), обрастающих нижнюю поверхность льда и образующих в его толще плотные скопления (Иванов и др., 1987; Юрьев, 1996), что и способствует образованию и аккумулированию органических веществ во льду.

Вертикальное распределение pH в ледовом покрове р. Амур было неоднородным, особенно у правого берега и на середине реки. В целом среднее распределение значений показателя pH от левого к середине и далее к правому берегу реки имело тенденцию к увеличению и представлено рядом: pH= 6,54 – 6,98 – 7,0. Максимальное значение pH=7,39 было установлено в слое ледового керна: 20–36 см, для которого характерен самая высокая концентрации ОВ. Здесь же была выявлена и максимальная (82,5 мкСм/см) электропроводность, характеризующая минерализацию (концентрацию растворенных минеральных солей) льда. Для остального льда она была в диапазоне 5–21 мкСм/см. Результаты еще раз подтверждают наличие залпового сброса, по всей видимости, сточных вод со стороны Китая, т.к. воды Сунгари более щелочные с высоким содержанием солей и повышенным содержанием ОВ (Левшина, 2010). Сунгари несет свои воды преимущественно по правому берегу и до середины Амура вплоть до г. Хабаровска. Коэффициент вовлечения ОВ лед/вода для Амура в марте 2014 г. составлял 0,08, т.е. был существенно ниже 1.

Выводы. Для ледяного покрова Амура характерно существенное различие в распределении органических веществ, как по гидрологическому створу реки, так и по вертикалям, что не характерно для льда протоки Амурской. В начальный период ледостава содержание ОВ существенно зависит от атмосферных осадков – снега и аэрозолей, которые аккумулируются на поверхности шуги и льда. Другой зоной аккумуляции ОВ являются нижние слои льдов в зоне контакта «лед-вода». И наконец, в ледовом покрове Амура выявлены максимальные (2 и 4,9 мг С/дм^3) концентрации общего органического углерода на середине и, особенно, у правого берега реки в слое ледового керна: 20–36 см, что связанно с залповым сбросом сточных вод, вероятно, со стороны Китая. Выявление таких зон позволяет использовать лед как индикатор загрязнения в период закрытого русла реки, когда отследить техногенные сбросы крайне трудно. Коэффициент вовлечения ОВ лед/вода был невысок и составлял для р. Амур и протоки Амурской – 0,08 и 0,07 соответственно, что указывает на более низкие концентрации органических соединений во льдах по сравнению с подледной водой.

Благодарности Автор благодарит сотрудников Института водных и экологических проблем ДВО РАН А.Н. Махинова, В.И. Кима, С.А. Шмигирилова за помощь в отборе кернов льда, а также сотрудников Дальневосточного управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды г. Хабаровска за помощь в отборе подледной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванов А.В. Криогенная метаморфизация химического состава льдов, замерзающих и талых вод (монография). Хабаровск: Дальнаука, 1998. 164 с.

Иванов А.В, Юрьев Д.Н., Лебедев Ю.М. Криоперифитон в ледяном покрове р. Амур // Материалы гляциологических исследований. 1987. Вып. 60. С. 184-189.

Кипер Р.А., Кондратьева Л.М., Голубева Е.М. Биогеохимические аспекты условий метилирования ртути во льдах реки Амур. Криосфера земли. 2017.Т. XXI. № 2. С. 25–32.

Кондратьева Л.М. Лед как компонент биосферы и концентратор токсичных веществ // Биосфера. 2009. Т. 1. № 2. С. 248-256.

Кондратьева Л.М., Бардюк В.В., Жуков А.Г. Аккумуляция и трансформация токсичных веществ во льдах рек Амур и Сунгари после техногенной аварии в Китае в 2005 г. // Лед и снег. 2011. № 4. С. 118–124.

Левшина С.И. Органическое вещество поверхностных вод бассейна Среднего и Нижнего Амура (монография). Владивосток: Дальнаука. 2010. 144 с.

Левшина С.И. Органические вещества в снежном покрове особо охраняемых природных территорий Приамурья // Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: материалы Междунар. конф. (Владивосток, 7–9 окт. 2013 г.). Владивосток, 2013. С. 212-216.

Левшина С.И. Органические вещества в снежном покрове территории государственного природного заповедника «Большехехцирский» в период аномально снежной зимы // В книге: Регионы нового освоения: Современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны. Мат-лы конф. с международным участием. Хабаровск, ИВЭП ДВО РАН, 2015. С. 184–186.

Махинов А.Н., Ким В.И., Шмигирилов С.А. Строение льда и ледового покрова реки Амур в нижнем течении на участках разветвленного русла // Водные ресурсы. 2017. Т. 44. № 4. С. 432-441.

Научно-прикладной справочник по климату СССР / Многолетние данные. Хабаровский край и Амурская область: справочное издание; под ред. З.Н. Пильникова. Серия 3. Вып. 25. Ч. 1–6. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 557 с.

Немировская И.А. Содержание и состав органических соединений в снежно-ледяном покрове Белого моря // Геохимия. 2009. № 4. С. 415-427.

Юрьев Д.Н. Речной лед как субстрат для развития планктонных водорослей // Эколого-биогеохимич. исследования на Дальнем Востоке. Вып. 1. Владивосток: Дальнаука, 1996. С. 79-96.

Bhatia M., Sharp M. and Foght J. Distinct bacterial communities exist beneath a high arctic polythermal glacier // Applied and Environmental Microbiology. 2006. Vol. 72. Pp. 5838–5845.

Levshina S.I. Petroleum Products and Phenols in Snow Cover in Khabarovsk, Southern Russian Far East // Water, Air, & Soil Pollution. 2012. Vol. 223 (6). Pp. 3553-3563.

Legrand M., Preunkert S., Jourdain B. [et al.]. Water-soluble organic carbon in snow and ice deposited at Alpine, Greenland, and Antarctic sites: a critical review of available data and their atmospheric relevance // Climate of the Past. 2013. Vol. 9. Pp. 2195-2211.

Stubbins A., Hood E., Raymond P.A. [et al.]. Anthropogenic aerosols as a source of ancient dissolved organic matter in glaciers // Nature Geosciences. 2012. Vol. 5. Pp. 198-201.

Stibal M., Tranter M., Benning L.G. and Rehak J. Microbial primary production on an Arctic glacier is insignificant in comparison with allochthonous organic carbon input // Environmental Microbiology. 2008. Vol. 10. Pp. 2172-2178.

Hodson A., Anesio A.M., Tranter M. [et al.]. Glacial ecosystems // Ecological Monographs. 2008. Vol. 78. Pp. 41-67.

ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС И ТЕПЛОПЕРЕНОС ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ

Heat balance and heat transfer at anthropogenic transformation of agricultural landscapes

М.А. Мазиров[1], Е.В. Шеин[2,3], А.Г. Болотов[1], Ф.Д. Микайылов [4], А.И. Мартынов[1]

[1]*Российский Государственный Аграрный Университет - МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва*

[2] *Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва;*

evgeny.shein@gmail.com

[3] *Почвенный институт им. В.В. Докучаева; Москва; agbolotov@gmail.com*

[4] *Iğdır University, Agricultural Faculty, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Iğdir/Turkey;*

fariz.m@igdir.edu.tr

Тепловой режим почв во многом определяет продуктивность сельскохозяйственных полей и существенно изменяется при антропогенной трансформации ландшафтов. Изменяется не только альбедо поверхности, существенно изменяется продуктивность, зависящая от температуры почвы. В частности, чем ниже температура почвы, тем сильнее растения испытывают фосфорное голодание. Кроме того, судьба многих агрохимикатов в почве, их поведение, миграция, скорость разложения существенно зависят от температуры почвы. Поэтому в настоящее время необходимо не просто знать и контролировать температуру почвы, поддерживая её в оптимальных пределах (+10 – +20 градусов), но уметь предсказывать температуру почвы в различных её слоях, особенно в тепличных условиях при управлении температурным режимом надпочвенного воздуха и почвы. Для расчета, управления и прогноза температурного режима почв во многие прогнозные и управляющие модели входит блок по расчету температуры почвы. В качестве экспериментального обеспечения этот блок обязательно включает основную теплофизическую функцию – зависимость температуропроводности (в ряде случаев, теплопроводности) от влажности почвы.

Расчет температуры почвы в прогнозных и управляющих моделях базируется на классическом уравнении теплопроводности, которое (при отсутствии фазовых переходов влаги в почве и переноса тепла с влагой и в предположении, что температурные градиенты связаны только с вертикальным переносом тепла), имеет следующий вид:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \kappa \frac{\partial^2 T^2}{\partial x^2}, (\kappa = \lambda / c_v) \quad (1),$$

где $T(x,t)$ – температура почвы в точке x момент времени t; κ – коэффициент температуропроводности; λ – коэффициент теплопроводности; c_v – объемная теплоемкость (Куртенер, Чудновский, 1979; Микайылов, Шеин, 2010; Теории ..., 2007).

Суточный (или годовой) ход температуры поверхности почвы, в основном, является синусоидальной функцией времени, и с целью упрощения представляется целесообразным аппроксимировать $\varphi(t)$ периодическим тригонометрическим полиномом:

$$T(0,t) = \varphi(t) = T_0 + \sum_{j=1}^{m} T_j \cdot \cos(j\omega t + \varepsilon_j) \quad (2),$$

где T_0 – среднесуточная (или годовая) температура деятельной поверхности почвы; m – число гармоник; T_j – амплитуды колебаний температуры поверхности почвы; $\omega = 2\pi/\tau_0$ – круговая суточная (или годовая) частота; τ_0 – период (длина) волны, выраженный в сутках или в годах; ε_j – сдвиги фаз, зависящие от начала отсчета времени.

Вместо изменения температуры поверхности почвы можно принять условие воздействия на поверхность теплозащитных укрытий с температурой $T_в$ при среднем значении коэффициента конвективной теплоотдачи α. Тепло, поступающее к поверхности почвы от теплозащитных укрытий вследствие конвекции, распространяется в нем посредством теплопроводности. Граничное условие для задачи такого типа имеет вид:

$$\lambda \partial T(0,t) / \partial x = \alpha \left[T(0,t) - T_в \right] \quad (3),$$

где α – коэффициент конвективного теплообмена; $T_в$ – температура воздуха, $T(0,t)$ – температура поверхности почвы.

Именно по указанным причинам предсказание температуры деятельного слоя почвы сейчас – важнейшая агрофизическая задача. В основе расчетов для решения вышеприведенного основного уравнения теплопереноса необходимо знать значения – коэффициента температуропроводности (см. уравнение (1). Эта величина в почве не является константой, а определяется с одной стороны фундаментальными свойствами почв (гранулометрическим составом, плотностью, содержанием органического вещества и др.), с другой – быстроизменяющимися свойствами, такими как влажность, т.е. является функцией от влажности. Поэтому зависимость температуропроводности от влажности называют «основной теплофизической характеристикой», по аналогии с основной гидрофизической характеристикой, применяемой в почвенной гидрологии. Пока её достоверно получают лишь в лаборатории (методом Кондратьева), используя насыпные образцы. В последнее время используют также педотрансферные функции для такого рода расчетов «основной теплофизической характеристики» (Куртенер, Чудновский, 1979; Микайылов, Шеин; 2010; Horton, 1982 и др.). Однако использование педотрансферных функций в конкретных условиях должно быть экспериментально обосновано, а определение теплофизических функций в специальных экспериментах (лабораторных и полевых) занимает большое количество времени, требует сложного оборудования, строгого соблюдения начальных и поддержания краевых условий, что весьма затруднительно в полевых условиях. Поэтому агрономическая практика требует полевого неразрушающего метода определения этой зависимости в естественных условиях для конкретного с/х поля.

Для практических расчетов теплового режима могут быть использованы приближенные решения, которые имеют более простой способ, обладают достаточной точностью и соответствуют теоретическим физическим обоснованиям процессов распространения тепла в почве. Для этого целесообразно проанализировать влияние наиболее часто используемых в практике упрощений на процесс переноса тепла в почве, оценить влияние краевых условий, отдельных членов и коэффициентов дифференциальных уравнений, влияние размеров области на описываемый процесс.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния граничных условий на решение уравнения теплопереноса и в разработке методики определения коэффициента температуропроводности почвы, основанной на решении обратных задач уравнения теплопереноса.

Возможно определение температуропроводности (κ) конкретного слоя почвы при конкретной влажности на основе решения обратной задачи: нахождения κ из экспериментально полученной динамики температуры на разных глубинах почвы. Определению κ почвы на основе использования решения упрощенного уравнения теплопереноса (2) посвящено немало работ, предложено много методов («Теории и методы…», 2007). Эти методы приводят к вычислению усредненного значения коэффициента температуропроводности за рассматриваемый период времени, исходя из постоянства величины κ в рассматриваемом слое почвы.

Если температура почвы в течение суток выражается одной гармоникой, например, синусоидальной, то коэффициент температуропроводности κ можно найти: 1) из величины уменьшения суточной амплитуды температуры с глубиной 2) по запаздыванию фазы температурной волны на разных глубинах 3) по изменению температуры почвы на разных глубинах и во времени (Куртенер, Чудновский, 1979; Микайылов, Шеин; 2010). Такое определение допускает ощутимые погрешности из-за того, что температура почвы не всегда изменяется строго по синусоидальному закону. Используя принятые допущения метода решения обратных задач, для произвольного периода τ_0, выводится также формула для расчета κ в следующем виде, на основе изучения запаздывания соответствующей фазы температурной волны на двух разных глубинах:

$$\kappa = \frac{4\pi\left(x_2 - x_1\right)^2}{\tau_0 \cdot \ln^2\left[\dfrac{\left(T_1' - T_3'\right)^2 + \left(T_2' - T_4'\right)^2}{\left(T_1'' - T_3''\right)^2 + \left(T_2'' - T_4''\right)^2}\right]} \qquad (4),$$

где T_i' и T_i'' – значения температуры почв на глубинах $x = x_1$ и $x = x_2$ в момент времени $t_i = i \cdot \tau_0 / 4 (i = \overline{1,4})$ (например, если τ_0=24 час, то t = 6, 12, 18 и 24 час).

Как видно из формулы (4), измерив температуры почвы на двух глубинах x_1 и x_2 через каждые шесть часов в течение суток, можно вычислить величину коэффициента температуропроводности без применения специальных приборов. Данный метод был опробован на агроугодьях Московской

(агродерново-подзолистые почвы Зеленоградской опытной станции Почвенного института имени В.В.Докучаева), и Владимирской области (агросерые почвы Владимирского НИИСХ, г.Суздаль).

В данном исследовании удалось получить основную теплофизическую функцию для поверхностных (0-10 и 10-20 см) слоев агросерой почвы. Это связано с тем, что температурные колебания настолько резко затухают с глубиной, что на 30 – 40 см суточные колебания температуры мало заметны. Поэтому в дальнейшем планируется разработать модификацию метода, позволяющую измерять динамику температуры для глубинных слоев почвы аналогично тем способам, которые использовались для поверхностного слоя почвы в данном исследовании. Кроме того, учитывая варьирование метеоусловий, наличие заметного варьирования в температуре поверхности почвы, которую в данном случае удалось «снизить» за счет операции аппроксимации, в дальнейшем будет осуществлена попытка испробовать метод применения двух гармоник для описания температуры поверхности почвы, что позволит учесть колебания температуры почвы, вызванные природными кратковременными метеоявлениями.

Выводы. На основе решения обратной задачи распространения тепла в почве при учете граничных условий на поверхности были:

1) предложены теоретические основы методов определения коэффициента температуропроводности почвы, основанные на решении обратной задачи теплопереноса;

2) получены суточные динамики поверхностных слоев агросерой почвы, которые были аппроксимированы синусоидальной функцией;

3) по полученным аппроксимированным данным суточной динамики поверхностных слоев агросерой почвы, используя метод решения обратных задач для расчета коэффициента температуропроводности, были рассчитаны зависимости коэффициента температуропроводности от влажности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Куртенер Д.А., Чудновский А.Ф. Агрометеорологические основы тепловой мелиорации почв. Л.: Гидрометеоиздат, 1979. 231 с.

Микайылов Ф. Д., Шеин Е. В. Теоретические основы экспериментальных методов определения температуропроводности почв // Почвоведение. 2010. 5: 597–605.

Теории и методы физики почв. /Под ред. Е.В. Шеина и Л.О. Карпачевского. М.: Гриф и К., 2007. 616 с.

Horton R.Jr. Determination and use of soil thermal properties near the soil surface. New Mexico State University, 1982. 151 p.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО–ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПРОФИЛЕ ЛУГОВЫХ ПОДБЕЛОВ СРЕДНЕАМУРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Distribution of chemical and physico-chemical properties in texture-differentiated profile of meadow podbels of Middle Amur lowland

Л.А. Матюшкина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; lira@ivep.as.khb.ru

Введение. Среди всего разнообразия почв России, формирующихся в умеренно-теплых гумидных районах, новая классификация (Классификация и диагностика.., 2004) выделяет большую группу типов почв, в которых ярко выражены элювиально-иллювиальные процессы, дифференцирующие почвенный профиль по морфологическому строению, текстуре, химическому составу и свойствам. К настоящему времени признано, что механизмы дифференциации могут быть различными: разрушение первичных и вторичных минералов и вынос продуктов разрушения из верхней части профиля (оподзоливание, осолодение); вынос суспензий тонкодисперсных и пылеватых частиц в не разрушенном состоянии (лессивирование, партлювация); отмывка с поверхности крупных минеральных частиц пленок железа и других красящих элементов (отбеливание) и их частичный вынос в нижнюю часть профиля (Розанов,1986). Почвы, формирующиеся во всех этих случаях, в российской классификации объединены в отдел текстурно-дифференцированных почв. Одним из главных почвенных типов в нем являются подбелы – почвы, имеющие глинисто-дифференцированный профиль, а в его верхней части - осветленный (белесый) элювиальный горизонт с многочисленными железо-марганцевыми конкрециями, и в нижней – плотный иллювиальный горизонт, обогащенный илистыми частицами. Подбелы свойственны ареалам хвойно-широколиственных лесов и лесостепных равнин юга Дальнего Востока. Они формируются на суглинисто-глинистых отложениях озерно-аллювиального и аллювиального генезиса в условиях высокого и контрастного увлажнения. Вследствие этого элювиальный процесс сочетается в них с переменным глеевым, что и отражено в названии элювиально-глеевого горизонта (Иванов, 1976; Ливеровский, 1969). Подбелы юга Дальнего Востока разделяют на луговые, лесные и таежные (Ливеровский, 1969; Росликова, Сохина, 1983; Ершов, 1984). Считается, что дифференциация профиля и выраженность элювиально-глеевого горизонта в наибольшей степени проявляются в луговых подбелах (Ливеровский, 1969).

Целью настоящей работы является сравнительная оценка внутри профильной дифференциации луговых подбелов по показателям морфологического строения, гранулометрического и вещественного состава.

Объекты и методы. В качестве объектов исследования были взяты луговые подбелы Среднеамурской низменности. Наиболее подробно рассматривается луговой подбел (разрез 1), сформированный под луговой разнотравно-осоково-вейниковой растительностью в составе почвенной катены в пределах Амуро-Бирского междуречья (окрестности с. Бабстово ЕАО). Почвенный разрез приурочен к водораздельной части катены, вниз по катене по мере нарастания гидроморфности он сменяется почвами со слабо или не дифференцированным профилем – луговыми глеевыми и торфянисто-глеевыми.

Морфологию профиля изучали в полевых условиях. Химические и физико-химические анализы выполнены общепринятыми методами в лабораториях Института водных и экологических проблем ДВО РАН. Часть химических анализов и рентген-дифрактометрическое определение глинистых минералов проведены в Почвенном институте им. В.В. Докучаева. На примере разреза 1 лугового подбела детально изучались тонкодисперсные фракции методом дробной пептизации, выявлено значение воднопептизируемой (ВПИ) и агрегированной (АИ) подфракций ила для функционирования этой почвы. Полученные нами и другими авторами материалы по объекту исследования опубликованы в разные годы в российских и зарубежных изданиях (Росликова, Сохина, 1983; Матюшкина, 1989; Матюшкина, 2002; Росликова, Гынинова, 2012; Matiushkina, Kharitonova, 2014). В настоящее время накопленный аналитический материал позволяет рассмотреть особенности состава и свойств луговых подбелов с не раскрытых еще позиций.

Результаты и обсуждение. Дифференциация морфологического строения лугового подбела характеризуется следующей последовательностью генетических горизонтов: AY–AUg–AUEl,nn,g–ELnn,g–ELBTg–BT1g–BT2g–BCg–Cg.

AY – в целинных почвах это верхняя часть профиля, сильно задернованная корневой системой луговой растительности (в освоенных почвах отсутствует); AUg – гумусово-аккумулятивный горизонт темно-серого цвета; AUEl,nn,g – переходный уплотненный горизонт сизовато-серого цвета; ELnn,g – элювиально-глеевый горизонт светлосерого цвета с сизоватыми и охристыми пятнами, содержит многочисленные Mn-Fe конкреции; ELBTg – переходный горизонт к текстурной части профиля; BT1g и BT2g представляют текстурно-глинистую часть профиля, в которой BT1g – темноокрашенный иллювиальный горизонт с очень прочными зернисто-икрянистыми агрегатами сизо-черного цвета, BT2g – иллювиальный горизонт глыбисто-ореховатой структуры и плотного сложения; BCg – переходный горизонт к почвообразующей породе с глыбисто-крупноореховатой структурой, вертикальными трещинами, “кремнеземистой присыпкой“ по граням структурных отдельностей и черными марганцовистыми примазками с металлическим блеском; Cg – горизонт почвообразующей породы, представленный очень плотной глиной озерно-аллювиального генезиса, сохраняющей аллювиальную текстуру.

Рассмотрим гранулометрическую дифференциацию профиля лугового подбела на примере фракций физической глины <0,01 мм и ила <0,002 мм. По сравнению с почвообразующей породой (Cg), наблюдается отчетливое обеднение частицами <0,01 мм верхней части профиля, включающей не только собственно элювиальный горизонт ELnng, но и гумусово-аккумулятивный AUg. Из этих горизонтов наблюдается и вынос илистых частиц <0,002 мм, но в наибольшей степени – из элювиально-глеевого горизонта ELnng (табл.). Суммарная мощность элювиированной части профиля, включая и переходные горизонты (не приведены в таблице), составляет 65 см. В нижележащих текстурно-глинистых горизонтах B1Tg, B2Tg и в меньшей степени (BC)g наблюдается иллювиальное накопление как фракции физической глины в целом, так и илистой фракции. Особенно сильно выражено накопление рассматриваемых фракций в горизонте B1Tg. Суммарная мощность иллювиальной части профиля лугового подбела достигает 95 см. Такая картина гранулометрической дифференциации лугового подбела свидетельствует о высокой миграционной способности в профиле не только илистых (лессиваж), но также тонко и средне пылеватых частиц (партлювация). Ранее нами установлено (Чижикова и др., 2013), что высокая подвижность свойственна не всем илистым частицам, а тем, которые легко пептизируются водой. По–видимому, именно воднопептизируемая подфракция ила (ВПИ) играет наибольшую роль в процессах выноса–накопления веществ в профиле лугового подбела. Распределение ВПИ в нем характеризуется прогрессирующим увеличением содержания сверху вниз. В отличие от ВПИ агрегированная часть ила (АИ) связана в агрегаты, не разрушается водой и не участвует в миграционных процессах. Поэтому распределение АИ по профилю имеет другой характер, во многом обусловленный агрегирующей ролью гумусовых веществ (максимумы АИ в горизонтах AUg и B1Tg).

Дифференциация основных компонентов валового химического состава лугового подбела проявляется не всегда в прямом соответствии с дифференциацией гранулометрического состава (табл.). В элювиированной части профиля по сравнению с почвообразующей породой наблюдается относительное увеличение содержания кремнезема (SiO_2) – за счет выноса глинистых частиц и относительного увеличения в верхних горизонтах содержания крупных фракций (>0,01 мм). В иллювиированной части профиля содержание SiO_2 такое же, как в почвообразующей породе.

В дифференциации валового Al_2O_3 отчетливо проявляется уменьшение его содержания в верхней элювиированной части профиля и накопление в иллювиальной, что соответствует выносу и накоплению тонкодисперсных фракций и содержащихся в них глинистых минералов.

Дифференциация валового Fe_2O_3 отличается от дифференциации Al_2O_3 и показывает отсутствие элювиально-иллювиального распределения в профиле. Как в горизонтах AUg и ELnng, так и B1Tg и даже в B2Tg, по сравнению с почвообразующей породой, наблюдается уменьшение общего содержания оксидов Fe. Исследователи неоднократно указывали на интенсивно происходящие в луговых почвах Приамурья процессы мобилизации железа в условиях переменного окислительно-восстановительного режима (Иванов, 1976; Костенков, 1987). Образующиеся при этом подвижные формы Fe_2O_3 – свободные (не силикатные) и аморфные –обнаруживают иную, нежели общее железо, картину распределения по профилю (табл.). При этом в средней части профиля (горизонты ELnng, B1Tg, B2Tg) наблюдается существенное элювиирование аморфного (наиболее подвижного) железа, что, по-видимому, и создает картину выноса общего железа в профиле лугового подбела вплоть до нижнего горизонта (BC)g, переходного к почвообразующей породе.

Таблица. Химический состав и некоторые физико-химические свойства лугового подбела (в % на прокаленную навеску)

Показатель	Горизонт, глубина, см					
	AUg 0-14	ELnng 22-30	B1Tg 65-80	B2Tg 90-110	(BC)g 150-160	Cg > 220
Содержание частиц, %:						
< 0,01 мм	58,5	60,8	79,3	74,0	73,6	68,9
< 0,002 мм	39,6	28,9	57,3	52,1	49,9	44,5
< 0,002 мм ВПИ	1,6	9,9	10,1	12,9	22,3	24,7
< 0,002 мм АИ	38,0	19,0	47,2	39,2	27,6	19,8
SiO_2	72,75	72,16	66,19	66,31	67,08	67,76
Al_2O_3	14,84	15,18	20,52	19,71	18,35	17,67
Fe_2O_3	4,18	5,26	6,40	6,78	7,15	7,14
Fe_2O_3 свободное*	1,81	2,19	1,66	2,14	1,61	1,43
Fe_2O_3 аморфное*	1,09	0,54	0,41	0,59	1,21	0,90
H_2O гигроскопич.	2,92	1,90	3,80	3,51	3,19	3,05
Емкость поглощения, мг-экв/100 г почвы	23,2	19,8	28,0	26,4	24,7	-
Удельная поверхность, $м^2/г$	100,7	65,3	139,4	139,4	129,3	-
Общий углерод $C_{орг.,\%}$	7,4	1,2	2,0	0,9	0,8	-

Примечание: * - в % на сухое вещество; прочерк – не определено.

При оценке дифференциации профиля лугового подбела важно рассмотреть распределение в нем глинистых минералов, которые, как известно, сосредоточены в илистой и в меньшей степени в тонко пылеватой фракции. В целом, дифференциация профиля подбела по составу и количеству глинистых минералов фракции <0,002 мм сопровождается потерей из верхних горизонтов смешаннослойных образований со смектитовым компонентом и относительным увеличением количества гидрослюд, хлорита, каолинита и высокодисперсного кварца (Чижикова и др.,2013). В иллювиальных горизонтах наблюдается некоторое накопление смешаннослойных слюда-смектитовых образований, обеспечивающих в них самые высокие в профиле величины емкости поглощения (до 28,0 мг-экв. на 100 г почвы), гигроскопической влажности (до 3,80 %) и удельной поверхности (до 139,4 $м^2/г$).

Заключение. Анализ распределения в текстурно-дифференцированном профиле лугового подбела морфологических признаков и показателей вещественного состава показывает, что дифференциации морфологического облика этой почвы отчетливо соответствует перераспределение между почвенными горизонтами частиц илистой фракции и физической глины в целом, оксидов SiO_2, Al_2O_3 и Fe_2O_3, глинистых минералов с набухающими и жесткими структурами. Это в свою очередь обусловливает четко выраженную дифференциацию таких зависящих от них показателей и свойств, как гигроскопическая влажность, удельная поверхность, емкость поглощения. Дифференциация состава и свойств лугового подбела имеет отчетливо выраженный элювиально-иллювиальный характер для всех рассмотренных компонентов, кроме Fe_2O_3. Распределение Fe_2O_3 в луговом подбеле имеет элювиальный характер по всему профилю, что связано со спецификой почвообразовательных процессов в переувлажняемых почвах юга Дальнего Востока.

Следствием элювиального выноса веществ является уменьшение в верхних горизонтах адсорбционной поверхности и формирование почвенно-поглощающего комплекса с низкой емкостью поглощения. Следствием иллювиального привноса и накопления веществ (тонкодисперсных фракций и в их составе глинистых минералов) является утяжеление гранулометрического состава, ухудшение водопроницаемости и фильтрационных свойств луговых подбелов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ершов Ю.И. Закономерности почвообразования и выветривания в зоне перехода от Евразийского континента к Тихому океану. М.: Наука.1984. 282 с.

Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука.1976. 200 с.

Классификация и диагностика почв России / Сост. Шишов Д.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2004. 342 с.

Костенков Н.М. Окислительно-восстановительный режим в почвах периодического переувлажнения. М.: Наука, 1987. 191 с.

Ливеровский Ю.А. Почвы // Природные условия и естественные ресурсы СССР. Южная часть Дальнего Востока. М.: Наука. С. 159-204.

Матюшкина Л.А. Состав и свойства воднопептизируемого и агрегированного илов в луговых почвах Среднеамурской низменности // Почвообразовательные процессы в Приамурье. Владивосток: ДВО АН СССР. 1989.С. 24-35.

Матюшкина Л.А. Исследование коллоидно-химических свойств и минералогического состава тонкодисперсных фракций почв и почвообразующих пород // Биогеохимические и геоэкологические исследования наземных и пресноводных экосистем. Вып. 12. Владивосток: Дальнаука, 2002. С. 67-79.

Розанов Б.Г. К систематике элювиально-иллювиально-дифференцированных почв // Успехи почвоведения: Советские почвоведы к XIII Международному конгрессу почвоведов. Гамбург, 1986 г. М.: Наука, 1986. С. 153-159.

Росликова В.И., Сохина Э.Н. Особенности почвообразования на Среднеамурской низменности / Рациональное использование почв Приамурья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1983. С. 40-51.

Росликова В.И., Гынинова А.Б. Трансформация твердой фазы текстурно- дифференцированных почв среднего Приамурья под влиянием осушительных мелиораций и диагностичекое значение Mn-Fe конкреций в этом процессе // Тихоокеанская геология, 2012, том 31. №3. С. 93-104.

Чижикова Н.П., Харитонова Г.В., Матюшкина Л.А., Коновалова Н.С., Стенина А.С. Дифференциация слоистых силикатов и биогенный кремнезем в луговых почвах Среднеамурской низменности // Почвоведение. 2013. № 8. С. 980–992.

Matushkina L.A., Kharitonova G.V. Effect of himic substances and clay minerals on the hydrosorption capacity of clay particles in meadow soils (Middle Priamurie, Far East of Russia) // Chemical and Biological Tecnologies in Agriculture (Springer Open J.). 2015. 2. pp. 18-26.

ТЕРРИГЕННЫЙ МАТЕРИАЛ В КЕРНАХ ЛЬДА (НИЖНЕЕ ТЕЧЕНИЕ Р. АМУР)

Terrigenous material in ice cereals (lower flow of r. Amur)

А.Н. Махинов, В.И. Ким, Д.В. Матвеенко, Р.С. Козырев

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск; kim@ivep.as.khb.ru

Особенностью ледяного покрова Амура является наличие в толще льда значительного количества терригенного материала различного гранулометрического состава – от илистых частиц до глыб размером 1,5-2,0 м в поперечнике (Махинов и др., 2013, Махинов и др., 2014).

Распределение терригенного материала во льду имеет разные формы. Наиболее часто оно выражено в виде слоев различной мощности с резко выраженными границами. Обычно слои наклонны под разным углом. Встречаются темные пятна неправильной формы с неравномерной темной окраской. Имеются также рассеянные скопления материала с нечеткими границами.

Наличие во льду терригенных включений в виде различных форм распределения и обломочного материала разных размеров объясняется несколькими источниками их поступления. Среди них основными являются эоловый перенос, камнепады с крутых склонов на ледовую поверхность в горной части долины и обвалы суглинистых блоков при подледном размыве пойменных берегов реки, а также захват грунта на мелководьях во время осеннего ледохода (Махинов, Лю Шугуан, 2013, Махинов и др., 2017).

Наличие слабо выраженных прослоек или неправильной формы скоплений рассеянного суглинистого материала отмечается также внутри кернов льда, что, вероятно, связано с возрастанием мутности воды при попусках из водохранилищ, сопровождающихся увеличением скоростей течения. Очень редко в толще стекловидного льда встречаются гравийные обломки пород размером до 1,0 см. Их происхождение может быть объяснено всплытием донного льда на мелководных участках, переносом его под водой и примерзанием к нижней кромке ледовой поверхности ниже по течению.

В целом, содержание терригенного материала в толще льда на торосистых участках существенно превышает его концентрацию во льду на участках ровного льда, сформировавшегося в спокойных условиях (табл. 1). При этом степень торосистости льда не играет большой роли. Лишь в сильно торосистом льду среднее содержание включений в керне составляет от 0,77 до 10,49 г/дм^3 при среднем значении 3,40 г/дм^3. Умеренно и слабо торосистые льды имеют близкие показатели, изменяющиеся в пределах 0,54-1,43 г/дм^3 при средних значениях 0,71 и 1,08 г/дм^3 соответственно.

Таблица 1. Содержание терригенного материала во льду р. Амур.

№	Тип льда	Средняя толщина, м	Среднее содержание в керне, г/дм^3	Макс. содержание в слое, г/дм^3	Доля участка в поперечном сечении реки, %
1	Сильно торосистый	1,9-2,1	3,40	14,48	15
2	Умеренно торосистый	1,5-1,7	0,71	2,26	50
3	Слабо торосистый	1,0-1,2	1,08	5,11	20
4	Плоско-торосистый	0,9-1,1	0,54	3,20	12
5	Плоский	0,9-1,1	0,004	0,014	3
6	Наледный лед	0,10-0,15	0,03	0,06	-

Лед, сформировавшийся на участках полыней, содержит незначительное количество минеральных частиц. По данным измерений в различных рукавах р. Амур его содержание находится в пределах 0,003-0,005 г/см^3.

Существенно более неоднородное распределение терригенного материала наблюдается внутри ледовой толщи (рис. 1). В наиболее торосистых льдах содержание терригенного материала в слое изменяется в пределах 0,5-1,5 г/дм^3. Максимальные величины включений в наиболее загрязненных слоях достигают 14,48 г/дм^3. При этом слои с высокими концентрациями включений располагаются в различных частях керна. Еще более значительная величина (50,47 г/дм^3) была зафиксирована на мелководном участке реки непосредственно вблизи берега, что обусловлено местными особенностями вмораживания грунта в лед и его последующем разрушении во время осеннего ледохода.

На участках распространения слабо торосистого льда в верхней части толщи, вниз повторяет выше приведенные особенности. Однако в нижней части керна, наростившейся в результате зимнего замерзания воды, содержание включений резко падает до 0,005-0,1 г/дм^3. Еще более контрастное распределение терригенного материала наблюдается при наличии слоя наледного льда в верхней

части керна. В этом случае максимальное содержание включенного в лед материала отмечается в средней части керна.

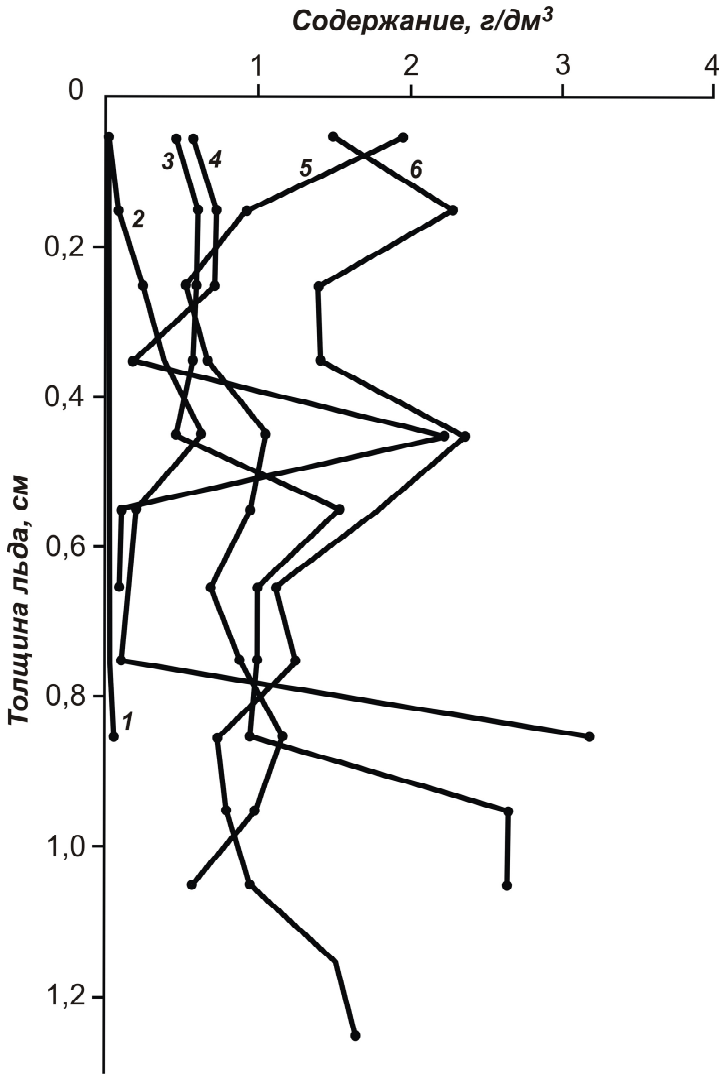


Рис. 1. Распределение терригенного материала в толще льда различного строения:
1 – стекловидный ровный лед, 3-5,6 - лед различной степени торосистости, 2 - лед, лежащий на грунте

Во льду, лежащем на грунте, максимальное содержание включений песчано-суглинистого материала отмечается в нижнем слое толщиной 5-7 см. Лед в этом слое имеет обычно темно-серый цвет и в нем визуально отмечаются не только песок, но и более крупные по размерам частицы. При значительном снижении уровней воды к концу зимы, характерном для р. Амур, лед залегает на грунте на обширных пространствах. Нередко на широких участках русла с асимметричным поперечным профилем он занимает до половины ширины реки.

Распределение по керну включений на участках плоского льда, характерного для малых деградирующих проток, наиболее однородно и изменяется в незначительных пределах – 0,001-0,014 г/дм^3. Лед на таких участках реки формируется на месте из воды, содержащей незначительное количество взвешенного материала. Лишь в редких случаях в нем встречаются небольшие рассеянные скопления мелких включений, которые можно объяснить некоторым увеличением скоростей течения подо льдом, вызванных вероятно повышенным сбросом воды из водохранилищ ГЭС. На участках образования наледных полей содержание включений в верхнем наледном слое льда существенно увеличивается.

В активно развивающихся рукавах, таких как Пемзенская протока у г. Хабаровск, содержание в среднем по керну вмороженного материала по ширине русла изменяется менее интенсивно, чем в

основном русле. Это обусловлено более равномерным осенним ледоходом и ранним ледоставом. В этих протоках вследствие менее мощной толщи торосистого льда в его строении в нижней части керна присутствует слой намороженного снизу стекловидного льда, образованного при замерзании подледной воды.

Учитывая полученные данные о среднем содержании включений в разных типах льда и их распространении, нами проведена количественная оценка содержания терригенного материала во льду в нижнем течении р. Амур. При этом принималось, что по всему течению реки строение льда примерно одинаковое. Результаты подсчетов позволили оценить общее количество терригенных включений в речной лед в пределах всего нижнего течения реки величиной, равной 2,3 млн. тонн. Значительная часть этого материала во время весеннего ледохода выносится в Охотское море, существенно увеличивая общий сток наносов р. Амур, что ранее не учитывалось.

Работа выполнена при финансовой поддержке Дальневосточного отделения РАН (проекты 15-I-6-083 и 17-I-1-065).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Махинов А.Н., Ким В.И., Шмигирилов С.А. Особенности ледяного покрова реки Амур на различных морфологических участках русла//Ледовые и термические процессы на водных объектах России: научные труды IV Всероссийская конференция (г. Рыбинск Ярославской обл., 24 – 29 июня 2013 года) М.: ИВП РАН, 2013. С. 113-117.

Махинов А.Н., Лю Шугуан. Формирование рельефа русел и берегов рек. Хабаровск: ДВО РАН, 2013. 174 с.

Махинов А.Н., Ким В.И., Шмигирилов С.А. Строение ледового покрова реки Амур на участках разветвленного русла //Динамика и термика рек, водохранилищ и прибрежной зоны морей: труды VIII Межд. науч.-практич. конф. в 2 т. Москва, РУДН, 24-27 ноября 2014 г. – М.: РУДН, 2014. Т. 1. С. 497-508.

Махинов А.Н., Ким В.И., Шмигирилов С.А. Строение льда и ледового покрова реки Амур в нижнем течении на участках разветвленного русла // Водные ресурсы. 2017. Т. 44, № 4. С. 432-441.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В БАССЕЙНЕ АМУРА

Environmental consequences of the activities of mining enterprises in the Amur basin

А.Н. Махинов, А.Ф. Махинова

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск; amakhinov@mail.ru

Развитие горнодобывающей промышленности и экстенсивный характер переработки минеральных ресурсов в восточной части страны привели к накоплению большого количества горнопромышленных отходов, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду (Махинов и др., 2006). До недавнего времени усилия многих стран, в т.ч. России были направлены на ликвидацию последствий горнодобывающей деятельности, рекультивацию нарушенных территорий. С этой целью разработано большое количество методов снижения отрицательных последствий и хранения техногенных отходов горнодобывающей промышленности. Наиболее широко используются методы искусственных покрытий водонепроницаемыми материалами днищ и бортов хвостохранилищ и мест складирования отходов. Эффективны способы обработки отходов химическими растворами щелочей, снижающими окисление минералов на воздухе. Однако высокие затраты на обработку больших объемов и непродолжительный эффект приводят к их ограниченному применению, а применение щелочных реагентов вызывает негативные последствия для биообъектов.

Таким образом, используемые методы в технологии горнодобывающей промышленности дальневосточного региона по снижению риска опасных воздействий не решают в должной мере экологических проблем. Преобладание атмосферных осадков над испарением и ливневый характер дождей при несовершенной системе оборотного водоснабжения способствуют загрязнению дренажными водами природных водотоков через тела дамб и плотин. Учитывая, что экологические приоритеты, связанные с разработкой месторождений, являются обязательными, исследования должны быть направлены на поиск эффективных технологий и способов кардинального решения задач снижения риска техногенного воздействия на окружающую среду.

Цель работы - оценка состояния природных ландшафтов и моделирование вероятностных рисков опасности химического загрязнения почв и природных вод в зоне воздействия горнодобывающих предприятий.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В решении поставленных задач рассматривались механизмы возможных сценариев развития техно-природной почвенной экосистемы (ПЭС) как основного элемента ландшафтов. Особое внимание уделялось оценке риска экологической устойчивости ПЭС – включая: 1) максимально допустимые нарушения в структуре почвенного покрова при техногенном воздействии; 2) оценку уровня аномальности загрязняющих веществ с учетом геохимической активности почв; 3) экологические ограничения для ПЭС, 4) эффективность использования земель; 5) управление безопасностью на основе долговременного мониторинга.

Выявлены физико-химические свойства почв, нарушенных вскрышными работами и испытывающими химическое загрязнение в зоне влияния хвостохранилищ, мест хранения сырья и отходов, являющиеся экологическим индикатором опасности производства.

На концентрацию загрязняющих веществ в почвах оказывает влияние как технологии переработки судфидсодержащих и железисто-марганцевых руд, так и высокое содержание металлов (Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ba, Cd, Ni, Co) в твердых отходах. В период быстрого снеготаяния или ливневых дождей, обогащенные растворимыми элементами сточные воды поступают в почвенные растворы и способствуют активизации геохимических потоков в почвенном пространстве.

Процесс окисления сульфидов приводит к образованию комплексных катионов $[FeHSO_4]^+$, $[FeHSO_4]^{2+}$, $[CuHSO_4]^+$ и других, которые при сильном переувлажнении почв (особенно в период быстрого таяния снежного покрова) могут испытывать гидролизные превращения по схеме: $[AHSO_4]^{2+} + H_2O \rightarrow [A(OH)SO_4]^+ + 2H^+$. При этом увеличение кислотности в растворе до значений pH <3 способствует диссоциации комплексных солей с образованием в растворе Fe^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, Pb^{2+}, Sn^{4+} и HSO_4^-, $SO_4^=$, $H_2AsO_4^{4-}$, AsO_4^{3-}, $[Sn(OH)_4]^o$ (Махинова с соавт., 2013, 2014). При выявлении локализации и концентрации химических элементов в почвенном пространстве учитывалась специфика обогащения рудных и россыпных месторождений (Труфанов, 1975).

Производственная деятельность по добыче золота из коренных пород оказывает локальное, но многокомпонентное загрязнение почвенных экосистем. Почвы испытывают техногенное воздействие в двух направлениях:

-механические деформации в структуре почвенного покрова и формирование техногенных почв, которые не могут быть восстановлены для пользования по своему назначению,

-химическое загрязнение, характеризующееся накоплением химических элементов по сравнение с геохимическим фоном.

Для определения максимально допустимого существенного нарушения площадей земель при разработке месторождений ($S_и$) в расчете на каждые 100 га территории предложено использовать соотношение: $S_и = E\ L\ *100\ *\cos\alpha$, где L – относительный коэффициент геохимической активности почво-грунтов при условии: $1 > L > 0$, $L = Na_1/N_{пп} * Cg/C_f * S_1/S_2$, Na_1 – средняя мощность гумусового слоя, $N_{пп}$ – средняя мощность почво-грунтов, Cg/C_f – отношение гуминовых кислот к фульвокислотам в составе гумуса, S_1/S_2 – отношение содержания илистых фракций к содержанию мелкозема в почвогрунтах, $\cos\alpha$ – средний уклон поверхности территории (Makhinova, Makhinov, 2011, 2012).

При разработке месторождений открытым способом на поверхности оказываются горные породы, содержащие соединения тяжелых металлов, которые при выветривании выщелачиваются, поступают в почвенные растворы и водотоки, образуя дополнительные к естественному фону геохимические потоки. Это влечет за собой загрязнение обширных по площади территорий и протяженных участков речной сети.

Хранилища отходов, промплощадки и другие объекты технологического процесса горнорудного производства выводят из сложившегося экологического круговорота большие площади земель и служат источником загрязнения почвенных экосистем пылью, остатками реагентов, тяжелыми металлами и нефтепродуктами. При этом в зависимости от природных особенностей ландшафтов, пространственно-временных характеристик и современной динамики их компонентов, способность к самовосстановлению нарушенных природных комплексов будет различной.

Формированию наиболее значительных геохимических полей способствует криогенное выветривание горных пород вскрыши. Насыщенные растворы при криогенной метаморфизации образуют солевые ареалы на поверхности вскрыши и в снежном покрове. Эти процессы длительны, а интенсивность процессов вымывания зависит от крутизны склона и экспозиции. Сернокислые растворы цинка, меди, свинца, кадмия и других металлов вымываются из верхнего слоя складированной породы. До 60% их сорбируются органическими и оторфованными горизонтами почв.

Комплексная оценка экологического состояния ландшафтов, формирующихся за счет природных факторов, механизмов изменений и процессов взаимовлияния природных и техногенных комплексов, позволила выявить и провести пространственный анализ морфолитологических комплексов, определяющих границы формирующихся техногенных ландшафтов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют разработать мероприятия по оптимизации использования территории в процессе горнодобывающей деятельности. В пределах наиболее устойчивых ландшафтов, обладающих менее динамичными процессами переноса и распространения потоков загрязняющих веществ и высокой степенью восстановительных способностей, возможно более широкое и интенсивное использование территории для вспомогательных и наиболее опасных производств. Динамичные ландшафты могут быть использованы ограниченно с учетом возможных негативных воздействий на них производственной деятельности.

Полученные результаты могут быть использованы при оценке интенсивности самовосстановления нарушенных в различной степени ландшафтов, а также в технологиях мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, предотвращения и ликвидации ее загрязнения, что обеспечит существенный экономический эффект вследствие применения адаптированных к конкретным условиям технологий восстановительных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Махинова А.Ф., Махинов А.Н., Купцова В.А., Лю Шугуан, Ермошин В.В. Ландшафтно-геохимическое районирование бассейна Амура (Российская часть) // Тихоокеанская геология, 2014. Том 33, № 2. С. 76-89.

Махинов А.Н., Махинова А.Ф., Шевцов М.Н. Влияние отходов горно-обогатительных

предприятий Хабаровского края на окружающую среду // Горный журнал, 2006. № 4. С. 83-86.

Труфанов А.И. О миграции железа и марганца в зоне гипергенеза юга Дальнего Востока // Природные воды Дальнего Востока /Вопросы географии Дальнего Востока. Хабаровск: Хабаровский комплексный НИИ, 1975. Сб. 15. С. 147-154.

Makhinova A., Makhinov A. Assessment of Soil Degradation Risks Caused by Priamurie Mining Industry and the Role of Humus Substances in Soil Recultivation // Soil Interfaces in a Changing World 6th ISMOM International Symposium of Interactions of Soil Minerals with Organic Components and Microorganisms /Conference Proceedings Book of Abstracts 26th June – 1st July 2011 Montpellier, France. Электронный ресурс: www1.montpellier.inra.fr/ISMOM2011/doc/book Abstracts.pdf. P.129

Makhinova A.F., Makhinov A.N. Differentiation of Organic Matter and Major Geochemical Flows in the Amur Basin Landscapes // Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment. IHSS. Zhejiang University Press, Springer. China. 2012. P. 361-363.

Makhinova A.F., Makhinov A.N., Kuptsova V.A., Yermoshin V.V. Geochemical differention of soil in the Amur Basin (Russian Part) // Journal of Giochemical Exploration. Vol. 45. No. 6. 2013. P. 89-98.

INFLUENCE OF OPERATION OF DEPOSITS ON MIGRATION ACTIVITY OF ELEMENTS AND FORMATION OF GEOCHEMICAL FLOWS IN SOILS OF PRIAMURYA

Aleksandra F. Makhinova, Alexey N. Makhinov

Institute of Water and Ecology Problems Russian Academy of Sciences Far East Branch, Khabarovsk, 680000, Russia; amakhinov@mail.ru

Abstract. The soil-geochemical characteristics of the Russian part of the Amur Basin under study are presented. The sources of pollution and their effect on the migration activity of elements are described. It is shown that the chemical activity is controlled by the background-determining elements, and the migration activity is controlled by the quality of humic acids. Conditions and mechanisms of elements concentrating in soil are considered. It is established that the migration of elements is determined by the quality of humus and interphase chemical interactions in the soil. The quality of humus has a great influence on the concentrating processes. The levels of the migration activity of elements, the behavior of few and multiply charged ions in dilute soil solutions, the conditions and mechanisms for the geochemical flows formation in soils are described. New approaches for a comprehensive assessment of the elements redistribution mechanisms and the formation of geochemical flows in soil are proposed.

Introduction. About 30% of the Amur basin soil cover suffers to this or that extent of direct or indirect pollution. Asia-Pacific countries express great interest in the diverse natural resource potential of this region of Russia. Considering this fact, environmental issues of the anthropogenic pressure on natural landscapes will always be of urgent importance.

Many areas of the Amur basin are still weakly studied. Diverse natural conditions and a wide range of soil contaminants make the analysis of geochemical conditions of the soil cover rather difficult. Many theoretical and practical issues related to mechanisms of chemical pollution of soils and studies of their present degradation need further discussion. The problem of identifying mechanisms of the redistribution of soil pollutants and the formation of geochemical fluxes in space is one of the essential goals of soil ecology and landscape geochemistry related to the distribution of chemical elements in soils (Vinogradov AP, 1957; Aexandra F. Makhinova, Alexey N. Makhinov, 2008).

The objective of the presented research was to study dynamic in dicators of element concentrations in background soils to assess: a) the geochemical activity of elements in different soil and environ mental conditions, and b) the role of migration fluxes in the redistribution of elements of the soil-geochemical space and the creation.

Research methods. Various soil and soil-forming processes were analyzed in the main types of landscapes of the Russian part of the Amur basin. Zones of mining activities are considered to be geochemically anomalous. The zones of mining impacts on the soil cover were defined. The content of total carbon in soils as a major factor of the formation of geochemical fluxes was estimated with the dichromate oxidation method using H_2SO_4–$K_2Cr_2O_7$. The regional geochemical background of the area under study was estimated based on the results of the spectral analysis of major and trace elements in the upper horizons (0–25 cm) of the main soil types using the ICP OES (emission spectrometry with inductively coupled plasma on Spectroscan No 835 (Lif 200). Only those microelements, whose concentrations exceeded the sensitivity of the spectral analysis, were used as indicator elements of the geochemical background. They were siderophile (Fe, Mn, Cd, Co, Ni) and chalcophile (Cu, Zn, Pb) elements. The statistical analysis was done using the (SPSS 17). One-way ANOVA was used to test for significance. For all analyses, where $P<0.05$, the tested factors and relations were considered to be statistically significant.

Main approaches of N.S. Kasimov et al. (2009), as well as the methodology of small-scale and review mapping of M.A. Glazovskaya (1989) were applied to complete the landscape-geochemical zoning of the 100 studied region.

Results and discussions. Background soils of zonal landscapes and their formation factors were analyzed. Major and trace element content in the background soils was also analyzed. The soil-geochemical matrix (map-scheme in the form of contour lines) was designed to estimate the distribution of major and trace elements. It served as a support for determining specific geochemical fluxes. The results were analyzed in terms of soil-geochemical matrix as an integrated model of the distribution of chemical elements in the soil space where all processes are controlled by the Q5 laws of self-regulation).

The spatial variability of element concentrations as the state of the regional geochemical background of the area was estimated with the coefficients of element concentrations (Kj), defined as the ratio of the

average element concentration in different soils to the geochemical background of an area, which characterizes the accumulation (or deficit) of elements compared to the geochemical background of an area. Three levels of element concentrations were identified in the soil-geochemical matrix such as:

- a – Levels of the element accumulation (Kj >1.1);
- f – Levels of the compliance of element concentrations with their regional background (0.7 < Kj <1.1);
- d – Levels of the element deficit (Kj <0.7).

Levels of element concentrations in background soils (the state of scattering or concentration) functionally comply with soil-geochemical fluxes, which are determined by migration conditions and geochemical processes in soils.

Geochemical processes and the migration of elements in the soils. Geochemical processes depend on molecular interactions between moisture and solid phases of soil and take place in three ways. The first is the mutual molecular adhesion Q8 of fine fractions less than 2.3 μm in size, resulting in their coagulation and aggregation. In particles less than 1 μm the water sorption effect is well-marked. The second is the molecular absorption of moisture by fine fractions of solid and organic phases of soils, which causes chemical changes and soil swelling (Makhinova et al., 2013).

The water sorption effect occurs when capillary pores are filled and a film of weakly-oriented water molecules is formed. Capillary suspended water can move in the direction of the evaporating surface. This movement is stopped when capillaries burst due to the lack of water. The third is the molecular interaction between soil phases and gravitational moisture, which provides the dilution and removal of weathering products.

Due to gravity, gravitational water and substances dissolved in it migrate over long distances, forming soil-geochemical fluxes. The intensification of soil-geochemical fluxes and the discharge of dissolved substances at low sorption, keep in with the gravity law (Makhinova et al., 2013): $Fg=Pbgh=[Pb(W-Wm)(Wp-Wm)zg/L](\sin\alpha)=[M\ g/L](\sin\alpha)$, where Fg – gravitational forces of migrational fluxes; pb – soil density; g – intensity of gravity; h – water column height; W – soil moisture; Wp and Wm – complete and maximal molecular moisture capacity; M – mobile moisture reserves; L – active porosity; z – coordinate; sinα – surface gradient.

Soil-geochemical fluxes. Soil-geochemical fluxes carry out mass transfer of dissolved substances and dispersed fractions within the pore space, called “the transport zone”. Migration conditions control the intensity of fluxes: $J\ f\ (Vc) = [Fg(M/L)\ Cm\ Pb\sin\alpha]$ and $0<\sin\alpha<1$, where Jm – the intensity of mass transfer and is the rate of the movement of the soil solution f (vc) in the pore space, Cm – the total concentration of elements

Control sections of background soils were analyzed with the spectral analysis. Trace elements, whose content exceeded the analysis sensitivity level, were used as indicator elements as described above. They were siderophile (Fe, Mn, Cd, Co, Ni) and chalcophile elements (Cu, Zn, Pb). The set of factors of indicator element concentrations in background soils was processed with methods of variation statistics (Saet et al., 1990).

Classification of migration fluxes. Four types of soil-geochemical migration fluxes were identified in background soils of the Amur basin:

a) R – Radial, typical for plain areas and plateaus (Rv – descending and Rm – ascending);

b) L – Lateral, typical for mountain slopes (Ls – descending on the slopes, Lv – lateral and Lg – surface);

c) W – Aquatic (with stagnant water regime) (Wv – exudation or accumulation-exudation and Wz – stagnant-permafrost)

d) A – Anthropogenic (Ar – anthropogenic-recreational and An – natural-anthropogenic)

The scattering state of elements is characterized with descending and ascending flows of soil solutions of low intensity (r, l, w-t).

Fig. 4 shows the map of Amur basin landscapes with typical conditions, determining soil-geochemical fluxes.

Conclusions.

The heterogeneous distribution of element composition in background soils of the Amur basin reveals certain specifics:

- the geochemical background of the soil cover is formed of iron group elements, which are characterized with a high solubility in organic acids and migration activity in the organomineral complexes;

- soil-geochemical fluxes are a complex dynamic system of interdependent processes of rock disintegration, denudation and subsurface runoff;
- mechanisms of soil formation between various soil phases determine geochemical processes of different intensity in space and the formation of different soil-geochemical zones of element migration;
- high concentrations of iron and manganese bind aggressive factions of organic acids, acting as discharge, create buffer zones, and help to reduce the mobility of some elements (Cu, Zn, Pb) in the soil solution or their sedimentation.

Four types of migration fluxes were identified in the regional background of the Amur basin, which are characterized with: a) constant average concentrations of elements; b) a certain frequency of occurrence of soil-geochemical migration zones and diversity of soil-geochemical fluxes; c) sequences of element migration activity, which correspond to soil-geochemical migration zones; d) a different composition of elements and levels of their migration (a-f-d), which determine the types of geochemical fluxes.

REFERENCES

Vinogradov A.P. Geochemistry of rare and dispersed chemical elements in soils. 2 Ed., M., 1957. 262 p.

Makhinova A.F., Makhinov A.N. Risk assessment of soil degradation and possible soil recultivation in mining in Priokhotie region. The 14th Meeting of International Humic Substance Society. Sept. 14-19, 2008.V.1. 273-276.

Glazovskaya MA Geochemistry of natural and technogenic landscapes. M., 2007, 269.

Kasimov NS, Gavrilova IP, Gerasimova MI, Bogdanova MD. A New Landscape geochemical Map of Russia //Moscow University Bulletin. Ser. 5 Geography, №1. 2009, 30-37.

Makhinova A.F., Makhinov A.N., Kuptsova V.A., Liu Shuguang, Yermoshin V.V. Landscape-Geochemical Zoning of the Amur Basin (Russian Territory) // Journal of Pacific Giology. 2014. Vol. 33(2). P. 76-89.

Makhinova A.F., Makhinov A.N., Kuptsova V.A., Yermoshin V.V. Geochemical differention of soil in the Amur Basin (Russian Part) //Journal of Giochemical Exploration. Vol. 45. No. 6. 2013. P. 89-98.

Saet Yu.E., Revich BA, Yanin E.P. Environment geochemistry / M: Nedra, 1990, p. 335.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ КОНЦЕПЦИИ «ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА» В РЕАЛИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ВОСТОЧНОЙ ПОЛИТИКИ

Environmental preconditions for the concept of "green economy" in the implementation of modern eastern policy

З.Г. Мирзеханова

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, ТОГУ, г. Хабаровск; lorp@ivep.as.khb.ru

The strategic plans of the Far Eastern regions, which are distinguished by special conditions for investment within the advanced development territories, have shown the need to assess the effectiveness of the "green" transformations in the regional economy, mainly on the dynamics of quantitative indicators of environmental content.

Правительство России в очередной раз предпринимает меры по оздоровлению экономики Дальнего Востока и Забайкалья. По образному выражению П.А. Минакира, национальный проект XXI века, ориентированный на подъем этого региона, «приобрел статус чуть ли не новой восточной политики» (Минакир, 2015). В ее основе – создание территорий опережающего социально-экономического развития (ТОСЭР)[1]. В их пределах установлены особые правовые режимы осуществления предпринимательской и иной деятельности, предусматривающие обеспечение конкурентных условий инвестирования.

Активность различных институтов по привлечению инвестиций в экономику Дальнего Востока заслуживает внимания и поражает масштабами. В докладах руководителей министерства по развитию Дальнего Востока отмечено, что в регион привлечено 1 трлн 325 млрд рублей инвестиций, из которых 93% – это частные инвестиции, а 7% – государственные вложения. То есть на 1 рубль бюджетных средств будет получено 13 рублей частных вложений. По словам Александра Галушки, «за суммой в 1,3 трлн стоят 475 инвестиционных проектов. Уже в 2017 году предполагается сдать в эксплуатацию около 50 новых предприятий, в прогнозных документах количество инвестиционных проектов обозначено внушительной цифрой - порядка 900»[2]. В материалах открытого доступа по развитию ТОСЭР затрагиваются преимущественно экономические аспекты их функционирования, гораздо меньше внимания уделено социальным и демографическим вопросам. При этом практически ничего не говорится об экологических проблемах, которые без сомнений возникнут в связи с увеличением нагрузки на ресурсопотребление и неизбежными сбросами и выбросами, а также отходами работы предприятий. Удивительно, но экологическая сторона функционирования ТОСЭР в официальных документах не фигурирует ни в части экологических лимитов развития, ни в регламентах использования ресурсов, ни в стремлении приблизиться к требованиям развиваемой в современном мире модели «зеленая экономика» («ЗЭ»). Напомним, что данная модель ориентирована на экологически безопасный и социально справедливый экономический рост за счет широкого спектра структурных преобразований в формировании территориально-производственных отношений нового типа. Концептуальные идеи «ЗЭ», предусматривающие спектр механизмов и подходов к модернизации производства в рамках усиления значимости экосистемной организации хозяйственной деятельности, учитывают в экономическом развитии экологические интересы. Это особенно важно для формирования новой политики в пределах восточных регионов, выделяющихся как природно-ресурсными, так освоенческими особенностями (Мирзеханова, 2016а, б).

При явной не разработанности самой концепции «ЗЭ», в ее принципах и положениях заложены важные ориентиры для развития регионов, в первую очередь с ресурсной спецификой структуры экономики, где, на первый взгляд, практически невозможно «примирить» экономику с экологией без кардинальной перестройки всей структуры хозяйствования. В какой мере положения и требования мировой парадигмы могут быть реализованы в формировании ТОСЭР? Отметим наиболее значимые из них:

1. Поскольку «зелёная» экономика является одним из инструментов обеспечения устойчивого развития, а не «жёстким набором правил», то существует возможность выбора регионом индивидуального подхода развития в соответствии со своими планами, стратегиями и приоритетами. Индивидуальность в специализации каждой из 13 ТОСЭР, созданных в ДФО (на 01. 12. 2016 г.),

[1] О территориях опережающего социально-экономического развития в РФ: Федеральный закон РФ от 29 декабря 2014 г. № 473-ФЗ. URL: http://www.kremlin.ru/acts/bank/39279 (Дата обращения 20.04.2015)

[2] Территории опережающего развития - Минвостокразвития minvr.ru/activities/toser.php [электронный ресурс] Дата обращения 3.02.2017

обозначена с учетом региональных приоритетов. Каждая ТОСЭР имеет уникальную отраслевую направленность.

2. Формировать новую территориально-производственную структуру на инновационной основе проще, чем модернизировать предшествующую, не удовлетворяющую требованиям современного развития. Предполагается, что при создании новых производственных мощностей будут использованы самые современные технологии.

3. Ориентация на «зеленый рост» в реализации стратегических планов Дальневосточных регионов – это реальный переход от ресурсно-сырьевой к инновационной модели развития. Она подразумевает внедрение экоинноваций и создание экологической индустрии как самостоятельного сектора экономики.

4. Диверсификация структуры экономики в направлении замкнутых ресурсных циклов, ориентирована на рациональное использование природных ресурсов с меньшими последствиями для окружающей среды, повышение эффективности использования отходов в качестве ресурсов. Одним из механизмов в достижении этой цели является кластеризация производства.

5. Повышение абсолютных и удельных показателей эффективности использования природных ресурсов и энергии при снижении показателей ресурсопользования являются основными векторами регионального развития в контексте рассматриваемой модели. Все показатели должны найти отражение в соответствующих программах.

Признаком прорывных направлений зеленой экономики, по мнению Ю.Г. Лавриковой и Е.В Малыш (2014), является использование модульных мини и микрозаводов, которые расположены ближе к потребителям и источникам сырья, вторичным ресурсам и источникам энергии, которые не требуют крупных капитальных вложений и быстро окупаются. В этом отношении преференции ТОСЭР наиболее выигрышны: создание мини – производств вокруг центрального – один из оптимальных вариантов замкнутого ресурсного цикла. Более того, хотелось бы надеяться на активизацию экономической деятельности на сопредельных ТОСЭР участках, расширяя, таким образом, экономически активную зону. Справедливости ради следует отметить, что пока аналогичных тактических мероприятий в стратегических планах ТОСЭР не замечено.

Дальневосточные регионы в силу специфики природно-ресурсных предпосылок развития и накопленного опыта (как положительного, так и отрицательного) в предшествующие периоды, отличаются особыми предпосылками реализации «восточной политики» (Мирзеханова, 2016а). Не последнее место среди них занимают экологические, их игнорирование или оставление без должного внимания, повлечет за собой формирование комплекса трудно разрешимых проблем. Уже сегодня стоит предусмотреть тот факт, что поляризованность территориальной структуры хозяйства, сложившаяся в предшествующие периоды экономического развития, с локализацией основных видов производств на незначительных площадях, предопределяет не только стратегию перспективного освоенческого процесса, но и территориальной организации хозяйства в целом. Созданный производственно-экономический и инфраструктурный потенциал выступает определенным катализатором процессов последующего развития, усугубляя тем самым дисбаланс в равномерности освоения территории. Большая часть ТОСЭР в регионе - это территории уже повышенной экономической активности, а значит и повышенной напряженности экологической обстановки. Риски и ограничения экономического роста, связанные с опасностью загрязнения окружающей среды и разрушением природных экосистем в зонах усиливающейся концентрации экономической деятельности при этом не учтены.

В имеющихся публикациях, касающихся анализа вариантов воплощения в жизнь идей новой парадигмы, основной акцент делается на «зеленые» инновации, «которые определяются как процесс разработки и коммерциализации новых путей решения экологических проблем посредством технологических улучшений, охватывающих продуктовые, процессорные, организационные и маркетинговые усовершенствования» (Мирзеханова, 2016б, с.10). В основе этих технологических улучшений – комплекс составляющих, которые предусматривают энерго - и ресурсосбережение, сокращение углеродных выбросов, использование потенциала возобновимых источников энергии, бережное использование сельскохозяйственных земель, рациональность логистической структуры и т.д. К огромному сожалению, в бизнес-проектах резидентов ТОСЭР эти важные аспекты их будущего функционирования практически оставлены без внимания.

Совершенно очевидно, что экологическая эффективность нововведений должна отслеживаться по определенным показателям. Они должны быть обозначены в региональных экологических программах развития – документе, концентрирующем в себе основные тактические шаги региональной экологической политики (РЭП). Для России, где эффективность РЭП оценивается

невысоко: в 2014 году 73 место из 178 стран, актуальность решения проблемы более чем очевидна (Воронина, 2016).

Проблема разработки и тем более использования экологических показателей будь то в контексте устойчивого развития или в рамках концепции зеленого роста сама по себе сложная и трудно разрешимая в плане регионального применения. А в рамках функционирования ТОСЭР она усугубляется еще и тем, что не вполне ясен набор производств, для резидентов предложены заманчивые преференции, поэтому представить окончательную производственную структуру в пределах той или иной территории сложно. Так же сложно разработать регламенты ресурсопотребления и стратегию экологизации комплекса (именно комплекса, а не единичных объектов) производств.

Следует отметить, что использование показателей, отражающих эффективность чего-либо, имеет смысл только в сравнении пространственном или временном. Для оценки эффективности функционирования РЭП и экологизации производства в пределах ТОСЭР временной параметр, на наш взгляд, более предпочтителен. Сравнение показателей старо освоенных регионов и регионов нового освоения всегда будет не в пользу последних, опять-таки в силу неравнозначных стартовых условий и специфики сложившейся структуры хозяйства. Временной аспект сравнительных параметров обозначит вектор эффективности экологической политики и ее динамику. Главное – выделить необходимые показатели и оценить их исходные (своего рода фоновые) величины.

Значимость безотлагательного решения поставленных задач в выделении и обосновании экологических показателей экономического развития возрастает в связи с необходимостью регионального стратегического планирования на период до 2035 года «Стратегия -2035»[3]. Вызывает опасение традиционное игнорирование экологических проблем в региональных планах развития. Кроме того, необходимо позаботиться о том, чтобы территориальные стратегии не страдали «идейным и структурным подобием, широко практикуемой системой интеллектуальных заимствований» (Пахомова и др., 2012, с. 10), а учитывали допущенные региональные ошибки прошлого и современные экологические требования. Ключевую роль в стратегических планах развития регионов ДВ должна сыграть последовательная переориентация экономики на максимально полный учет ценности природных активов.

В Хабаровском крае утверждены Государственная программа «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности в Хабаровском крае» а также Стратегия экологической безопасности Хабаровского края на период до 2020 года[4]. В перечне показателей (индикаторов) Программы 30 наименований. Итогом реализации Программы будут являться такие ожидаемые результаты: уменьшение объема образованных отходов всех классов опасности на единицу ВРП до 133,0 тонн на 1 млн. рублей ВРП; увеличение доли площади территории Хабаровского края, занятой ООПТ всех уровней, в общей площади территории Хабаровского края до 10%; увеличение доли ТБО, захораниваемых на объектах размещения отходов, отвечающих требованиям природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства, до 67%; увеличение количества проводимых экологических акций, практических природоохранных мероприятий, конкурсов, викторин до 100 в год; увеличение количества выявленных нарушений режима особо охраняемых природных территорий краевого значения до 53 в год. Не трудно заметить, что только часть из них можно использовать в аспекте оценки эффективности «озеленения» экономики. Следует отметить, что в мире и России накоплен опыт более широкого использования экологических показателей в программных документах регионального развития.

Рубежным этапом в этих документах установлен 2015 год. Данные по этому году могли бы послужить исходными (фоновыми) величинами для последующей оценки эффективности реализации мероприятий не только самой программы, но и экологизации производства с учетом развития ТОСЭР. Их локализация практически полностью совпадает с наиболее освоенными территориями края, что в значительной степени упростит мониторинг.

---

[3] «О стратегическом планировании в Российской Федерации» Стратегия - 2035. ФЗ от 28 июня 2014 № 172-ФЗ www.kremlin.ru/acts/bank/38630

[4] Стратегия экологической безопасности Хабаровского края на период до 2020 года. Распоряжение Правительства Хабаровского края от 11 декабря 2010 г. N 758-рп; Государственная программа Хабаровского края «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности в Хабаровском крае» (с изменениями на 30 декабря 2016 года) [Электронный ресурс] https://minfin.khabkrai.ru/.../Охрана%20 окружающей% 20среды%20и%20обеспече. (дата обращения 1. 03.2017)

Дискуссионным остается вопрос о том, что все абсолютные величины экологических показателей должны быть скорректированы с ВРП, как основного показателя изменения экономического развития. Известно, что привязка к ВРП – это не лучший вариант, но ничего другого не предложено.

Выводы

В настоящее время ТОСЭР являются основой воплощения намерений по реализации задач Правительства по диверсификации экономики и снижению сырьевой зависимости региона. Отрасли промышленности несырьевого характера в их пределах занимают доминирующее положение во многих регионах ДФО. По предварительной оценке Минвостокразвития, 24% из них (по объёму инвестиций) высокотехнологичные. Между тем, приуроченность ТОСЭР к наиболее освоенным участкам с уже сложившимися экологическими проблемами без технологических инноваций, ориентированных на экологическую безопасность, осложнит в их пределах экологическую обстановку.

Первые результаты по реализации проектов в ТОСЭР Хабаровского края позволяют с определенной долей оптимизма отметить реальные сдвиги в части расширения спектра перерабатывающих и менее экологозатратных отраслей. Возможности дальнейшей модернизации очевидны и пусть небольшие, но определенные достижения должны фиксироваться не только в экономических документах, но и экологических. Последовательная переориентация развития ресурсно-сырьевых регионов на принципы «зеленой экономики» потребует экологически ориентированных структурных изменений как в территориально-отраслевой структуре экономики, ее инновационных преобразованиях, так и безотлагательного внесения этих изменений в программные экологические документы с учетом систематизации ориентиров и механизмов их достижения, отраженных в соответствующих показателях.

В стратегических документах развития региона для оценки экологической эффективности экономического роста исходным рубежом могут быть приняты показатели 2015 года, которые закреплены в предшествующих программах.

Оценивать эффективность «зеленых» преобразований в региональной экономике следует преимущественно по динамике количественных показателей экологического содержания. Специфические экологические индикаторы, отражающие региональные особенности новой «восточной политики» должны занять достойное место наравне с общепринятыми для всей страны. Они должны быть конкретизированы в экологических программах, что позволит оценить как экологическую эффективность вводимых в эксплуатацию проектов, так и результативность нововведений в рамках новой модели.

Работа выполнена при поддержке гранта ДВО РАН № 15-I-6-018 в рамках программы фундаментальных комплексных исследований Дальневосточного отделения РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Воронина А.Г. Разработка системы показателей эффективности региональной политики (экологический аспект) // Региональная экономика и управление: электронный журнал. № 4 (48) ISSN 1999-2645. — №4 (48). Номер статьи: 4824. Дата публикации: 2016-12-02. Режим доступа: http://eee-region.ru/article/4824/

Лаврикова Ю.Г., Малыш Е.В. Зеленая экономика в кластерном развитии // Вестн. УрФУ. Серия «Экономика и управление». 2014. № 3. С.120-133.

Минакир П.А. Новая восточная политика и экономические реалии // Пространственная экономика. 2015. № 2. С.7-11.

Минакир П.А. Региональные стратегии и имперские амбиции // Пространственная экономика. 2015. № 4. С.7-11.

Мирзеханова З.Г. Регионы нового освоения: стартовые позиции формирования экологической политики в условиях активизации хозяйственной деятельности // Региональная экономика: теория и практика. 2016а. № 11. С.54-65

Мирзеханова З.Г Перспективы и тенденции реализации модели «зеленая экономика» в регионах нового освоения: экологический аспект // Геосистемы и их компоненты в Северо-Восточной Азии: эволюция и динамика природных, природно-ресурсных и социально-экономических отношений. Владивосток: Дальнаука, 2016б. С.76-83

Пахомова Н. В., Рихтер К. К., Малышков Г. Б. Структурные преобразования в условиях формирования «зеленой» экономики: вызовы для российского государства и бизнеса// Проблемы современной экономики. 2012. № 3 (43). С.7-16.

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОСЛЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ШАРОВОЙ МОЛНИЕЙ

Some changes in soil properties after interaction with a fireball

Т.О. Михайловская, А.П.Шваров, А.В. Дембовецкий

МГУ им.М.В.Ломоносова, г. Москва

Одной из малоизученных областей знаний, связанных с исследованием атмосферного электричества, является проблема шаровых молний. Они обладают энергией, на что указывает их свечение и взрыв, которым заканчивается это явление. С другой стороны, шаровая молния излучает свет, но не излучает тепло. До настоящего времени в современной науке нет общепризнанной теории образования шаровых молний. Высказано много гипотетических предположений о природе шаровых молний (Brand Der Kugelblitz, 1923, Стекольников, 1943). Один из самых авторитетных советских физиков П.Л Капица изложил свою гипотезу генезиса явления шаровых молний (Капица, 1955). Размер шаровых молний колеблется в пределах от 10 до 20 см (Brand Der Kugelblitz, 1923).

Наиболее наглядным представлением о взаимодействии шаровых молний с поверхностью земли являются «круги» на полях во время вегетации растений. Однако взаимодействие шаровой молнии с почвой до настоящего времени не описано как в отечественной, так и в зарубежной литературе. В тоже время результат этого взаимодействия позволит раскрыть некоторые особенности этого природного феномена и вероятно раскрыть его физическую природу.

Наибольшая вероятность появления феномена шаровых молний во времени, это вегетационный период с мая по сентябрь. Мировая статистика по шаровым молниям наиболее часто привязана к полям с производством сельскохозяйственных культур, причем наиболее часто это явление приурочено к полям зерновых культур.

В настоящем сообщении приведены результаты воздействия шаровой молнии на почвенный покров.

Объектом нашего исследования был чернозем. Взаимодействие шаровой молнии с поверхностью почвы произошло на территории станицы Дондуковской Гиагинского района республики Адыгея. GPS координаты взяты по WGS 84 составляют 44 º 52', 44 51" СШ; 40º16'39, 20" ВД.

В эпицентре контакта шаровой молнии с поверхностью поля образовалось отверстие правильной формы диаметром 84 мм. Глубина отверстия 220 мм. Угол наклона отверстия к поверхности поля составляет 8 градусов, его азимут 110 градусов, что совпадает с длинной осью круга, который имеет эллиптическую форму, образованный согнутой пшеницей. Характер поверхностного слоя чернозема на поле и непосредственно в стенке цилиндра, образованного молнией, существенно различаются. Верхний слой чернозема на поле под пшеницей достаточно рыхлый, плотность сложения не превышает 1,10 г/см^3. В пределах стенки цилиндра, образованного молнией почва сильно уплотнена. По периметру наблюдается слой толщиной менее миллиметра более темного цвета и слабым металлическим блеском. В уплотненном слое толщиной 5-10 мм отсутствуют корешки растений. Поверхность отверстия характеризуется винтовой структурой с четкими кольцами.

Для оценки степени уплотнения почвы эпицентра воздействия шаровой молнии в лабораторных условиях определяли плотность агрегатов различного размера (метод парафинирования) и их порозность. В качестве контроля были взяты образцы чернозема за пределами основных кругов деформированной пшеницы.

Средняя величина плотности агрегатов в эпицентре составила 1,87 г/см^3 (табл. 1). На контроле агрегаты аналогичного размера были менее плотные – 1,58 г/см^3. Статистическая обработка результатов по величинам плотности агрегатов по критерию Стьюдента показала достоверные различия с очень высокой вероятностью.

Таблица 1. Изменение плотности агрегатов чернозема после воздействия шаровой молнии.

Вариант, вероятность	Повторность	Плотность сложения г/см^3	
		Mср	Доверительный интервал
Эпицентр 0,90	20	1,87	1,82 - 1,92
Эпицентр 0,99	20	1,87	1,79 - 1,95
Контроль 0,90	20	1,58	1,42 - 1,67
Контроль 0,99	20	1,58	1,43 -1,73

Плотность твердой фазы образцов чернозема в эпицентре и на контроле существенно не различались. Различия в плотности агрегатов образцов чернозема на контроле и в эпицентре обусловили аналогичное различия в их порозности (рис. 1). На контроле эта величина составила 34,39%, а в эпицентре 21,01%.

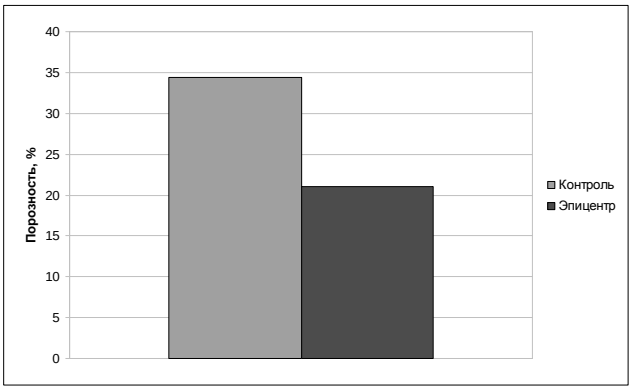


Рис. 1. Изменение порозности агрегатов чернозема после воздействия шаровой молнии

Большинство физиков связывают физическую природу шаровой молнии с ее плазменным составом. В свою очередь сама плазма по природе – это смесь ионизированных газов, обладающих электрическим зарядом. В результате взаимодействия шаровой молнии с почвой, последняя может получить определенную величину заряда, увеличив ее естественное электрическое поле и ее электропроводность.

В лабораторных условиях определили электропроводность почвенных паст образцов из эпицентра и на контроле. Измерения производили 4-х электродной системой на приборе Land-Mapper. Результаты измерения электропроводности превзошли все ожидания. Если на контроле величина электропроводности составила чуть более 600 мкСm/см, то в эпицентре она была в 2,5 раза выше (рис. 2).

Открытый феномен, связанный с резким ростом электропроводности почвы в результате воздействия на нее шаровой молнии, свидетельствует о наличии в ней энергии электрической природы, в виде заряженных частиц. Для раскрытия полноты знаний о природе шаровой молнии требуются более тонкие исследования в области физики и химии ее материи. Однако уже сейчас можно констатировать, что относительно небольшая по размерам шаровая молния (5-10 см) обладает большой энергией, способна трансформировать почвенную матрицу, изменяя ее плотность и увеличивая электрический заряд.

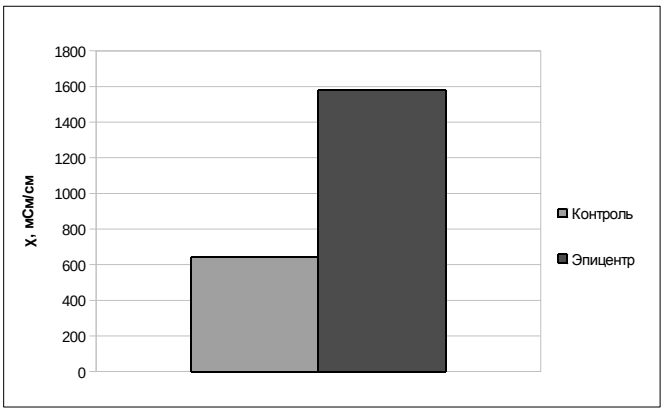


Рис. 2. Влияние шаровой молнии на электропроводность чернозема

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Капица П.Л. О природе шаровой молнии. Доклады АН СССР, №2, 1955 г.

W. Brand Der Kugelblitz, Hamburg, 1923.

Стекольников И.С. Физика молний и грозозащита. Изд-во АНСССР, 1943, с.145.

ВЛИЯНИЕ СЕНОКОШЕНИЯ НА ЛУГОВЫЕ СООБЩЕСТВА

The effect of haymaking on meadow community

Т.Н. Моторыкина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск

Растительные сообщества, или фитоценозы, представляют совокупность растительных организмов, живущих совместно на одной территории и связанных между собой сложными взаимоотношениями. Фитоценозы характеризуются определенным видовым составом, строением или размещением компонентов в пространстве и времени и условиями существования. В связи с этим, лугами называются биоценозы, растительность которых представлена мезофильными травами, произрастающими на определенном местообитании и имеющими зимний перерыв в вегетации. По А.П. Шенникову (1941), «луга суть ассоциации травянистых многолетних мезофитов», т.е. таких многолетних трав, которые растут в условиях среднего увлажнения.

Как любая естественная экосистема, луг существует длительное время. Каждую осень травы засыхают, а весной снова зеленеют. Это значит, что вещества, которые пошли на рост и развитие растений, вернулись к растениям в виде неорганических веществ. Совершается круговорот веществ, благодаря которому и сохраняется устойчивость экосистемы. При вмешательстве человека: осушение, распашка, сенокошение, выпас скота и выжигания сухой травы это равновесие нарушается.

Сенокошение – это одна из форм вмешательства человека в естественное развитие растений и группировок, которая заключается в однократном или многократном срезании вегетативных частей растений в течение вегетационного периода.

Растительность сенокосов представлена в основном многолетними поликарпическими травами: *Heracleum dissectum* Ledeb., *Trifolium pratense* L., *Geranium vlassovianum* Fisch. ex Link, которые за период жизни образуют несколько поколений плодоносящих побегов. Цикл развития побега или поколений побегов от их образования до отмирания называют малым жизненным циклом. Большой жизненный цикл состоит из несколько малых - это жизнь растения от проростка до отмирания. В большом жизненном цикле многолетних травянистых растений выделяют четыре периода: первичный покой (от созревания семян до начала их прорастания), девственный (от прорастания семян до цветения растения), генеративный (период цветения и плодообразования), сенильный или старческий (период созревания семян). Однако, на этих угодьях, но в меньших количествах произрастают двулетние растения: *Cirsium vulgare* (Savi) Ten, *Melilotus officinalis* (L.) Pall., *Carum carvi* L. - цветут и плодоносят на второй год жизни, а затем отмирают и однолетние растения: *Poa annua* L., *Medicago lupulina* L., *Kummerowia stipulacea* (Maxim.) Makino, *Rhinanthus vernalis* (N. Zing.) Schischk.et Serg, которые быстро созревают и весь жизненный цикл проходят в течение одного вегетационного периода. С наступлением зимы все надземные и подземные органы их отмирают. Возобновляются растения ежегодно только семенами.

Скашивание оказывает на луговые травянистые растения как прямое, так и косвенное влияние. Прямое влияние проявляется в уничтожении надземных органов, расположенных выше уровня среза, у всех видов растений, составляющих сообщество. Остаться неповрежденными могут лишь приземные розетки или ползучие побеги. При этом нарушается нормальный ритм вегетации и резкое ограничение семенной продуктивности и возможности распространения вида с помощью семян (Моторыкина, 2010).

На луговые ценозы влияют время, высота и сроки скашивания. Чем позже проводится скашивание, тем большее число видов растений может беспрепятственно обсеменяться. Прямого соотношения между сроками скашивания и количественным выражением обсеменения у отдельных видов, однако, не существует. Особенно наглядное представление об этом можно получить при изучении монокарпических растений. При скашивании генеративных побегов в ранние сроки (в фазу бутонизации – начала цветения) в их органах запаса сохраняется еще достаточное количество энергетического материала и веществ для формирования после скашивание новых генеративных побегов из почек в пазухах листьев. Такие генеративные побеги успевают дать зрелые семена до проведения второго укоса. Скашивание в более поздний срок – в фазу цветения – исключает возможность образования семян и отрастание генеративных особей после их скашивания. Чем позже проводится скашивание, тем большое количество семян полностью созревают и осыпаются. Сходное наблюдается и у поликарпических трав. У многих из них, чем раньше проводится первое скашивание, тем большее число особей цветет и плодоносит после отрастания отавы. При длительном раннем скашивании происходит отбор форм, способных цвести и плодоносить после первого скашивания. Зависимость обсеменения от сроков скашивания особенно резко выражены у однолетних растений

(погремков, очанок). Н.В. Цингер в своих работах (1928) по изучению расообразования у большого погремка (*Rhinanthus angustifolius* C.C. Gmel., syn. *Alectorolophus major* Rchnb.) отмечал в пределах вида несколько рас, которые различались сроками созревания. Образование раннецветущих, способные давать семена до покоса (желтые цветки) и позднецветущих, медленно развиваются и обсеменяются после покоса (оранжевые цветки) рас Цингер объяснял разными направлениями отбора в частности разными сроками скашивания лугов.

В опытах С.П. Смелова (1966) при срезании 25 кустов *Phleum pratense* L. - тимофеевки луговой было установлено значительное увеличение возникновения новых побегов при наиболее низком срезе. Так, при высоте среза 1-2 см их было 120, при 5-6 см – 28, а при 10-11 см – 20. Однако соответственно возрос процент отмерших побегов – 67 при 1-2 см; 6 при 5-6 см; 0 при 10-11 см, одновременно по мере увеличения высоты среза возросла высота вновь возникших и отросших побегов. Таким образом, чем ниже проводиться срезание, тем большее количество побегов отмирает. После скашивания растения, лишенные почти полностью надземной массы, могут расти и развиваться только за счет использования запасных питательных веществ. Запасные питательные вещества в виде углеводов (крахмал, моносахариды, дисахариды), белков, жиров и других веществ откладываются в корнях, корневищах, нижних частях стеблей. Запасные питательные вещества содержатся и в семенах. Чем крупнее семена, тем больше в них запасных веществ, тем быстрее они прорастают и образуют более мощные побеги. На используемых травостоях после каждого скашивания надземной массы усиливается расходование запасных питательных веществ. Поэтому, здесь необходимо своевременно вносить удобрения и применять поливы. При плохом обеспечении водой и элементами минерального питания частая срезка растений в сочетании с небольшой высотой скашивания быстро приводит к изреживанию и падению продуктивности травостоев. Следует отметить, что есть виды, которые могут успешно произрастать при частом низком скашивании в условиях хорошего обеспечения водой и элементами минерального питания они успешно размножаются вегетативным и семенным путем. К ним относятся *Poa annua* L., *Trifolium repens* L., *Taraxacum officinale* Wigg. Последнее скашивание травостоя проводят за месяц до наступления заморозков с тем, чтобы под зиму растения уходили с достаточным количеством накопленных питательных веществ. Поэтому весной, чтобы не ослабить растение, скашивание следует проводить не раньше фазы кущения (образование побегов из подземных стеблевых узлов), когда начинают пополняться органы запаса. Недопустимо низкое стравливания травостоя (ниже 3 см), так как при этом резко сокращается ассимиляционная деятельность растений, повышается расходование запасных питательных веществ.

Сроки скашивания оказывают влияние на судьбу семенного потомства: всходы и ювенильные растения (отсутствуют семядоли, простая организация, сохраняется одноосность побега, листья иной формы и меньшего размера, чем у взрослых). От весны к лету идет увеличение массы надземных органов взрослых растений, высоты и сомкнутости травостоя и как следствие этого, снижение доступа света к поверхности почвы. Запоздание со скашиванием удлиняет период максимального воздействия травостоя на подрост, а это ведет к большему отмиранию всходов и ювенильных растений. Чем позже скашивают траву, тем больше смертность среди подроста, в том числе после скашивания из-за резкого изменения микроклиматических условий припочвенного слоя, главным образом в результате смены условий сильного затенения на полное освещение. При более ранних сроках скашивания световой режим в приземном слое характеризуется меньшей переменностью, что положительно сказывается на приживание всходов и развитии молодых растений. В опытах, проведенных на *Anemonastrum fasciculatum* (L.) Holub (*Anemone fasciculata* L.) в отношении реакции этого растения к раннему скашиванию на субальпийском лугу Северного Кавказа, было установлено, что чем раньше скашивали траву *Anemonastrum fasciculatum* (L.) Holub (*Anemone fasciculata* L.) - анемонаструма пучковатого, тем меньшее количество ювенильных особей этого растения отмирало и большее число их переходило в имматурное состояние. Взрослые особи *Anemonastrum fasciculatum* отрицательно реагировали на ранее скашивание, что выражалось в утрате способности образовывать генеративные побеги. Чем позже скашивали траву, тем больше особей образовывало генеративные побеги и меньше погибало (Работнов, 1984).

На лугах при сенокошении из травостоя исчезает прежде всего, высокорослое разнотравье (*Heracleum dissectum*, *Thalictrum amurense* Maxim. и др.), однолетние и двулетние (*Poa annua*, *Medicago lupulina*, *Kummerowia stipulacea*, *Cirsium vulgare*, *Melilotus officinalis*, *Carum carvi* и другие) травы. Ранние сроки скашивания ведут к уменьшению в травостое раносозревающих трав.

В результате длительного и постоянного скашивания изменяется видовой состав луговых трав. В первую очередь исчезают виды, которые размножатся семенами, плохо переносят уничтожение

вегетативных органов, не способны выдерживать изменения экологических условий - *Poa palustris* L. (мятлик болотный), произрастает на влажных и сырых лугах. Хорошо переносят скашивание виды, которые имеют короткие побеги, благодаря чему не попадают под скашивание, или имеют почки на подземных орагнах, что позволяет им быстро воспроизводиться. Это *Trifolium repens* L., *Poa pratensis* L., *Festuca rubra* L. Они повторно отрастают в течение вегетационного периода и даже при раннем первом скашивании, могут давать генеративные побеги и семена. Кроме того, почва уплотняется, а при близком стоянии грунтовых вод заболачивается.

Косвенная роль скашивания проявляется в обеспечении лучшего доступа солнечных лучей к поверхности почвы; сокращении возможности накопления на поверхности почвы отмерших органов трав в виде подстилки; отчуждении с урожаем значительных количество элементов минерального питания растений. Увеличение доступа к поверхности почвы солнечных лучей, а также отсутствие накопления на поверхности почвы отмерших остатков способствует лучшему прогреванию почвы и повышению испарения – почва становится суше и теплее. После удаления травостоя снижается влажность приземного слоя воздуха и повышается его температура в дневные часы. Улучшается газообмен между почвой и надпочвенным воздухом. В результате скашивания происходит обеднение почвы элементами питания в результате постоянного удаления их с фитомассой.

На продуктивность лугов влияет внесение минеральных удобрений. Изучение сукцессии травостоев под влиянием удобрений изучал Б.М. Миркин (1991), который проводил опыты с использованием удобрений по улучшению лугов поймы реки Уфы, где преобладали следующие злаки: *Festuca pratensis* Huds., *Dactylis glomerata* L., *Bromopsis inermis* (Leys.) Holub, *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Phleum pratense* L. и др. Внесение 60 кг/га азота удваивало урожай, но в течение трех лет, число видов, входящих в состав луговых сообществ сократилось с 40 до 20, так как произошло вытеснение широколиственными злаками бобовых и многих представителей разнотравья. При внесении же только фосфорно-калийных удобрений сокращение количества видов растений было незначительным. Таким образом, было установлено, что наиболее сильно влияет на состав травостоя внесение азотных удобрений. При этом оно тем сильнее, чем выше их доза.

Скашивание травы действует и на зоокомпоненты луговых ценозов. Некоторые животные повреждаются или уничтожаются во время скашивания, или отчуждаются с урожаем. Это относится в первую очередь к особям, находящимся в неподвижном состоянии (куколки насекомых). Насекомые, питающиеся исключительно генеративными органами травянистых растений, после скашивания их лишают пищи, в результате чего они погибают. Кроме того, скашивание и удаление травы лишает многих животных защиты от врагов.

Оптимальным для лугов является чередование раннего, среднего и позднего сенокошения, т.е. организуется сенокосооборот, где чередуются сроки скашивания разных участков. Это позволяет поддерживать высокое видовое разнообразие и продуктивность лугов.

Для сохранения и воспроизводство урожайности луговых трав необходимы следующие условия: соблюдать сенокоснооборот, давать травам периодически отдых, помнить, что частое, слишком низкое скашивание губительны для луговых трав, сбор трав и посев их после покоса, а также обязательное внесение минеральных удобрений определенных доз, которые бы не приводили к сокращению численности луговых трав (Арчер, Банч, 1955).

Рациональное использование лугов – верный путь сохранения растительных ресурсов на огромных территориях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арчер С., Банч К. Луга и пастбища Америки. Перевод с анг. Н.С. Щербиновского / Под ред. С.П. Смелова и Т.А. Работнова. М., 1955. 346 с.

Миркин Б.М. Введение в фитоценологию. Уфа: Башгосуниверситет, 1991. 81 с.

Моторыкина Т.Н. Эволюция луговых сообществ под влиянием воздействия человека // Проблемы изучения растительного покрова Сибири: Материалы IV Международной научной конференции, посвященной 125-летию Гербария им. П.Н. Крылова Томского государственного университета и 160-летию со дня рождения П.Н. Крылова (16-18 ноября 2010 г., Томск). Томск: Изд-во Томского университета. Томск, 2010. С. 115-117.

Работнов Т.А. Луговедение. М.: Изд-во Московского университета, 1984. 320 с.

Смелов С.П. Теоретические основы луговодства. М.: Колос, 1966. 368 с.

Цингер Н.В. О подвидах большого погремка (*Alectorolophus major* Rchnb.). Вологда: Северный печатник, 1928. 127 с.

Шенников А.П. Луговедение. Л., 1941. 507 с.

ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕГИОНАХ НОВОГО ОСВОЕНИЯ

The features of environmental policy in the new development areas

Н.А. Нарбут

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск; nina-narbut@rambler.ru

Экологическая политика, согласно национальной экологической доктрине России, – разветвленная система механизмов, действий, норм и правил, объединенных единой целью для достижения поставленных задач в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, обеспечения экологической комфортности среды для проживания населения, а также использования экологических отношений для решения политических, социальных и экономических задач. В зависимости от уровня реализации экологической стратегии различают глобальную, национальную, региональную, локальную (муниципальную) экологическую политику.

Однако, как отмечает З.Г. Мирзеханова (2010) современная концепция региональной политики России в большей степени декларативна. Она не предусматривает конструктивных механизмов сохранения единого эколого-социально-экономического пространства страны, выравнивания уровней развития регионов, сохранение природного разнообразия и культурного наследия. В ее основе – исторически сложившаяся структура экономики, сформированная ресурсной обеспеченностью и избирательностью спроса на производимую продукцию на рынках различных уровней. Тогда как значительная по протяженности территория России, ее природное, хозяйственное и культурное разнообразие, а также смена представлений о том, что для всех регионов должна быть единая модель развития предполагают формирование сильной и содержательной региональной политики.

Разработка стратегии регионального развития в настоящее время, как правило, ограничивается перспективами роста экономики и освоения ресурсного потенциала, тогда как экологическим проблемам, возникающим при этом, придается недостаточное значение. По мнению ряда исследователей это происходит потому, что экологические аспекты регионального развития, на сегодняшний день, не входят в перечень приоритетных направлений деятельности государства (Бобылев, 2016 и др.).

Особенно ярко это проявляется в регионах Дальнего Востока, которые в своем развитии, как в прошлом, так и, согласно планам регионального развития, в перспективе, существенно отличаются от европейских аналогов, так как относятся к регионам нового освоения (РНО). С точки зрения географического положения РНО занимают, как правило, окраины Азиатской России и Европейский Север страны. Учитывая географические особенности России, следует отметить, что РНО, как в природном отношении, так и процессом освоения существенным образом отличаются как между собой, так и по отношению к староосвоенным регионам страны. Однако при этом они имеют ряд общих характеристик (Мирзеханова, 2010, 2016).

Одна из них – поляризованность территориальной структуры хозяйства. Она создается локализацией основных видов производства на значительных площадях, а между ними - «неосвоенные или выборочного ресурсного освоения» зоны, которые вследствие природных особенностей уязвимы к антропогенным воздействиям и нуждаются в щадящем режиме использования.

Значительная дифференциация хозяйства ведет к неоднородности концентрации населения и откладывает отпечаток на пространственную систему расселения. В расположенных здесь крупных городах, в силу особенностей их формирования и развития, площадь городской застройки ежегодно возрастала, опережая темпы роста населения. При этом доля территорий, не используемых под городское строительство, в границах городов достигала 50%, а в пределах застроенных территорий – в среднем 20%. В результате образовались центры, имеющие достаточное количество свободного пространства, которое плохо организовано. В Хабаровске, например, оно составляет 47% городской территории и на одного жителя (в пересчете на правобережную часть) его приходится около 150 м2.

Система расселения на Дальнем Востоке с более детальным анализом эволюции городов Хабаровского края была изучена Е.О. Колбиной и С.Н. Найден (2013). Авторы показали, что расположенные здесь города в настоящее время развиваются в рамках первой стадии по теории дифференциальной урбанизации с доминированием крупного города. Это ведет к росту населения крупного города, увеличению доли города-ядра, а значит к сокращению, пока еще достаточно большого, свободного пространства и к еще большему ухудшению состояния городской среды.

Однако, следуя законам самоорганизации урбанизационного пространства, тенденция концентрации городского населения сменится деконцентрацией, начнутся субурбанизационные процессы, уменьшение доли города-центра. Зная эти закономерности, уже сейчас в условиях начавшегося сокращения свободного пространства городских территорий, можно решить ряд задач, которые позволят улучшить экологическую обстановку не только в современном городе, но и поддерживать ее (возможно и улучшить) в будущем. Для этого, прежде всего, необходимо выявить и сохранить (зарезервировать) территории с высоким экологическим потенциалом. По мнению В.В. Владимирова (1996) в регулируемой урбанизации заложены огромные возможности целенаправленного изменения и преобразования природной среды, способными в высшей степени быть экологичными.

Учитывая, что основные экологические проблемы, как правило, формируются в городах и зонах их непосредственного влияния, экологическая политика, реализуемая на муниципальном уровне управления, является основополагающим звеном региональной экологической политики.

Разработанная структура региональной экологической политики (РЭП) (Мирзеханова, 2016), состоящая из большого числа направлений, включает два - эколого-реабилитационное и эколого-стратегическое, основное содержание которых – восстановление нарушенных систем и сохранение экологического равновесия при экономическом развитии территории - касаются экологического планирования городской территории и соответствуют задачам современных концепций устойчивого развития. В системе РЭП они реализуются через следующие механизмы: эколого-географическая экспертиза территории; экологическое планирование территории – формирование ее экологического каркаса; совершенствование сети ООПТ; сохранение биологического и ландшафтного разнообразия.

Этой же задаче соответствуют и основные положения концепции экологического каркаса городской территории (ЭКГТ) (Нарбут, 2015). Одно из них - сохранение экологического равновесия определенной территориальной системы, которое осуществляется через сохранение ландшафтного и биологического разнообразия и экологического планирования городской территории. ЭКГТ - модель экологического планирования, представленная картографически. В его состав входят важнейшие ранжированные по режимам использования природные, природно-антропогенные и антропогенные комплексы, обеспечивающие экологическую устойчивость развития города и сохранение комфортной среды для жизнедеятельности человека. Свойства этих комплексов выявляются в рамках эколого-функционального зонирования свободного пространства города, которое предусматривает территориальную дифференциацию в зависимости от выполняемых каждым участком определенных экологических функций (Нарбут, 2015; Калманова, 2017). Связь ЭКГТ с региональной экологической политикой осуществляется через экологическое планирование.

Формирование ЭКГТ как основного звена экологической политики позволяет:

- представить городскую территорию как единую систему с учетом возможного сохранения ее экологичности;
- выявить территории с высоким экологическим потенциалом для соответствующего использования в настоящее время или резервирования, что позволит сохранить экологические функции отдельных экосистем и ландшафтов;
- установить возможные связи между крупными участками свободного пространства, входящими в состав экологического каркаса, как в черте города, так и за ее пределами;
- разработать систему регламентации хозяйственной деятельности на каркасных и межкаркасных территориях;
- выявить приоритетные направления и последовательность действий для улучшения экологической обстановки в городе, включив их в целевые программы.

Для формирования ЭКГТ должно быть достаточное количество открытого (свободного) пространства в городской черте, которое является одним из показателей качества среды города и должно использоваться как потенциальный резерв экологического назначения. В разных городах оно колеблется в больших пределах и зависит, прежде всего, от степени освоенности региона (старого, нового, пионерного), определяя, как правило, стадию ее урбанизации. В регионах нового освоения в результате особенностей их освоения значительные свободные пространства имеются как в черте города, так и за ее пределами. То есть имеются резервы для формирования экологического каркаса территории.

Практическое применение результатов исследования могло бы стать важнейшей составляющей экологической политики, при которой ее экологическая часть должна быть упреждающей и направленной на приведение территориальной структуры хозяйства в соответствие с ее ресурсной базой и геосистемной организацией природных комплексов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бобылев С.Н. «Зеленая» экономика и экосистемные услуги: Российский контекст // Восточный вектор России: шанс для «зеленой» экономики в природно-ресурсных регионах / Матер. научн. семинара. Иркутск: Из-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2016. С. 3-19.

Владимиров В.В. Расселение и экология //М.: Стройиздат, 1996. 392 с.

Калманова В.Б. Эколого-функциональное зонирование открытых пространств урбанизированных территорий (на примере г Биробиджана) // Геосистемы в Северо-Восточной Азии: территориальная организация и динамика. Владивосток: Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, 2017. С. 449-454.

Колбина Е.О., Найден С.Н. Эволюция процессов урбанизации на Дальнем Востоке России// Пространственная экономика, 2013. № 4. С. 44-69.

Мирзеханова З.Г. Особенности региональной экологической политики в стратегии перспективного развития Хабаровского края // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29, № 2. С. 119-125.

Мирзеханова З.Г. Регионы нового освоения: стартовые позиции формирования экологической политики в условиях активизации хозяйственной деятельности // Региональная экономика: теория и практика, 2016. Выпуск 11. С. 54-65.

Нарбут Н.А. Экологический каркас как модель организации городской территории // ИнтерКарто/ИнтерГИС-21. Матер. Междунар. науч. конф. Краснодар: Кубанский госуниверситет. 2015. С.119-123.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ЦИЛИОФАУНЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Peculiarities of formation of species of cyliofauna of purification constructions

Л.И. Никитина, А.В. Жуков

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск; a.v.zhukov@mail.ru

Своеобразие видового состава, типов питания и жизненных форм инфузорий зависят от экологических особенностей среды обитания. Примером специфичности биоценоза являются этапы биологической очистки сточных вод. Отличие видового состава наблюдается как в первичных отстойниках, где стоки наиболее загрязнены органическими соединениями, а содержание кислорода минимально, так и во вторичных, где очищенная сточная вода насыщена кислородом воздуха. Промежуточным этапом между отстойниками являются аэротенки, где происходит очистка от загрязняющих веществ.

Цель исследования: выявить закономерности зависимости видового состава инфузорий и особенностей их жизнедеятельности от экологических условий обитания.

Задачи исследования:

1. Определить видовой состав инфузорий на всех этапах биологической очистки сточных вод.
2. Изучить жизненные формы и типы питания цилиофауны.
3. Установить зависимость адаптивных комплексов инфузорий от экологических условий среды обитания.

Исследования проводились на очистных сооружениях г. Хабаровска производительностью около 220 тыс. $м^3$ в сутки. Принципиальная схема очистки представлена на рисунке 1.

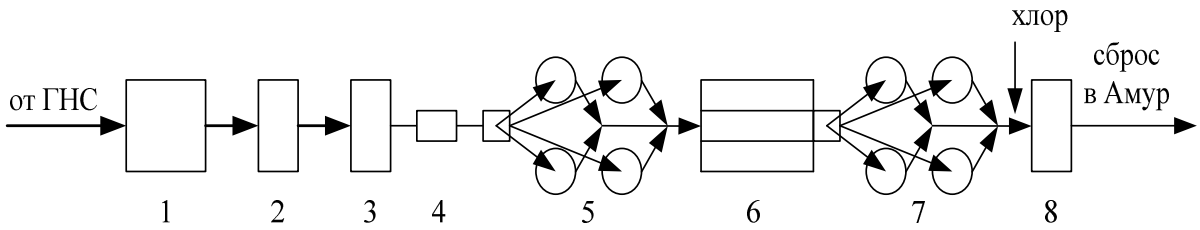


Рис. 1. Схема очистки сточных вод (сайт МУП города Хабаровска «Водоканал»): 1 – приемная камера; 2 – решетки; 3 – песколовка; 4 – водоизмерительный лоток «Вентури»; 5 – первичные отстойники; 6 – аэротенки; 7 – вторичные отстойники; 8 – камера очищенной сточной жидкости

Основная группа гидробионтов сточных вод представлена цилиофауной. За период исследования биоценозов очистных сооружений биологической очистки промышленных и бытовых сточных вод г. Хабаровска выявлено 54 вида инфузорий, относящиеся к 7 классам, 15 отрядам, 25 семействам (в системе Small & Lynn, 1985, 2000).

Анализ видового состава цилиофауны, выделенной из сточных вод на разных этапах очистки, из очистных сооружений г. Хабаровска, показал, что в активном иле аэротенков и в биоценозе вторичных отстойников зарегистрировано было одинаковое количество видов инфузорий – по 46 видов. Причем, качественный состав цилиофауны различался всего лишь на 6%. В первичных отстойниках было выявлено 12 видов цилиат.

Созданные в аэротенках особые условия (перемешивание иловой смеси с активным илом; постоянное аэрирование, в результате чего происходит насыщение смеси кислородом воздуха; относительно постоянная температура смеси, отсутствие хищников и др.) благоприятно влияют на видовое разнообразие и численность инфузорий. На долю 46 видов инфузорий, зарегистрированных в активном иле аэротенков, приходится 85% от общего видового состава цилиат.

Для первичных отстойников характерна полисапробная зона: сточная вода сильно загрязнена органическими веществами, преобладают восстановительные процессы. В воде большой дефицит кислорода, много метана и сероводорода, которые отравляюще действуют на живые организмы. В результате происходит обильное развитие сапрофитных организмов. В 1 мл воды первичных отстойников содержатся сотни тысяч и миллионы бактерий (Банина, 1984; Жуков, 2010).

Видовой состав цилиофауны первичных отстойников характеризуется наличием планктонных форм инфузорий, что составляет 75 % от общего видового состава исследуемых отстойников (рис. 2). Эти виды и наиболее многочисленные по плотности.

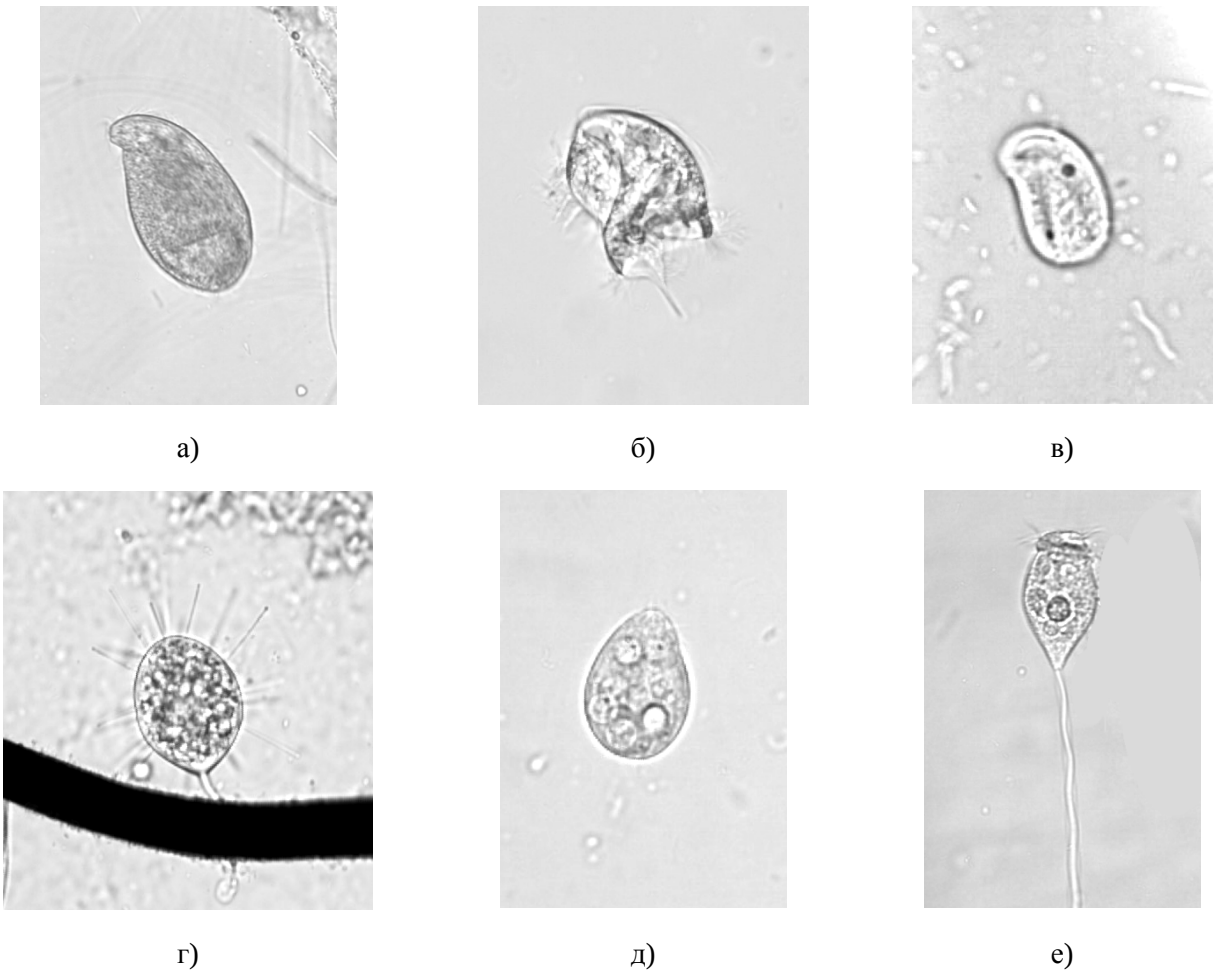


Рис. 2. Инфузории первичных отстойников: а) *Metopus sp.*; б) *Caenomorpha medusula*; в) *Chilodonella uncinata*; г) *Podophrya sandi*; д) *Tetrahymena sp.*; е) *Vorticella infusionum*

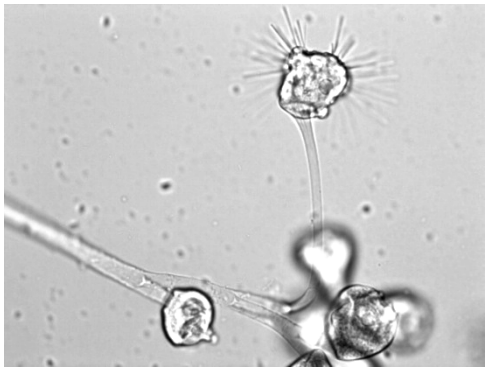
По типу питания преобладают бактериофаги, что объясняется содержанием большого количества бактерий в неочищенных стоках (табл. 1).

Таблица 1. Количество колониеобразующих единиц (по данным МУП «Водоканал»).

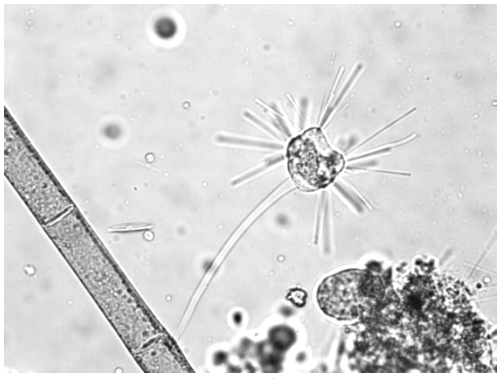
№	Сезоны года	КОЕ на 100 см^3 ОКБ	
		Первичные отстойники	Вторичные отстойники
1.	Зима	2*107	809
2.	Весна	8*106	519
3.	Лето	1*107	380
4.	Осень	7*106	96

Условия во вторичных отстойниках приближены к олигосапробной зоне: вода насыщена кислородом, происходит полное окисление органических веществ. Специфичность вторичных отстойников – отсутствие дополнительной аэрации и значительно меньшее содержание бактериальных клеток, по сравнению с первичными отстойниками (Никитина, 2010; Жуков, 2011).

В связи с тем, что во вторичных отстойниках концентрация хлопьев активного ила минимальная, сосущие инфузории *Tokophrya quadripartita*, которые в аэротенках являются перифитонными формами и прикрепляются к хлопьям активного ила, во вторичных отстойниках все чаще используют в качестве субстрата стебли колониальных форм инфузорий или водорослей (рис. 3).



а)



б)

Рис. 3. *Tokophrya quadripartita* на: а) колонии Epistylis; б) водоросли

Инфузории *Epistylis epibioticum*, встречающиеся во вторичных отстойниках, используют в качестве субстрата колонии других видов Epistylis и Carchesium (рис. 4).

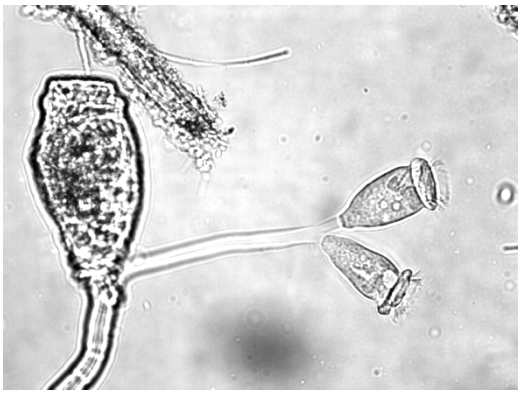


Рис. 4. *Epistylis epibioticum* на колонии *Epistylis chrysemydis*

В результате анализа видового состава инфузорий и их жизненных форм, выделенных из биоценозов активного ила аэротенков и вторичных отстойников очистных сооружений г. Хабаровска, было установлено явное преобладание в антропогенном биоценозе перифитонных форм цилиат в отличие от первичных отстойников. В ходе мониторинговых исследований по динамике перифитонных форм цилиат из биоценоза активного ила аэротенков было установлено, что данный показатель варьирует в пределах 78-94%. Считаем, что это связанно с хлопьевидной структурой активного ила, которая служит субстратом для прикрепленных видов цилиат, постоянной аэрацией активного ила аэротенков и обилием пищи в поступающей сточной воде (Никитина, 2011).

Анализируя сукцессионные процессы, происходящие с цилиофауной активного ила аэротенков в лабораторных условиях, определили видовой состав цилиат, а также их жизненные формы. Причем, было установлено, что в течение уже первых двух дней происходило изменение как видового состава инфузорий, так и жизненных форм цилиат. В результате была выявлена еще одна закономерность: в ходе сукцессии изменяется не только видовой состав цилиофауны, но и соотношение жизненных форм: 73% - планктонные, 27% - перифитонные. Доминирование планктонных видов инфузорий обусловлено, по всей вероятности, отсутствием аэрации и постоянного притока питательных веществ, содержащихся в сточных водах.

Анализ численности видов инфузорий на разных этапах биологической очистки сточных вод показал, что минимальное количество видов зарегистрировано в биоценозе первичных отстойников, а максимальное – в аэротенках и вторичных отстойниках.

Специфичность видового состава определялась различными условиями формирования биоценозов. Наименьшее значение фаунистического сходства (17%) приходится на биоценозы первичных и вторичных отстойников (табл. 2).

Циркуляция активного ила между аэротенками и вторичными отстойниками определяет большое видовое сходство цилиофауны, составляющее 96%.

Таблица 2. Индекс видового сходства инфузорий на разных этапах очистки.

Биоценозы	Коэффициент Серенсена	
	Аэротенк	Первичный отстойник
Первичный отстойник	21%	100%
Вторичный отстойник	96%	17%

Выводы:

1. Видовой состав цилиофауны очистных сооружений г. Хабаровска представлен 54 видами.

2. Соотношение инфузорий по жизненным формам и типам питания зависит от экологических особенностей формирования соответствующего биоценоза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Банина Н.Н. Тип инфузории // Фауна аэротенков (атлас). Л.: Наука, 1984. С. 136-186.

Жуков А.В. Экология инфузорий активного ила очистных сооружений г. Хабаровска // Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Нерюнгри: 2010. С. 297-299.

Жуков А.В. Влияние трофической деятельности цилиофауны на очистку сточных вод // Материалы XIII краевого конкурса молодых ученых и аспирантов. Хабаровск: Изд-во ТОГУ. 2011. Т. 2. С. 23-27.

Никитина Л.И., Жуков А.В. Жизненные формы инфузорий естественных и антропогенных биоценозов Хабаровского края // Сборник научных трудов. Записки Гродековского музея. Вып. 24. Природа Дальнего Востока. Хабаровск: 2010. С. 37-39.

Никитина Л.И., Приходько А.В., Жуков А.В., Трибун М.М. Цилиофауна природных и техногенных экосистем Среднего Приамурья. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2011. 160 с.

Small E.B., Lynn D.H. Phylum Ciliophora Doflein, 1901 // An Illustrated guide to the Protozoa. Kansas: Allen Press, 1985. P. 373-575.

Small E.B., Lynn D.H. Phylum Ciliophora Doflein, 1901 // An Illustrated guide to the protozoa. Second edition. Lawrence, Kansas: Allen Press, 2000. P 371-675.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ АЯНА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Chemical composition of atmospheric precipitation in Ayan (Khabarovsky kray)

А.Г. Новороцкая

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; novag59@gmail.com

Атмосферные осадки (АО) являются одним из звеньев круговорота веществ в окружающей среде (ОС), являясь механизмом самоочищения атмосферы от различных примесей. Их химический состав относится к важнейшим интегральным характеристикам загрязнения атмосферы и зависит от многих факторов (метеорологических, природных и антропогенных) (Петренчук, 1979), позволяет оценить привнос растворимых веществ из атмосферы на исследованную территорию.

Цель работы – исследование химического состава АО в с. Аян, райцентре Аяно-Майского района Хабаровского края. Аяно-Майский район – один из отдалённых северных районов Хабаровского края, наибольший по площади (21,2%) среди 17 муниципальных районов края и малонаселенный (0,15% от населения края с плотностью 0,02 чел./км^2). Село Аян расположено на берегу Аянской бухты Охотского моря, закрытой высокими скалистыми сопками. Население с. Аян – 841 человек (42,6% от населения района, по состоянию на 1 января 2016 г.) (http://habstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/habstat/ru/statistics/hab_stat/population/). На территории района многолетняя мерзлота. В прибрежной части района с климатом приморско-континентального типа средняя температура января – -19,7°С, июля – +11,3°С, среднегодовая – -3,3°С. Для прибрежной зоны характерно обилие осадков, значительное количество пасмурных дней, частые штормовые ветра и метели. Средние зимние температуры здесь колеблются от -16 до -20°С, летние от +18 до +20°С. Побережье испытывает влияние Охотского моря, распространяющееся от его берегов до хребта Джугджур, и по мере продвижения на запад (к хребту) влияние моря ослабевает, создавая своеобразную подзону, переходя от приморского климата к резко континентальному, границей которого является хребет Джугджур.

В Аяне расположены гидрометеостанция, управление ФГУ «Государственный природный заповедник «Джугджурский», объекты инфраструктуры. Хозяйственную деятельность осуществляют предприятия по добыче морепродуктов: ООО «Амуррыбпром», ООО «Оризон», СПК рыболовецкий колхоз «Восход», НПФ ООО «Континент», ТСО КМН «Джугджур», ООО «Ламисайенс». Здесь расположены: подразделение старательских артелей «Восток» и «Прибрежная» (добыча руд и песков драгоценных и редких металлов – золота, серебра, металлов платиновой группы), лесхоз, морской причал, аэропорт (http://old.gov.khabkrai.ru/invest2.nsf/pages/ru/geninfo/ayan_reg.htm).

Метеостанция (м/ст.) Аян расположена в 300 м к северо-востоку от бухты Аянской, на полуострове, шириной 5 км, который уходит в море на 10 км в восточном, юго-восточном направлении, координаты – N 56°45’ E 138°10’, высота над уровнем моря – 8 м.

Пробы атмосферных осадков отобраны с января 2009 г. по декабрь 2010 г. на м/ст. Аян. Отбор и физико-химический анализ проведены в соответствии с (Руководство, 1991). В пробах определялись: величина pH, удельная электропроводность (УЭП), содержание главных ионов (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{2-}), NH_4^+, NO_3^-, ионов цинка (определено в ДВГУМС). Средневзвешенная концентрация ($\overline{C}_{ij}$) рассчитывалась по формуле: $\overline{C}_{ij} = \sum_{i,j=1}^{n} C_{ij} h_i \Big/ \sum_{i=1}^{n} h_i$, где C_{ij} – концентрация *i*-того компонента в *j*-той пробе, мг/дм^3; h_i – сумма осадков, мм.

Концентрации ионов сравнивались с ПДК вредных веществ в водах объектов рыбохозяйственного значения (Приказ, 2016), т.к. ПДК для АО не существует. Рассчитанные отношения ион/ Na^+ и ион/Cl^- сопоставлялись с литературные данными для морских источников (Хорн, 1972). Статистические методы обработки информации (корреляционный и регрессионный анализ) проведены для каждого года (n=12, p=0,05) с помощью пакета программы EXCEL -2010. Для оценки состояния атмосферы применялся интегральный показатель относительной кислотности (pH/pNH_4) (Новороцкая, 2002).

В работе использована метеорологическая информация ГУ «Хабаровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с функциями регионального специализированного метеорологического центра всемирной службы погоды» по м/ст. Аян за 2009, 2010 гг. и доступные среднемноголетние данные (далее – норма): температура воздуха, сумма АО (мм), повторяемость (%) направлений ветра и штилей, скорость ветра (https://www.pogodaklimat.ru/ckimat/31168.htm). 2009 г. характеризовался аномальным количеством

выпавших АО, среднемесячные максимумы АО в июне и октябре превысили норму более чем в 4 раза; январь, апрель, сентябрь и декабрь также выделяются суммой выпавших АО. В 2010 г. выпало в 2 раза меньше АО, чем в 2009 г., сумма АО немного меньше нормы, аномальное количество АО выпало в феврале (4 нормы), в мае и августе – 24% и 39% от суммы АО для теплого периода года (табл. 1). Возросла доля АО, выпавших за холодный период года, по сравнению с нормой (29%) до 42% и 32% в 2009 и 2010 гг. Отмечены абсолютные максимумы температуры воздуха в августе (30,7°С) и сентябре (27,2°С) 2010 г. В среднемноголетней повторяемости ветра выделяются следующие направления: северо-восточное (СВ), юго-западное (ЮЗ), северное (С), причем в теплый период года (май-сентябрь) увеличивается доля СВ направления, в холодный (октябрь-апрель) период преобладают СВ и С ветры (45%), на долю южных (Ю), ЮЗ, западных (З) ветров приходится 34%. Количество штилей – минимальное в мае, июне, максимальное – в августе, сентябре (табл. 2). В теплый (V-IX) и холодный (V-IX) периоды года скорость ветра – 3,0 и 2,3 м/с (норма – 2,6 м/с).

Таблица 1. Сумма осадков по метеостанции Аян, 2009, 2010 гг., среднемноголетние значения (норма), мм, процент от нормы.

Месяц	Сумма осадков			% от нормы		Месяц	Сумма осадков			% от нормы	
	2009	2010	Норма	2009	2010		2009	2010	Норма	2009	2010
январь	42,4	8,6	25	170	34	сентябрь	**311,4**	68,7	150	208	46
февраль	3,9	**55,5**	14	28	396	октябрь	**407,6**	92	88	463	105
март	**97**	17,5	22	441	80	ноябрь	42,5	47,4	49	87	97
апрель	58,2	6,8	45	129	15	декабрь	60,4	48,2	22	275	219
май	32,8	**140,8**	82	40	172	Год	**1708,7**	858	924	185	93
июнь	**397**	43,8	96	414	46	V-IX	712,0	276,0	265	269	104
июль	94,5	100,1	150	63	67	V-IX	996,7	582,2	659	151	88
август	161	228,8	181	89	126						

Примечание: максимальные величины – жирный шрифт.

Таблица 2. Среднемноголетние значения повторяемости направления ветра и штилей, %.

Повторяемость направлений ветра и штилей										Повторяемость направлений ветра и штилей									
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль		С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	штиль
I	13	25	6	3	10	21	14	8	11	I X	12	33	7	2	9	18	11	7	11
II	12	27	7	3	10	19	13	9	9	X	13	45	6	1	9	18	5	3	16
III	13	42	7	2	6	17	9	4	11	XI	12	40	8	2	8	16	8	6	13
IV	11	50	7	1	6	17	6	2	10	XII	11	26	7	3	9	19	15	10	11
V	8	50	8	1	6	20	6	1	8	год	13	24	6	2	11	20	15	9	11
VI	6	52	5	0	5	25	7	0	8	X-IV	11	39	6	2	8	20	9	5	11
VII	8	53	4	0	6	22	6	1	10	V-IX	9	50	6	1	7	21	6	1	11
VIII	9	48	5	1	8	22	6	1	15										

Результаты химического анализа АО представлены в табл. 3.

Величина pH АО – в основном выше 5,60 (нейтральной среды для АО), максимальная – 7,25. При доминировании слабощелочных осадков ион водорода связан с нейтрализующим кислотность гидрокарбонат-ионом. В АО 2009 г. по сравнению с АО 2010 г. УЭП в 1,6 больше; сумма ионов в среднем в 1,5 раза выше за счет увеличения содержания следующих ионов: Zn^{2+}, Cl^-, NO_3^-, Na^+, Mg^{2+} и K^+ в 6,6, 2,3, 2,0, 1,8, 1,4 и 1,1 раз соответственно. Среднегодовые концентрации H^+, NH_4^+, HCO_3^- и Ca^{2+} в АО 2010 г. в 2,2, 1,9, 1,5 и 1,2 раз больше, чем в АО 2009 г., что объясняется различными метеорологическими характеристиками годов наблюдения. Морское влияние на формирование химического состава АО проявляется в увеличении концентраций Cl^- в АО, в среднем – до 19,3 и 6,7 мг/дм^3, максимально – до 157 мг/дм^3. Хлориды присутствуют в АО в виде солей натрия, калия, магния, так называемые «циклические соли», которые на сушу попадают с АО и затем с поверхностным стоком снова поступают в океан. Концентрация SO_4^{2-} варьировала от 1,9 до 31,0 мг/дм^3, в среднем – от 7,1 до 6,5 мг/дм^3 (табл. 3). Величины отношений K^+/Na^+, Cl^-/Na^+, частично Mg^{2+}/Na^+ укладывались в интервалы отношений для морских источников (Хорн, 1972), что косвенно указывало на морской генезис этих ионов в АО. Величина показателя относительной кислотности pH/pNH_4 АО характеризовала, в основном, атмосферу, как слабоподверженную влиянию

хозяйственной деятельности. В холодный период года отмечено повышение показателя pH/pNH_4 до 1,4-1,6 (связанное с отопительным сезоном и сжиганием ископаемого топлива) (атмосфера подвержена антропогенной деятельности) (Новороцкая, 2002). Корреляционный анализ (Доерфель, 1969) показал наличие корреляционной связи между: УЭП/сумма ионов; УЭП и ионом: SO_4^{2-}, Cl^-, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, pH/HCO_3^-, УЭП/HCO_3^-; SO_4^{2-} (NO_3^-) и ионом: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} (2009 г.), SO_4^{2-} и ионом: K^+, Ca^{2+} (2010 г.), Cl^- ионом: Na^+, K^+, Mg^{2+}; Na^+ и ионом: K^+, Mg^{2+}; K^+ и ионом: Ca^{2+}, Mg^{2+}, что указывало на единый генезис этих компонентов АО. Отрицательная корреляционная связь отмечена для: ионов H^+/HCO_3^- (2009, 2010 гг.), между H^+ и ионами: Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} (2010 г.); Ca^{2+}/сумма осадков (2010), сумма ионов/сумма осадков (2009 г.). Зависимость между УЭП (y) и суммой ионов (x) в АО описана следующими линейными уравнениями регрессии: y=2,1543x и y=1,9228x для 2009 г. и 2010 г. соответственно.

Таблица 3. Химический состав атмосферных осадков м/ст. Аян, 2009, 2010 гг., мг/дм^3.

Месяц	pH	УЭП	Концентрация, мг/дм^3										
			SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn^{2+}	Сумма ионов
I	6,95	138,5	10,54	23,36	0,47	13,18	0,13	15,4	1,51	4,91	1,45	0,161	71,11
	7,07	73,7	10,56	6,13	0,57	11,96	0,78	4,0	2,80	4,01	1,16	0,020	41,99
II	7,03	81,0	7,54	9,11	0,15	16,41	0,45	7,5	1,60	4,24	0,70	0,000	47,7
	6,73	185,0	4,82	43,0	0,66	4,39	0,18	24,0	2,10	2,20	3,22	0,660	84,77
III	6,10	296,3	6,24	74,02	2,12	1,89	0,09	37,5	2,60	3,59	4,63	0,042	132,7
	7,25	152,2	9,60	30,8	0,65	12,2	0,07	18,0	2,50	4,50	2,31	0,058	80,66
IV	6,34	28,7	4,50	3,33	0,36	1,89	0,09	2,2	0,60	1,18	0,26	0,830	15,24
	7,06	210,8	29,95	26,1	0,38	18,36	0,29	16,0	2,80	13,4	2,87	0,020	110,1
V	6,66	43,6	4,14	2,69	0,85	11,29	0,61	2,4	0,60	2,18	0,35	2,800	27,91
	5,95	29,0	5,76	0,02	3,23	1,16	0,06	2,0	0,80	1,78	0,53	0,040	15,38
VI	5,82	13,4	1,91	1,88	0,26	0,98	0,18	1,0	0,08	0,18	0,18	0,730	7,38
	5,29	15,8	1,44	1,20	0,53	3,11	0,71	0,8	0,14	0,41	0,13	0,029	8,51
VII	6,43	52,2	11,49	4,5	0,00	2,44	0,13	2,5	0,45	1,62	0,52	4,870	28,52
	5,45	22,7	6,01	0,80	0,48	1,83	0,17	3,0	0,2	0,38	0,24	0,021	13,13
VIII	6,76	41,3	6,77	3,93	0,09	5,43	0,02	2,3	0,43	1,58	0,88	2,010	23,39
	5,57	20,2	5,07	1,20	0,06	1,77	0,08	2,5	0,20	0,31	0,23	0,015	11,44
IX	5,77	26,7	2,92	4,22	0,49	0,92	0,10	2,4	0,34	0,45	0,42	0,800	13,06
	5,74	50,1	5,93	7,43	0,71	2,17	0,67	5,8	0,56	0,87	0,78	0,029	24,95
X	6,36	160,0	12,50	35,10	0,13	2,56	0,09	22,0	2,80	0,96	2,62	0,350	79,11
	6,24	74,0	9,79	7,64	0,31	12,05	0,4	7,5	1,56	2,74	1,87	0,450	44,31
XI	6,02	642,0	31,03	157,0	5,00	1,22	0,03	77,0	6,00	7,35	9,00	0,120	293,8
	6,03	65,8	7,57	6,44	0,46	11,84	0,14	7,5	1,10	1,92	0,94	0,280	38,19
XII	6,22	40,8	6,24	5,49	0,68	1,46	0,22	3,5	0,94	1,86	0,66	0,036	21,09
	6,49	65,1	10,54	5,11	0,53	10,67	0,42	5,0	1,00	5,00	0,97	0,300	39,54
*год	6,04	92,6	7,09	19,27	0,50	2,49	0,12	11,0	1,22	1,26	1,42	0,950	45,26
	5,73	50,3	6,46	6,74	0,31	4,55	0,24	5,4	0,78	1,57	0,84	0,142	27,04
*X-IV	6,29	184,8	11,42	41,73	0,78	2,95	0,10	23,7	2,54	2,05	2,84	0,294	88,44
	6,34	101,7	9,05	15,98	0,48	10,39	0,30	11,0	1,62	3,30	1,85	0,388	54,42
*V-IX	5,92	26,7	3,99	3,22	0,30	2,16	0,14	1,8	0,27	0,69	0,41	1,419	14,42
	5,60	26,0	5,23	2,36	0,23	1,78	0,21	2,7	0,38	0,75	0,36	0,025	14,06

Примечание: * – средневзвешенные значения за период, УЭП, мкСм/см, числитель – 2009 г., знаменатель – 2010 г.

Превышение ПДК (Приказ, 2017) в АО отмечено лишь по ионам аммония (менее двух раз) в январе, сентябре 2010 г. и мае 2009 г.

Таким образом, химический состав атмосферных осадков является своеобразным индикатором, характеризующим процессы взаимодействия между морем и сушей. В приморской зоне в АО доминируют хлоридно-натриево-сульфатные соли. Вместе с основными компонентами морской воды

– ионами натрия и хлора, сульфат- ион является основной составной частью АО Аяна. Он связан с высокодисперсными активно мигрирующими частицами морского аэрозоля, что способствует образованию избыточных сульфатов в АО на значительном расстоянии от моря. Ион кальция поступает в АО в основном в результате континентального выветривания. По содержанию гидрокарбонат-ионов в АО можно судить о запыленности атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Доерфель К. Статистика в аналитической химии. М.: Мир. 1969. 247 с.

Новороцкая А.Г. Химический состав снежного покрова как индикатор экологического состояния Нижнего Приамурья: Автореф. дис…канд. географ. наук. Хабаровск. 2002. 24 с.

Петренчук О.П. Экспериментальное исследование атмосферного аэрозоля. Л.: Гидрометеоиздат. 1979. 261 с.

Погода и климат [Электронный ресурс]: Архивы погоды, погода в Аяне, климат города // https://www.pogodaklimat.ru/ckimat/31168.htm (дата обращения: 25.07.2017).

Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (Зарегистрировано в Минюсте России 13.01.2017 N 45203).

Руководство по контролю загрязнения атмосферы. 1991. РД 52.04.186-89. Л.: Гидрометеоиздат. 695 с.

Хабаровский край [Электронный ресурс]: Аяно-Майский район // https://old.gov.khabkrai.ru/invest2.nsf/pages/ru/geninfo/ayan_reg.htm (дата обращения: 19.07.2017).

Хорн Р. Морская химия. М.: Мир. 1972. 398 с.

Численность населения Хабаровского края по муниципальным образованиям на 1 января 2016 года [Электронный ресурс]: Официальная статистика // http://habstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/habstat/ru/statistics/hab_stat/population / (дата обращения: 22.07.2017).

ГИДРОКСИДНЫЙ И ФТОРИДНЫЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВОД

Hydroxide and fluoride hydrochemical water facies

А.Ю. Озерский

ОАО "Красноярская горно-геологическая компания", г. Красноярск; ozerski@krasgeo.ru

Введение. В классификациях химического состава природных вод, разработанных в первой половине двадцатого столетия, первым и основным шагом было подразделение природных вод по преобладающему анионному составу. Анионы, по сравнению с катионами, являются более стабильными компонентами природных вод и несут в себе информацию об их генезисе, условиях формирования и гидрогеохимической зональности. Природные воды были подразделены по анионному составу на три класса (по О. А. Алекину) или типа (по Н. И. Толстихину): гидрокарбонатные, сульфатные и хлоридные. При этом наименования типам воды давались в том случае, если доля соответствующего аниона превышала 20 (или 25) процентов от общей эквивалентной массы анионов (%-экв), а ионы с такими высокими относительными концентрациями именовались главными.

Такое подразделение вод на три типа отвечало гидрохимическим условиям XX века. Однако с течением времени усиливалось воздействие человека на природные воды, что привело к внедрению в гидросферу новых химических веществ. Одновременно возрос уровень изученности, в том числе за счет совершенствования лабораторных методов исследования воды. В наши дни уже стало понятным, что наблюдаемое разнообразие природных вод уже не укладывается в три названных типа. Сейчас мы можем уверенно говорить о правомерности включения в число главных анионов гидроксида, фторида и нитрата и о наименовании соответствующих им типов природных вод. Формирование нитратных вод целиком обусловлено деятельностью человека, а их распространение приобрело региональный (ареальный) характер. Более редкими и малоизвестными являются очаговые проявления гидроксидных и фторидных вод, которые рассматриваются в этой статье.

Гидроксидные воды. Гидроксидные ионы обусловливают щёлочность воды. В большинстве случаев, относящихся к природным водам, основная масса ионов гидроксида обязана своим происхождением гидролизу угольной кислоты. Именно поэтому при химическом анализе воды на карбонаты и гидрокарбонаты анализируется именно щелочность (pH) и вся щёлочность воды отечественными аналитиками относится к карбонатному и к гидрокарбонатному ионам (ГОСТ…, 2013). Щёлочность, полученная титрованием фенолфталеинового индикатора, аналитиками относится к карбонатам, после чего с метиловым оранжевым индикатором анализируется количество HCO_3^-. При этом авторы этого метода анализа совершенно справедливо указывают, что он достоверен в интервале pH от 4 до 9 (Резников и др., 1970).

В действительности, при высоких значениях водородного показателя, генезис OH^- далеко не всегда обусловлен ионами угольной кислоты. Известно, что щёлочность воды могут также создавать ионы $H_3SiO_4^-$, $H_2BO_3^-$, HS^-, анионы гуминовых и других органических кислот и другие соединения, однако, гидролиз этих ионов не способен создать высоких концентраций гидроксидного иона. Вместе с тем, существуют щелочные геохимические условия, при которых поступление в воду диоксида углерода минимально или вовсе исключено. Именно в таких условиях формируются гидроксидные воды, которые в наши дни, вследствие применения несовершенного метода анализа, аналитиками и, вслед за ними, гидрохимиками ошибочно принимаются за карбонатные воды. Из-за того, что ион OH^- ошибочно принимают за CO_3^{2-}, аналитики неверно рассчитывают минерализацию воды, так как эквивалентная масса гидроксида в 1,7 раза легче, чем у карбонатного иона.

Тем не менее, гидроксидные воды реально существуют как в природных, так и в техногенных условиях. Например, в Иордании известны родники Макарин (Maqarin), выходящие из осадочных пород, содержащих портландит $Ca(OH)_2$ (Steefel, Lichtner, 1998). Растворение этого минерала приводит к формированию "гиперщелочных" гидроксидных кальциевых вод, характеризующихся следующей формулой солевого состава (по М. Г. Курлову):

$$M_{1,2-1,9}\,\frac{OH\,60-74\ SO_4\,14-19\ Cl\,4-15}{Ca\,88-94\ Na\,5-9\ K\,2-6}\,pH\,12{,}3-12{,}8\,.$$

Несмотря на низкую молярную молярную массу гидроксида (17 г/моль) он составляет около 40 % общей минерализации воды родников Макарин, а по абсолютным величинам уступает только кальцию (таблица).

Таблица. Химический состав гидроксидных вод, мг/л.

Водопункт	OH^-	CO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	Мин.
Родники Макарин, Иордания (Steefel, Lichtner, 1998)									
Родник М1	446	–	305	53	673	0,01	47	99	1623
Родник М2	274	–	273	136	429	0,01	51	15	1178
Родник М3	556	–	289	145	806	0,01	47	20	1862
Золоотвалы теплоэлектростанций *									
БГРЭС	576	8	170	48	554	5,4	71		1680
НГРЭС	607	34	38	31	162	14,4	277		1180
ТЭЦ-1	477	80	32	28	291	0,01	20	11	935
Nanticoke GS	193	36	950	28	450	0,1	67	16	1740

* Примечание: БГРЭС – Березовская ГРЭС, бассейн осветленной воды; НГРЭС – Назаровская ГРЭС, золошлаковый горизонт; ТЭЦ-1 – Красноярская ТЭЦ-1, сброс пульпы;

Nanticoke GS – золоотвал теплоэлектростанции Нантикоук, Канада (Dodd, 1983)

Формирование гидроксидных вод известно также в техногенных условиях, возникающих в золошлакоотвалах от сжигания бурых углей Канско-Ачинского угольного бассейна (Гаврилин, Озерский, 1996), а также некоторых других бурых и битуминозных углей (Dodd, 1983). При сжигании ископаемого угля, характеризующегося высоким содержанием кальция, в золе образуется свободный оксид кальция. Его гидратация, при гидравлическом удалении золошлаковых отходов, приводит к образованию гидроксида кальция и к формированию бескарбонатных гидроксидных кальциевых вод. Например, средний состав пульпы системы гидрозолоудаления Красноярской ТЭЦ-1 имеет вид:

$$M_{0,9}\,\frac{OH88\ HCO_3 5\,SO_4 4\,Cl3}{Ca93\ Na + K7}\,pH\,12{,}2\,.$$

Примерно такой же состав имеют природные воды, циркулирующие в техногенном золошлаковом горизонте золоотвалов теплоэлектростанций, работающих на канско-ачинских и некоторых других бурых углях (таблица). Массовая доля гидроксидных ионов в среднем составляет 30…50% от общей минерализации в водах золоотвалов из бурых углей и около 10% в золоотвалах из битуминозных углей.

Таким образом, гидроксидный состав природных и техногенных вод характерен для высоко щелочных вод, pH которых превышает 10…11. При изучении таких вод необходимы специальные виды анализа, позволяющие различать карбонатную и гидроксидную щёлочность водной среды.

Фторидные воды. Хотя фтороносные воды достаточно широко распространены, фтор-ион крайне редко входит в группу главных ионов, что обусловлено его сложными миграционными особенностями. Фторид кальция труднорастворим (растворимость CaF_2 при 20°C равна 0,016 г/л), поэтому накопление фтора в природных водах лимитируется присутствием ионов кальция. Крайней степенью благоприятности для накопления фтора обладают высоко щелочные натриевые бескальциевые воды (Крайнов и др., 1988). В таких водах содержания фтора увеличиваются с ростом их минерализации, поэтому и в таких водах фтор остается в числе второстепенных ионов.

В маломинерализованных фтороносных водах содержания фтора обычно составляют первые единицы мг/л, достигая 30 мг/л (Крайнов, Закутин, 1994). Аномально высоких концентраций фториды достигают в высоко щелочных натриевых водах и рассолах в зоне Восточно-Африканского рифта. Здесь концентрации фтора в горячих термальных источниках достигают 330 мг/л, а в воде оз. Магади (Кения) – 1980 мг/л (Eugster, 1970). Однако, минерализация в этом озере достигает 321 г/кг, в воде преобладают ионы Na^+ и CO_3^{2-}, поэтому здесь фтор не входит в число главных ионов.

Возможности для формирования фторидных вод возникают только в условиях постоянного поступления в водную среду ионов фтора за счет растворения водовмещающих минералов, содержащих фтор. При этом фтор редко доминирует среди анионов, значительно чаще он является вторым или третьим по значимости, однако, не будучи первым, он все же входит в наименование химического состава воды.

Так, С. Р. Крайнов и др. описали фторидно-кремнистые натриевые трещинные воды Ловозерского массива щелочных пород (Хибины) с содержаниями фтора от 10 до 15 г/л (25 %-экв) и

минерализацией до 65 г/л (Методы…, 1988). В этих условиях фторидные воды формируются за счет растворения минерала виллиомита NaF, имеющего растворимость при 20°С 42,8 г/л.

Л. В. Замана (1990) установил, что «фторидные воды как особое геохимическое явление достаточно широко и разнообразно представлены в Забайкалье и имеют различную природу». Одним из источников фтора является растворение минерала криолита Na_3AlF_6 (растворимость 0,42 г/л), в гидрогеохимическом ореоле оруденения которым формируются фторидные и гидрокарбонатно-фторидные воды. Их минерализация вод здесь не превышала 114 мг/л, а содержания фтора составляли 4,4-40,9 мг/л, причем доля фтора достигала 35,9 %-экв.

Фторидные воды также обнаружены в азотных щелочных натриевых термах Байкальской рифтовой зоны. Содержание фтора в термах не превышает 26,3 мг/л, а его доля среди анионов – 26,3 %-экв. Поэтому фтор является вторым или третьим по значимости анионом, но определяет наименование типов воды, среди которых преобладают фторидно-гидрокарбонатные или фторидно-сульфатно-гидрокарбонатные (Замана, 1990).

Наконец, фторидные и фторидно-гидрокарбонатные воды характерны для водоносных зон трещиноватости в ряде гранитоидных комплексов Забайкалья. Эти воды имеют очень малую минерализацию, не превышающую 112 г/л. Поэтому фтор, при невысоких абсолютных концентрациях до 4 мг/л составляет заметную долю в суммарной эквивалентной массе анионов, достигающую 54,3 %-экв (Замана, 1990).

В техногенных условиях возможности для формирования фторидных вод возникают при производстве первичного алюминия. При выплавке этого металла используется криолит. Криолит содержится в шламовых отходах, которые гидравлическим способом сбрасываются на шламовые поля. В шламовых полях Красноярского алюминиевого завода вода характеризуется следующей формулой среднего солевого состава:

$$M_{86,5}\frac{HCO_3+CO_3\,44\ F29\ SO_4\,24}{Na95\,K4{,}8}\,pH\ 8{,}9\,.$$

Концентрация фтора в шламовой воде достигает 8 г/л. При инфильтрации шламовых вод в подстилающий природный водоносный горизонт, воды которого содержат кальций, происходит резкое снижение концентраций фтора до 6…21 мг/л, при этом фтор быстро выбывает из числа главных ионов (Озерский, Ботвич, 2008). В связи с этим фторидные воды, связанные с производством алюминия, имеют локальное распространение, их ореолы приурочены к полям шламовых отходов.

Заключение.

Кроме классических гидрохимических типов воды (гидрокарбонатного, сульфатного и хлоридного) в гидросфере встречаются также специфические типы: гидроксидный и фторидный. Формирование этих специфических типов воды происходит как в природной, так и в техногенной обстановках.

Гидроксидный тип вод представляет собой высокощелочные бескарбонатные воды. Он образуется как в природных, так и в техногенных условиях и имеет очаговое (ореольное) распространение. Вероятно, многие наблюдаемые в гидросфере высокощелочные воды с pH более 9…10 относятся к гидроксидным или гидроксидно-карбонатным, но недостатки существующего метода химического анализа не позволяют достоверно выявить это.

Фторидные воды формируются в природных и в техногенных условиях, при условии постоянного поступлении фтор-иона в водную среду за счет растворения минералов, содержащих растворимый фтор. Как и гидроксидные, фторидные воды характеризуются очаговым (ореольным) распространением, связанным со специфическими геологическими структурами или с участками производства первичного алюминия. Во фторидных водах фтор чаще всего является вторым или третьим по значимости, уступая лидирующие позиции классическим анионам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Гаврилин К. В., Озерский А. Ю. Канско-Ачинский угольный бассейн. – М., Недра, 1996. – 272 с.

ГОСТ 31957-2012. Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов. – М., Стандартинформ, 2013. – 32 с.

Замана Л. В. Фторидные воды Забайкалья // Доклады Академии наук, 1990, т. 315. № 5. – С. 1230-1233.

Крайнов С. Р., Закутин В. П. Геохимико-экологическое состояние подземных вод России (причины и тенденции изменения химического состава подземных вод) // Геохимия, 1994, № 3, с. 32-39.

Методы геохимического моделирования и прогнозирования в гидрогеологии / С. Р. Крайнов, Ю. В. Шваров, Д. В. Гричук и др.– М.: Недра, 1988. – 254 с

Озерский А. Ю., Ботвич Г. Ф. Влияние твердых отходов производства первичного алюминия ОАО "РУСАЛ Красноярск" на качество подземных вод // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер. Инженерные исследования. – 2008, № 3. – С. 98-102.

Резников А. А. Методы анализа природных вод / А. А. Резников, Е. П. Муликовская, И. Ю. Соколов. 3-е изд. М., Недра, 1970. – 488 с.

Dodd D. J. R. Coal-fired power generation in Ontario – a 60 year phenomenon. Coal ash disposal in Ontario – a 1000 year legacy / Water Sci. Technol., v. 15, 1983, p. 65-82

Eugster H. P. Chemistry and origin of the brines of lake Magadi, Kenya // Mineral. Soc. Amer. Spec. Pap. 3, 1970, p. 213-235.

Steefel C. I., Lichtner P. C. Multicomponent reactive transport in discrete fracture II: Infiltration of hyperalkaline groundwater at Maqarin, Jordan, a natural analogue site // Journal of Hydrology, 1998, 08, 209(1), p. 200-224.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПЕРСПЕСПЕКТИВНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ УЧАСТКОВ ТУНГУССКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Gechemical peculiarities of soils of perspective oil and gas sites of Tungus syneklis

Д.А. Озерский, О.В. Пушкарева, Т.П. Иванова

Открытое акционерное общество «Красноярская горно-геологическая компания», г. Красноярск;
oda@krasgeo.ru, pov@krasgeo.ru

Департамент по недропользованию по Центрально-Сибирскому округу, г. Красноярск;
vv@centrsibnedra.ru

Рассмотрены геохимические особенности распространения элементов в верхнем слое почв и подпочвах. Микроэлементный состав гумусового слоя почв (горизонт А), а также подпочвенного горизонта (горизонт В) изучен по 750 пробам. Концентрации химических элементов указывают на естественное состояние горизонтов, характеризующихся отсутствием техногенного воздействия.

ВВЕДЕНИЕ. В восточной части Сибирской платформы сконцентрировано большое количество перспективных участков углеводородного сырья, промышленное освоение, которых еще не ведется.

Выполнение работ по анализу фонового состояния окружающей среды до начала промышленного освоения месторождений ПИ является обязанностью всех недропользователей в соответствии с условиями пользования недрами.

В геохимическом выражении этап «оценки фонового состояния природной среды в пределах лицензионного участка» является важнейшим инструментом в руках недропользователя, на этапах поисков, оценки и разведки полезного ископаемого. Проведение полевых работ по опробованию природных сред в соответствии с установленными стандартами и осознанная с точки зрения охраны природы интерпретация результатов анализов обеспечивают информационную базу для правильной оценки всей проектируемой деятельности как со стороны недропользователя, так и со стороны надзорных органов.

Этап проведения «оценки фонового состояния окружающей среды» применительно к исследованию почвенных горизонтов заключается в определении микроэлементного состава и выделении группы контроля потенциальных загрязнителей в ходе ведения регулярных наблюдений в системе производственного экологического мониторинга.

В настоящее время на территории Восточной Сибири ведется активное освоение недр с целью геологического изучения, разведки и добычи углеводородного сырья. Перспективной с этой точки зрения, является восточная часть Красноярского края - Эвенкийский муниципальный район. Участки поисковых работ расположены на востоке Сибирской платформы, в Тунгусской синеклизе. Экологическая изученность указанных площадей крайне низка, несмотря на активное развитие смежных территорий, где добыча углеводородного сырья ведется уже несколько лет.

Участки работ, на которых проводились исследования, относятся к бассейнам двух крупных правых притоков р. Енисей – р. Ангаре, р. Подкаменной Тунгуске. Три из них Ан-1, Ан-2 и Ан-3, расположены в верхнем течении Ангары. Остальные четыре ПТ-1, ПТ-2, ПТ-3 и ПТ-4 принадлежат бассейну Подкаменной Тунгуски, причем участок ПТ-1 расположен в верхнем течении (р. Катанга), остальные - в среднем.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ. В 2014-2015 годах авторами были проведены почвенно-геохимические исследования ландшафтов на семи ключевых участках, привязанных к лицензионным площадям, находящихся на перспективной для поисков углеводородного сырья территории Тунгусской синеклизы.

Ключевые участки - это площади, которые служат эталоном конкретного типа экосистемы, на территории которой развиты три основные типа зональных ландшафтов: водоразделы, склоны и долины, а также аквальные ландшафты (реки, болота, озера и т.д.) для проведения комплексных детальных исследований с целью получения данных для экстраполяции на всю изучаемую площадь. Основным критерием возможности использования площадной экстраполяции данных являлась локализация лицензионных участков в зонах естественных экосистем, характеризующихся отсутствием техногенных воздействий и по загрязнению оцениваемых как стационарные и однородные.

С учетом особенностей миграции химических элементов изучение аккумулятивного слоя данной ландшафтной единицы проводилось для гумусового (почвенного) и подпочвенного горизонтов.

Химический состав гумусового слоя почв (горизонт А), а также подпочвенного горизонта (горизонт В) изучался путем проведения специального литогеохимического опробования, выполненного по равномерной сетке, покрывающей всю площадь ключевого участка. Всего отобрано и проанализировано более 750 проб почв и подпочв.

Определение содержания элементов проводилось в аттестованной и аккредитованной центральной лаборатории ОАО «Красноярскгеология». Атомно-абсорбционным анализом была определена ртуть, масс-спектрометрическим методом индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) - ванадий, свинец, марганец и мышьяк. Атомно-эмиссионным полуколичественным анализом были определены: Cu, Zn, Co, Cr, Ni, Ti, Ga, Mo, Sn, Ba, Be, Sr, Zr, Nb, B, P, Ge, Ag, Y, Sc, Li. Для выявления зависимости концентраций и распределения металлов от физико-химических параметров почв так же анализировалась величина pH.

По каждому элементу рассчитан коэффициент концентрации химического элемента K_c, который показывает степень концентрирования (интенсивность аномалии). Для всех элементов рассчитан суммарный показатель загрязнения Z_c, по которому судят об общей загрязненности почв.

В качестве фоновых величин (Сф) для численных данных по почвам и подпочвам приняты медианные значения в выборках, поскольку небольшой объем опробования не позволяет сформулировать достоверную и приемлемую статистическую гипотезу о законе распределения элементов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ. Полученные данные позволили выделить спектр приоритетных элементов, содержание которых в исследованных объектах превышают ПДК (As, Mn), превышают кларк литосферы (Ag, B, Mo, Co, Zn, Cu).

Наибольшее влияние на распространенность металлов в почве оказывает окислительно-восстановительная обстановка, которая в пределах Тунгусской синеклизы (лицензионных участков) отражается в изменении показателя pH, и, соответственно, и концентрацию основных загрязняющих веществ. Наибольший интерес вызывает Mn, концентрация которого в зоне активного гипергенеза различна, т.е., в верхнем десяти сантиметровом аккумулятивном слое почв концентрация выше, чем в нижележащем (табл. 1).

Таблица 1. Среднее содержание элементов, определенное методом ICP-MS в почве и подпочве.

Участок	Содержание микроэлементов (почва/подпочва), мг/кг			
	V	Pb	Mn	As
Ан-1	28,4/33,4	3,0/2,7	884,0/627,7	1,5/1,6
Ан-2	23,2/31,6	2,9/2,5	871,9/611,4	1,4/1,6
Ан-3	15,5/16,7	3,9/3,2	846,0/622,5	2,5/3,0
ПТ-1	24,8/31,3	6,0/6,1	1321/964	3,2/4,0
ПТ-2	30,8/31,8	4, 4/4,1	926,2/570,9	1,8/2,0
ПТ-3	16,7/23,6	4,2/4,5	423,9/371,2	1,7/2,2
ПТ-4	28,7/33,8	5,4/4,5	1739,1/683,3	2,1/2,4
ПДК	150,0	30,0	1500,0	2,0
Кларк почв*	100,0	35,0	850,0	5,0
Примечание - * - кларки химических элементов по А.П. Виноградову, В.В. Иванову				

Сопоставление средних концентраций микроэлементов в почвах и подпочвах, показывает, что почвы более обогащены элементами, чем подпочвы. Характерный для нефтегазового загрязнения ванадий в сколь значимых концентрациях не обнаружен.

Накопление марганца в почвах с низкими значениями pH вплоть до токсичных значений зависит от увлажнения горизонта и наличия в нем гуминовых кислот, что весьма характерно для таежных почв. В данных восстановительных условиях именно марганец регулирует влияние тяжелых металлов в почвах и подпочвах, определяя их токсичность (Иванов, 1994).

Из таблицы 2 видно, что увеличение концентрации Mn происходит в слабо кислой среде (pH 5,3-5,5), характерной для увлажненных почв (Перельман, 1966). При изменении среды от околонейтральной, нейтральной до слабощелочной и с уменьшением влажности почв концентрация Mn уменьшается.

Таблица 2. Изменение концентрации Mn в зависимости от pH.

Участки	Депон. среда	Содержание Mn, мг/кг	pH	Среда	K_c	Z_c по Mn
Ан-1	почвы	884,0	6,04	Около-нейтральная увлажненная почва	1,0	1,8
	п/почвы	627,7	6,9	Нейтральная увлажненная почва	0,7	–
Ан-2	почвы	871,9	5,97	Около-нейтральная увлажненная почва	1,0	4,2
	п/почвы	611,4	6,93	Нейтральная увлажненная почва	0,7	–
Ан-3	почвы	846,0	7,1	Нейтральная сухая почва	0,9	2,3
	п/почвы	622,5	7,6	Слабощелочная сухая почва	0,7	–
ПТ-1	почвы	1321	5,3	Слабокислая увлажненная почва	1,6	**12,2**
	п/почвы	964	5,7	Около-нейтральная увлажненная почва	1,1	6,92
ПТ-2	почвы	926,2	6,2	Около-нейтральная увлажненная почва	1,1	3,6
	п/почвы	570,9	6,8	Нейтральная увлажненная почва	0,7	–
ПТ-3	почвы	423,9	4,6	Кислые сухие почвы	0,5	–
	п/почвы	371,2	5,9	Около-нейтральная сухая почва	0,4	–
ПТ-4	почвы	1739,1	5,5	Слабокислая увлажненная почва	2,0	20
	п/почвы	683,3	6,2	Около-нейтральная увлажненная почва	0,8	–

Для таежных ландшафтов, где активно протекают процессы окисления органического вещества, в повышенных концентрациях по отношению к кларку присутствуют B, Co, Zn, Cu. Как известно, все эти микроэлементы, являются обязательными компонентами живых организмов (Юдович, 2013). В основном они и составляют геохимические ассоциации изученных участков (табл. 3).

Таблица 3. Геохимическая ассоциация верхнего слоя почв (горизонта), определенная атомно-эмиссионным полуколичественным анализом.

Показатель	Участки						
	Ан-1	Ан-2	Ан-3	ПТ-1	ПТ-2	ПТ-3	ПТ-4
Ассоциации хим. элементов	$Cu_{3.57}$ $Co_{2,85}$ $Ag_{2,48}$ $B_{2,17}$ $Zn_{1,97}$ $Ni_{1,63}$	$Ag_{2,43}$ $B_{2,02}$ $Mo_{1,54}$ $Mn_{1,52}$	$B_{6,04}$ $Cu_{2,39}$ $Ag_{2,14}$ $Zn_{2,04}$	$B_{4,18}$ $Ag_{3,14}$ $Mn_{2,6}$ $Cu_{2,27}$ $Co_{2,12}V_{2,07}$ $Zn_{1,74}$	$Cu_{3,63}$ $B_{3,21}$ $Zn_{2,71}$ $Ag_{2,57}$ $Co_{2,53}$	$Cu_{2.97}$ $B_{2,80}$ $Ag_{2,43}$ $Zn_{1,69}$	$B_{3,86}$ $Cu_{3,03}$ $Ag_{2,29}$ $Zn_{2,2}$ $Mn_{2,05}$ $Co_{1,82}$
$Z_{c\ (почв)}$	9,67	5,2	9,62	20,74	10,65	6,89	10,22

Несмотря на наличие в геохимических ассоциациях токсичных нормируемых элементов, общая оценка качества почв на основе суммарного показателя загрязнения выявила допустимую степень их загрязнения (Z_c<16). Данный аспект подтверждает тезис о существовании на лицензионных площадях Тунгусской синеклизы пока еще естественных экосистем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Преобладающая часть элементов, составляющих геохимическую ассоциацию в почвах, являются биогенными элементами, которые показывают естественное состояние почвенного горизонта.

Полученные значения элементов, рекомендуется использовать в качестве фоновых показателей на всех этапах освоения недр на лицензионных участках Тунгусской синеклизы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванов, В.В. Экологическая геохимия элементов: справочник: в 6–ти кн. / В.В. Иванов; ред. Э.К. Буренков. М.: Недра, 1994. Кн. 4.

Перельман А.И. Геохимия ландшафта. Учебник для вузов. М.: "Высшая школа", 1966. 392 с.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия марганца в процессах гипергенеза // Биосфера. 2013. Т.5. С.25.

ВЛИЯНИЕ УРОЖАЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПРОЦЕСС СЕМЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ЛЕСАХ ЗАПОВЕДНИКА «УССУРИЙСКИЙ»

The seed production influence for natural renewal of woody species in Ussuriysk reserve forests

Т.П. Орехова

ФНЦ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДВО РАН, г. Владивосток; orekhova@ibss.dvo.ru

На территории заповедника «Уссурийский» сохранились уникальные девственные хвойно-широколиственные леса. От интенсивности естественного семенного возобновления в этих лесах зависит не только восстановление основных лесообразующих хвойных деревьев, но и смена других пород на определенных этапах развития кедрового леса (Колесников, 1956; Манько и др., 2010). Обильные урожаи семян и плодов деревьев – главный источник появления всходов и подроста. Поскольку естественное возобновление древесных пород в лесу представляет собой очень сложный, многофакторный процесс фитоценотического уровня, то необходимо проводить длительные наблюдения в каждом конкретном фитоценозе (Левина, 1981). Леса заповедника могут служить своеобразными моделями при изучении особенностей лесообразовательного процесса в достаточно сложных, многопородных и разновозрастных лесах Южного Приморья. Сведения об условиях и характере естественного возобновления отдельных древесных видов в таких лесах могут стать основой для планирования лесовосстановительных мероприятий в нарушенных лесных фитоценозах.

Цель нашей работы – установить количественные и качественные показатели урожая семян и плодов древесных пород, определить влияние урожая на семенное возобновление деревьев, выявить особенности смены древесных пород в различных лесных фитоценозах заповедника.

Наблюдения за урожаем плодов и семян деревьев вели в трех типах леса с 2003 по 2012 гг. Постоянные пробные площади (ППП) размером по 1 га были заложены во влажном кленово-лещино-грабовом кедровнике с липой и пихтой цельнолистной - ППП 7; во влажном крупнотравно-папоротниковом разнокустарниковом кленово-грабовом кедрово-чернопихтовом лесу с липой и дубом - ППП15; а также во влажном крупнотравно-папоротниковом кустарниковом кленовом ильмовнике с липой, ясенем, орехом маньчжурским, бархатом амурским и сосной корейской - ППП16. Хвойные породы, как основные лесообразователи, представлены сосной корейской *(Pinus koraiensis Sieb.et Zucc*), пихтой цельнолистной (*Abies holophylla Maxim.)* и п. белокорой (*A. nephrolepis (Trautv.) Maxim.).* Урожайность древесных пород оценивали и по глазомерному методу по шкале Каппера. Количественные показатели т урожая плодов и семян деревьев устанавливали по методу семеномеров, установленных на ППП (Корчагин, 1960). Семена отбирали из ловушек ежемесячно (с мая по ноябрь). За период наблюдений было отобрано из ловушек 6048 образцов семян деревьев, относящихся к 18 древесным видам. Величину урожая семян (Р) находили по формуле $P = \frac{S \cdot q}{a \cdot n}$, где размер пробной площади ($Sм^2$); площадь поверхности одного семеномера (а); число взятых семеномеров (n); количество семян и плодов, собранных со всех семеномеров (q) (Корчагин, 1960). Полученные данные пересчитывали на гектар. Качество семян устанавливали путем окрашивания хлористым тетразолом (Международные правила, 1984) и рентгенографическим методом (Смирнова, 1978). По классу развития семян рассчитывали их жизнеспособность. Жизнеспособность семян берез и ильмов определяли методом просвечивания (Справочник,1978). Появившиеся всходы и количество подроста учитывали на 5 площадкам размером 10х10 м, полученные данные пересчитывали на гектар.

Период диссеминации древесных видов в заповеднике составлял от 1 до 6 месяцев. Обильные урожаи семян и плодов отдельных видов деревьев на всех ППП были нерегулярны. Большинство лиственных древесных пород плодоносило ежегодно, но с разной интенсивностью (табл.). Определенных закономерностей и периодичности урожаев древесных пород за 7 летний период наблюдения не выявлено. Урожайными годами можно считать 2004, 2007, 2009, 2011 гг., когда плодоносило большинство древесных видов.

Количество семян, упавших в ловушки на ППП 7, варьировало от минимального количества в 2003г. - 609 шт. до максимального - 24052 шт. в 2004г. Максимальное число недоразвитых семян (92%) было в 2003г, а минимальное количество (12,3%) - обнаружено в 2007г. Урожай плодов и семян деревьев (за исключением недоразвитых) за период наблюдения (2003-2009 гг.) составил на данной площади - 223105 шт./га. Такое обилие семян, естественно, могло бы способствовать массовому появлению всходов. Однако, определенная часть внешне сформировавшихся семян оказалась нежизнеспособной, часть семян послужила кормом для птиц и мелких животных, попаданию на подстилку семян препятствовал и густой травяной покров. Кроме того, для

прорастания, поступающих в почву жизнеспособных семян, были необходимы благоприятные экологические условия - влага, тепло, свет и др. Поэтому процесс возобновление древесных пород в фитоценозе зависел от множества разнообразных факторов.

Таблица. Интенсивность семеношения древесных пород (в баллах по шкале Каппера) *

Виды / годы	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Pinus koraiensis	0	0	1	1-2	0	1	0-1	2	0	0-1
Abies holophylla	3	1-2	3	2	0	0	1	3	3	2
Quercus mongolica	2	1	5	1	2	1	1-2	3	4	3
Carpinus cordata	1	1	3	2	3	2	1	2	3	3
Acer mono	5	0-1	4	2	2	4	1	4	4	4
Acer mandshuricum	3	0-1	4	1	1	3	1	4	3	4
Ligustrina amurensis	2	2	4	1	2	4	1	1	2	3
Fraxinus mandshurica	1	1	3	2	3	3	1	2	5	4
Juglans mandshurica	1	1	2	3	3	2	1	5	1	3

*(Орехова, Федина, 2013).

В древостое ППП7 преобладают лиственные древесные породы, поэтому они и доминировали во всходах и подросте разного возраста. За период наблюдений число всходов на пробной площади увеличилось в три раза. При этом, количество всходов сосны корейской наоборот уменьшилось, а пихты увеличилось с 20 до 120 шт./га. Количество всходов и подроста ясеня маньчжурского возросло в 2 раза. Как правило, ясень активно возобновлялся в окнах древостоя. Число особей клена моно увеличилось в 8 раз, а подроста клена маньчжурского стало больше в 3 раза. Самое активное семенное возобновление отмечено у граба сердцелистного, поскольку этот вид доминирует в составе древостоя (29,8%). Для отдельных видов деревьев характерно формирование семян с высокой жизнеспособностью. Так, например, у ясеня маньчжурского жизнеспособность семян в отдельные годы доходила до 89%, а у граба сердцелистного составляла 64, 5%. Анализируя динамику семенного возобновления данного сообщества следует отметить, что лиственные породы будут в дальнейшем доминировать в этом фитоценозе.

Урожай плодов и семян на ППП 15 ежегодно изменялся. Наибольшее число семян отмечено в ловушках в 2004 г. - 21591 шт., а минимальное количество - в 2007 г., (2968 шт). В 2004 г. число недоразвитых семян у деревьев было небольшим - 3,9%, а в 2009 г. недоразвитые семена занимали более половины урожая – 63,2 %. Суммарный урожай на ППП 15 с 2004 по 2009 гг. составил - 199033 шт./га. Активно плодоносили на данной территории 17 древесных пород. Тем не менее, количество всходов и подроста в 2008 г. резко сократилось с 18 тыс. шт./ га до 8 тыс. шт./га. В засушливый период отмечена гибель мелкого подроста пихты и сосны корейской. Вероятно, всходы хвойных пород наиболее чувствительны к летним засухам, которые наблюдались в эти периоды. Уже в 2012 г. количество всходов и мелкого подроста резко увеличилось до 60 тыс. шт./га. Это произошло, в основном, за счет появления всходов пихты цельнолистной и п. белокорой после обильного урожая в предыдущем году. При этом, увеличилось также в 3 раза количество всходов клена моно и в 1,5 раза всходов граба сердцелистного. Благополучие всходов и подроста хвойных пород на данной территории будет зависеть, вероятно, только от климатических факторов среды.

Урожай семян на ППП16 формировался обычно за счет массового разлета крылаток ильма японского. Наибольшие урожаи этого вида наблюдали в 2004, 2006 и 2008 гг. Плодоношение отмечено еще и у 11 древесных пород. За пятилетний период наблюдений (2005-2009гг.) в ловушки на этой территории упало 263911шт. семян. Если в 2004г. количество всходов и подроста древесных видов было более 10 тыс. шт., то в 2011 году этот показатель удвоился. Несмотря на то, что в фитоценозе лесная подстилка сплошь покрыта растениями папоротника, произошло на выволах старых деревьев увеличение в 2 раза всходов сосны корейской, появились всходы липы, черемухи обыкновенной, граба сердцелистного и крушины уссурийской. Увеличилось в 12 раз число всходов сирени амурской, которая доминирует в мелком и среднем подросте. При этом отмечено уменьшение числа всходов ильма долинного и клена маньчжурского. Лиственные древесные породы в настоящее время доминируют в семенном возобновлении деревьев на данной территории.

По нашим наблюдениям формирование полноценных плодов и семян, а также сохранность всходов деревьев в лесах заповедника, в основном, зависит от погодных условий. В засушливые периоды было отмечено явление, когда ясени, клены и липы в массе сбрасывали недоразвитые плоды

и семена. Вероятно, уменьшение объема формирующегося урожая плодов и семян служит своеобразной защитной реакцией деревьев на водный дефицит. Особо уязвимы в сухой летний период оказались всходы хвойных пород и ильма японского. Массовую гибель всходов этих видов мы отмечали на ППП15 и ППП16 после засушливого периода в июне-июле.

Таким образом, слабое возобновление хвойных и замена их лиственными породами в лесах заповедника «Уссурийский» обусловлено целым рядом внутренних и внешних факторов. Таковыми можно считать: недостаток на ППП хорошо плодоносящих хвойных особей; низкое качество семян, формирующихся на старых деревьях с пониженной семенной продуктивностью; неблагоприятные погодные условия при формировании генеративных органов (весенние заморозки, высокая влажность воздуха во время опыления); длительный засушливый период в начале лета; наличие густого травяного покрова, препятствующего созданию в почве запасов семян; активное потребление плодов и семян мелкими животными и птицами; массовое размножение мышевидных грызунов, уничтожающих урожай.

Лесные фитоценозы на ППП7 и ППП16 вступают в длительную фазу доминирования лиственных древесных пород согласно теории развития кедрового леса Б.П.Колесникова (1956).

Работа поддержана грантом ДВО РАН «Дальний Восток» (№17-1-I-009Э)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока / Б.П.Колесников // М.; Л.: Изд-во АН СССР. 1956. 63 с.

Корчагин, А.А. Методы учета семеношения древесных пород и лесных сообществ // Полевая геоботаника / А.А. Корчагин и др. М.; Л.: Изд-во АН СССР. Т.2, 1960.С.41-132.

Левина, Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений (Обзор проблемы). М.: Наука. 1981. 96 с.

Международные правила анализа семян. М.: Колос,1984. С.310.

Орехова, Т.П. Федина Л.А. Анализ семенной продуктивности древесных пород в заповеднике «Уссурийский» // Вестник КрасГАУ, Красноярск: КрасГАУ, 2013. №5. С. 80-85.

Смирнова, Н.Г. Рентгенологическое изучение семян лиственных древесных растений / Н.Г. Смирнова. – М.: Наука. 1978. 140 с.

Справочник по лесосеменному делу / Под ред. А.И. Новосельцевой. М.: Лесн. пром-сть. 1978. 336 с.

Леса заповедника «Уссурийский» (мониторинг динамики) / Ю.И. Манько, А.И. Кудинов, Г.А. Гладкова, Е.В. Жабыко, Г.А. Бутовец, Т.П.Орехова Владивосток: Дальнаука, 2010. 224с.

ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ДЛЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО ЛАНДШАФТНОГО КАРТИРОВАНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА БАЗЕ ГПЗ "БОЛОНЬСКИЙ")

Application of aerial survey data from unmanned aerial vehicles (UAVs) for large-scale landscape mapping remote areas (based on the state nature reserve "Bolon'sky")

А.В. Остроухов

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; Ostran2004@bk.ru

Картографические материалы на современном этапе развития общества это не только заключительный этап того или иного исследования или задачи, но и материал для дальнейших научных и организационных работ. С позиций комплексного подхода деятельность по изучению территории должна строиться на основе системы территориальных единиц, которые служат носителями информации и непосредственными объектами изучения. Методологическую основу при этом обеспечивает ландшафтный подход. Предпосылкой развертывания системы мониторинга территории ООПТ должно служить изучение ландшафтной структуры территории.

Однако для многих ООПТ РФ и, особенно, территорий Сибири и Дальнего Востока уже формирование инвентаризационно-картографической базы данных невозможно из-за слабой изученности территории, расположением её в труднодоступных и/или труднопроходимых местностях, что ограничивает возможности наземных исследований без привлечения спецтехники. Вариантом решения данной проблемы может стать активное использование ДДЗЗ, однако, как показывает отечественный и зарубежный опыт их применения, для адекватной интерпретации спутниковых данных требуется большой объем эталонных наземных материалов, что, опять же, требует проведения обширных экспедиционных работ. Кроме того, имеющиеся в свободном доступе материалы дистанционного зондирования имеют среднее пространственное разрешение (15-50 м/пиксель), что соответствует картографическому масштабу 1:500 000 – 1:200 000, тогда как пространственное распределение объектов охраны зачастую требует более детальный масштаб для их адекватного отображения (1:100 000 – 1:25 000) и соответственно использования ДДЗЗ высокого пространственного разрешения, распространяющихся на коммерческой основе. В то же время, сегодня всё большую и большую востребованность в науках о Земле (и не только) приобретают методы аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), в результате применения которых может быть получена координатно- и высотно- привязанная информация о земной поверхности с пространственным разрешением 0,1-0,3 м/пиксель (тогда как доступные материалы ДДЗЗ имеют разрешение 0,7 м/пиксель).

Активное использование материалов аэрофотосъемки в сочетании с ДДЗЗ, ЦМР, данными топографических карт значительно снизит объем экспедиционных работ с одновременным повышением точности и актуальности получаемых картографических материалов и позволит разработать серию тематических карт на исследуемую территорию (ландшафтную карту, карту типов рельефа).

В качестве модельного участка, на примере которого отрабатывалась методика комплексного использования аэрофотосъемки с БПЛА для создания крупномасштабных тематических карт труднодоступных территорий, выступила территория ГПЗ "Болоньский".

Общая площадь заповедника – 103,6 тыс. га. Здесь находятся крупнейшие в Приамурье сосредоточения водно-болотных и луговых местообитаний, природный резерват массового гнездования водных и околоводных птиц, нерестилища и места нагула амурских рыб, летние места обитания лося и косули. Рельеф заповедника главным образом низинно-пойменный. Преобладающий тип растительного покрова – болота, занимающие 86% территории, что затрудняет активное проведение экспедиционных работ в летний период.

Полевые работы проводились в мае 2017 года на 7 ключевых участках на территории заповедника и состояли из аэрофотосъёмки территории участков и последующего ландшафтного профилирования с заложением площадок комплексного описания ПТК. Всего было выполнено 14 полетов и заложено 7 ландшафтных профилей с 48 точками описаний. Аэрофотосъёмка осуществлялась с БПЛА DJI Phantom 4 с высоты 150 метров штатной съемочной аппаратурой, что позволило получить ортофотопланы участков с пространственным разрешением 6,5 см/пиксель. Позиционирование ортомозаик также проводилось штатной аппаратурой дрона без применения

дополнительных точек привязки. Анализ полученных данных показал, что базовая аппаратура БПЛА обеспечивает пространственную точность 3-4 метра, что соответствует требованиям к точности картографических материалов в масштабе 1:10 000. Технические параметры дрона позволяют за 1 полет осуществлять аэрофотосъемку участка длинной до 5 километров при ширине съемочной полосы 300-450 метров, при пространственном перекрытии фотографий 70-80%. Управление полётом проводилось с помощью программ DroneDeploy 2.0.51 и Pix4Dcapture 3.8.1, которые дают возможность аэрофотосъемки территории заданного участка с фиксированной высоты и перекрытием. В дальнейшем полученные фотоматериалы проходили первичную обработку (пространственную привязку, цветовое выравнивание и ортокоррекцию с последующей сшивкой в ортофотомозаику) в программах Agisoft PhotoScan Professional 1.3.2 и Pix4dmapper 3.2 (рис. 1). На основе материалов аэрофотосъемки уточнялось положение ландшафтных профилей и точек комплексных описаний ПТК.

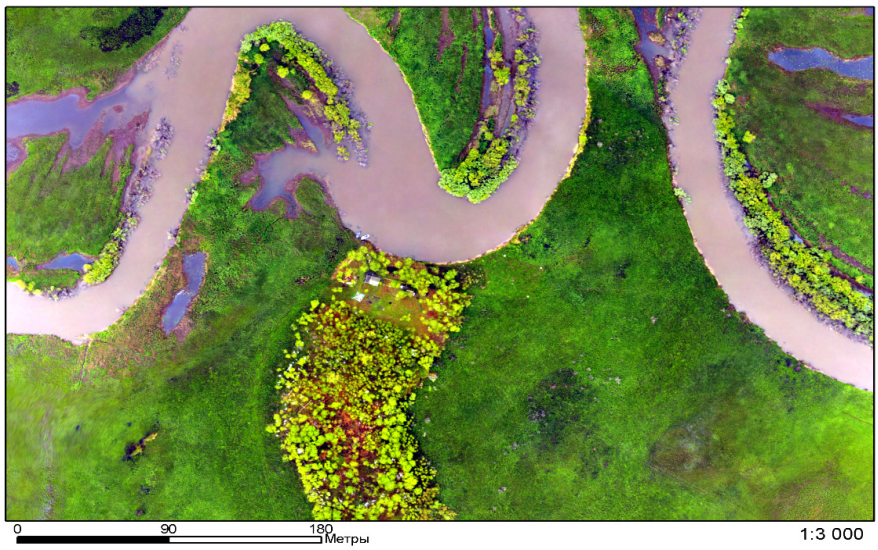


Рис. 1. Ортофотомозаика территории кордона Вахтар (фрагмент).

В камеральный период проведено совмещение полученных ортомозаик со снимками среднего пространственного разрешения спутника Sentinel-2 (пространственное разрешение 10 м/пиксель) в программной среде ArcGIS 10.2. Первичный анализ данных аэрофотосъемки показал, что их пространственное разрешение и цветовые контрасты изображения достаточны для уверенной интерпретации и классификации ландшафтных выделов экспертным методом на основе комплексных описаний ТПК с точностью, соответствующей картографическим материалам в масштабе 1:10 000 – 1:25 000. Применение штатной аппаратуры дрона позволяет получать геоизображения в оптическом диапазоне с разрешением, достаточным для точного разделения растительности по классам (древесная, кустарниковая, травяная и др.) и видам древесных пород (берёза, лиственница, дуб и др.) (рис. 2,3).

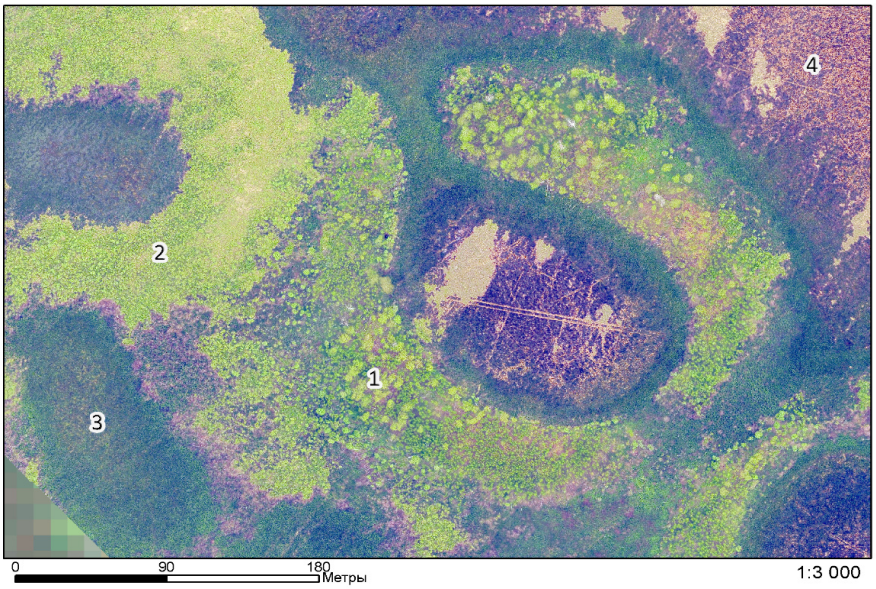


Рис. 2. Ортофотомозаика заросших внутриболотных озер.

Разделяются территории с древесной – 1 (берёза и осина), кустарниковой – 2 (берёза овальнолистная) растительностью, травяными закочкаренными – 3 и сгоревшими мохово-кустарниковыми – 4 болотами.

Рис. 3. Ортофотомозаика территории кордона Килтасин.

Разделяются территории с древесной – 1 (берёза и осина) и 2 (береза) растительностью, травяными закочкаренными – 3 и сгоревшими мохово-кустарниково-травяными – 4 болотами.

Наложение материалов аэрофотосъёмки и ДЗЗ показывает почти полное соответствие границ геосистем на разных видах пространственных данных (рис. 4), что говорит о возможности использования данных с БПЛА для формирования базы эталонов для классификации ДДЗЗ на всю территорию заповедника.

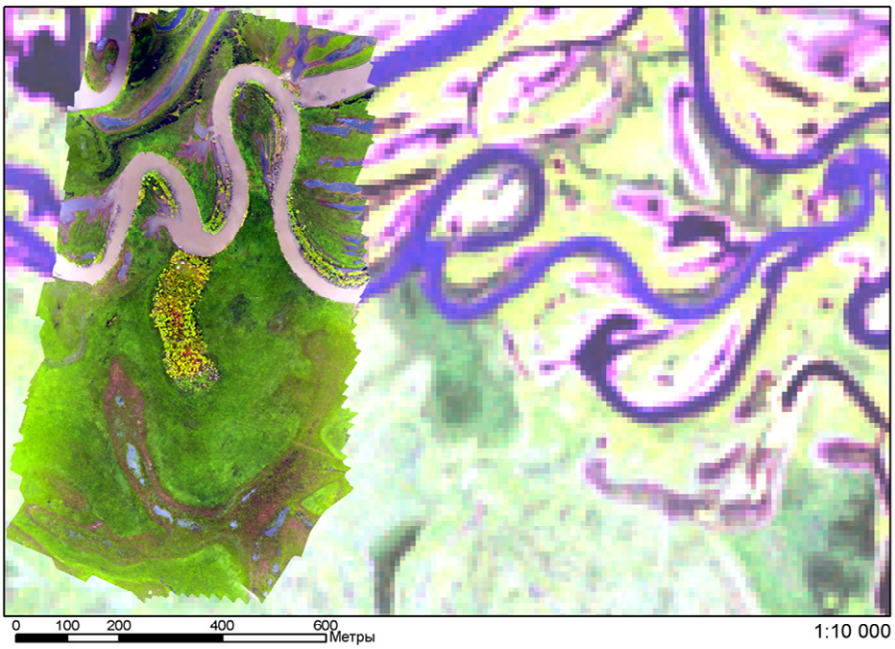


Рис. 4. Ортофотомозаика территории кордона Вахтар и её соответствие со снимком спутника Sentinel – 2.

Таким образом, данные аэрофотосъемки с БПЛА типа DJI Phantom 4 обладают достаточным оптическим и пространственным разрешением для их интерпретации и классификации ландшафтных выделов экспертным методом на основе комплексных описаний ТПК с точностью, соответствующей картографическим материалам в масштабе 1:10 000 – 1:25 000. Использование этих данных в условиях труднопроходимых территорий значительно снизит объем экспедиционных работ с одновременным повышением точности и актуальности получаемых картографических материалов.

Работа выполнена при поддержке проекта № 17-I-1-024э "Отработка методики крупномасштабного тематического картирования труднодоступных территорий с использованием данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения и аэрофотосъемки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) на базе ГПЗ "Болоньский" (Раздел 9)" Программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток».

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ КАРСТООБРАЗОВАНИИ

Interaction of underground water and surface water during karst formation

О.С. Полевская[1], Е.М. Голубева[2]

[1]*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск;* oksasha.polevskaya@mail.ru

[2]*Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, г. Хабаровск*

Введение.

Карстовые горные массивы являются важной частью биосферы, в частности способствуют сохранению влаги и обеспечивают питание рек и ручьев. На карстовых территориях реализуются процессы самоочищения природных вод, эффективность которых зависит от состояния карста (Vesper et al., 2001). Обязательным условием карстообразования является дренаж воды, интенсивность которого напрямую зависит от климата. В связи с глобальным изменением климата все более актуальными становятся исследования, объединяющие в единое целое многие биогеохимические процессы, происходящие в гидросфере и литосфере (Шварцев, 2012). Большой интерес представляют биогеохимические процессы в контактной зоне вода-порода при участии бактериальных клеток.

В первую стадию формирования карстовых вод происходит насыщение углекислотой дождевых и талых вод при инфильтрации их через почву. Во вторую стадию происходит растворение известняков, доломитов при миграции агрессивных вод по трещинам и полостям в зоне нисходящей вертикальной циркуляции, проникновение в пещеру и минерализация воды ионами Са (Максимович,1969). Высокая агрессивность карстовых вод указывает на то, что в процессах образования крупных карстовых каналов участвует смесь поверхностных и подземных вод (Бельтюков, 1989).

В геологическом масштабе реакция выщелачивания горных пород очень медленная и ускоряется в 10-1000 раз под действием микроорганизмов. При этом устанавливается равновесие в содержании углекислоты в текущей или капающей с потолка воде и воздухе пещеры под действием универсального по распространённости фермента микроорганизмов карбоангидразы (Заварзин, 2003). В последнюю стадию происходит осаждение карбоната кальция.

Карстовые воды Дальнего Востока по химическому составу относятся преимущественно к гидрокарбонатно-кальциевым, реже - хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевым со средней степенью минерализации (Берсенёв, 1989). Известно, что микробные сообщества водных экосистем принимают активное участие во всех биогеохимических процессах, обеспечивая круговорот макро- и микроэлементов. Водоносные горизонты и поровое пространство пород предоставляют собой специфические местообитания для микроорганизмов (Perry et al., 2004), это влияет на биогеохимические процессы, протекающие в контактной зоне вода-порода. Поэтому существует предположение, что в пещерах качество воды контролируется биотическими и климатическими факторами и может существенно изменяться в зависимости от интенсивности карстового процесса.

Цель исследования: показать изменение качественного состава подземных и поверхностных вод в районе карстовой пещеры Прощальная по микробиологическим показателям и элементному составу.

Объекты и методы исследования.

Пробы воды из карстовой пещеры Прощальная и ближайшей реки Сагды-Селанка (рис.1) были отобраны общепринятыми методами в мае и ноябре 2015 г., в мае 2016 г. в ходе экспедиций СЭТК «Оникс ДВГУПС» под руководством В.О. Шадрина.

Анализ общего содержания ионов металлов проводили в лаборатории Хабаровского инновационно-аналитического центра при ИТиГ им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН. Пробы исследовали методом TotalQuant на ICP-MS фирмы PerkinElmer (США) в соответствии со стандартными методиками.

Определение общего количества культивируемых гетеротрофных бактерий и оценку структуры сообщества проводили с использованием сред с разной концентрацией органическихвеществ (мясо-пептонныйагар– МПА, рыбо-пептонный агар – РПА и РПА разбавленный в 10 раз, крахмал-аммиачный агар – КАА, среда Бромфильда). Высев на питательные среды осуществляли методом прямого посева по 0,1 мл природной воды. Физиолого-биохимическую активность представителей микробных сообществ (МС) в пробах воды определяли на 7 сутки после культивирования при температуре 23^{o}С, используя различные источники углерода.

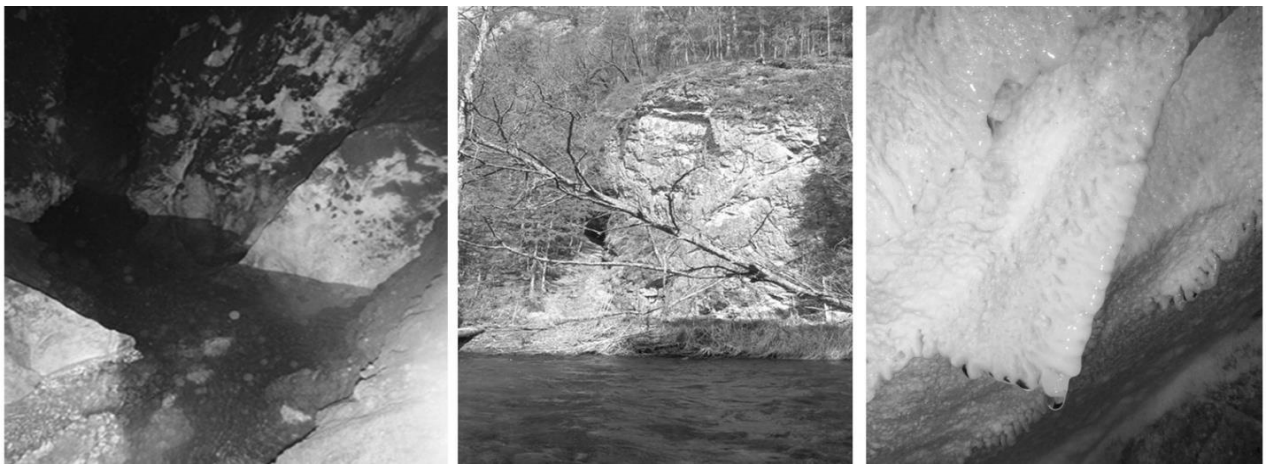


Рис.1. Места отбора проб (слева направо): внутренний водоток в п. Прощальная, р. Сагды-Селанка, капельная вода в зале Алтарь Победы

Результаты и обсуждения.

Микробиологические исследования. Максимальное увеличение численности микроорганизмов отмечено во внутреннем водотоке в весенний период (табл.1). Это может быть связано с таянием снега, способствующего поступлению легкоокисляемых органических веществ с поверхностными водами.

Таблица 1. Сезонная динамика численности микроорганизмов разных физиологических групп в воде (2015 г.).

п/п	Водотоки	Численность микроорганизмов, тыс.кл/мл			
		Весна	Осень	Весна	Осень
		РПА:10		МПА	
1	внутренний (п. Прощальная)	6,28±0,25	3,1±0,18	3,14±0,17	2,05±0,14
2	поверхностный (р. Сагды-Селанка)	3,25±0,18	2,7±0,16	0,58±0,024	0,4±0,02

Однако, в пробах воды из внутреннего водотока, не зависимо от сезона среди представителей микробного сообщества (МС) преобладали олиготрофы - микроорганизмы, предпочитающие низкие концентрации органических веществ, а также нитрифицирующие и железомарганцевые бактерии (рис. 2). Последние микроорганизмы осуществляют жизнедеятельность в подземных водах.

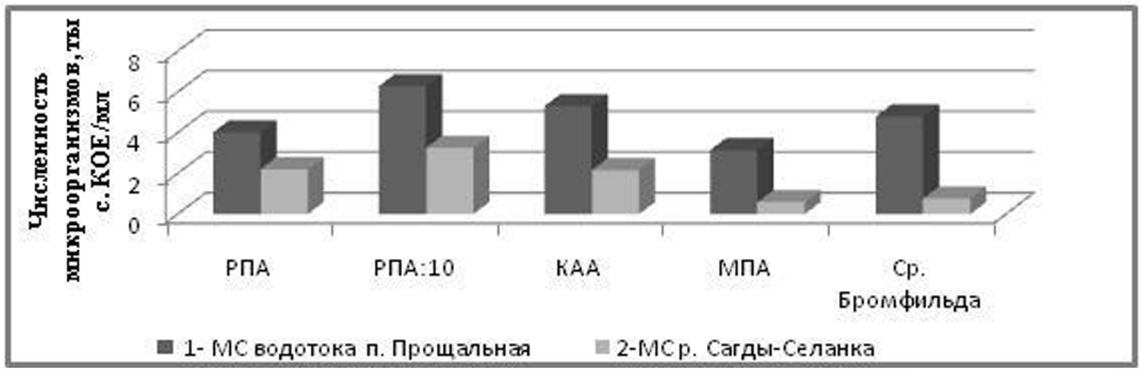


Рис. 2. Структура микробных сообществ в воде п. Прощальная и р. Сагды-Селанка (ноябрь 2015 г.): 1 – вода из внутреннего водотока пещеры Прощальная; 2 – вода из поверхностного водотока

При изучении биохимических свойств десяти представителей МС водоносного горизонта отметили способность одного штамма (В 6) вырабатывать фермент карбогидразу (КА), который катализирует гидролиз и синтез глюкозидов, ди-, три- и полисахаридов. Предполагают, что ключевую роль в механизме биоминерализации может играть фермент КА, регулирующий

равновесие форм неорганического углерода, в том числе и бикарбоната, участвующего в осаждении кальция в природе (Smith, Ferry, 2000).

Исследование элементного состава воды разного генезиса.

Известно, что карстовые воды Дальнего Востока по химическому составу относятся преимущественно к гидрокарбонатно-кальциевым, реже - хлоридно-гидрокарбонатно-кальциевым со средней степенью минерализации (Берсенёв, 1989). Проведённые исследования показали, что содержание железа и кальция в водах из внутреннего водотока в пещере и поверхностной реки было сопоставимым не зависимо от сезона (рис.3). Содержание алюминия в воде обоих водотоков было больше в весенний период 2015 и 2016 гг., а хрома – в осенний 2015 г. Следует отметить, что содержание кальция в р. Сагды-Селанка в осенний период было выше, чем в весенний. Это может быть связано с разбавлением поверхностного водотока во время снеготаяния и выносом воды из внутреннего водотока пещеры в поверхностную реку, поэтому в ней увеличивалось содержание кальция. Известно, что часть стока р. Сагды-Селанка у подножья п. Прощальная теряется под землёй (Махинов и др, 2016), сезонные наблюдения, подтверждённые химическим анализом, показали, что направление водотока может изменяться, в зависимости от уровня поверхностных вод.

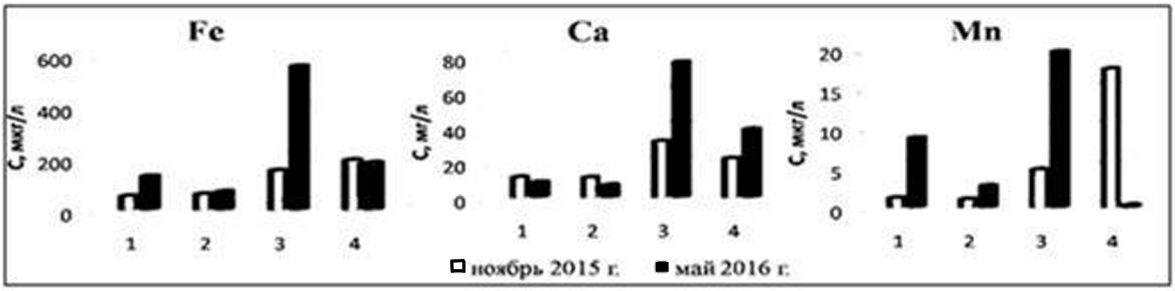


Рис. 3. Содержание железа, кальция и марганца в природных водах различного генезиса (ноябрь, 2015 г.; май 2016 г.): 1 – вода из внутреннего водотока пещеры Прощальная; 2 – вода из поверхностного водотока; 3 – капельная вода; 4 – трещинная вода

Отметили максимальное содержание Ca, Fe, Mn в капельной воде в весенний период и небольшое количество кадмия и ртути в трещинной воде (0,04; 0,002 мкг/л). Высокое содержание кальция связано с процессами растворения кальций содержащих пород при формировании натечного образования. Повышенное содержание марганца в подземных водах обусловлено его вымыванием из почв и горных пород. Обогащение вод железом происходит как вследствие выщелачивания и растворения железистых минералов и пород, так и в результате течения обменных реакций, происходящих в поровых растворах глинистых пород (Кулаков и др., 2010).

Заключение.

Таким образом, качество воды внутреннего водотока пещеры Прощальная и реки Сагды-Селанка изменялось по сезонам. Микробиологические исследования подземных вод показали, что в весенний период происходило увеличение численности культивируемых микроорганизмов. В осенний период во внутреннем водотоке количество микроорганизмов разных физиологических групп, в том числе способных к биоминерализации, преобладало по сравнению с поверхностным водотоком. Сопоставимо высокое содержание кальция в поверхностном и внутреннем водотоках в осенний период подтверждает вынос воды из пещеры в р. Сагды-Селанка.

Следовательно, в районе пещеры Прощальная происходит постоянное взаимодействие подземных и поверхностных вод. Основными факторами формирования элементного и микробиологического состава карстовых вод разного генезиса являются климатические условия и биогеохимические процессы, происходящие в зоне взаимодействия воды с породой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бельтюков Г.В. О формировании карстовых форм за счет конденсационных вод // Пробл. комп. изуч. карста горных стран. Тбилиси-Цхалтубо, 1989.

Берсенёв Ю.И. Карст Дальнего Востока. М.: Наука, 1989. 172 с.

Заварзин Г.А. Лекции по природоведческой микробиологии. М.: Наука, 2003. 348 с.

Кулаков В.В., Кондратьева Л.М., Голубева Е.М. Геологические и биогеохимические условия формирования повышенного содержания железа и марганца в воде р. Амур // Тихоокеанская геология, 2010, Т. 29. № 6. С. 66–76.

Максимович Г.А. Основы карстоведения. Т. 2: Вопросы гидрогеологии карста, реки и озера карстовых районов, карст мела, гидротермокарст: Учеб, пособие / Геогр. о-во СССР. Ин-т карстоведения и спелеологии. Перм. ун-т. Пермь, 1969. 529 с.

Махинов А.Н., Крюкова М.В., Махинова А.Ф. Роль карстовых явлений в формировании долинного ландшафта реки Сагды-Селанка (центральный Сихотэ-Алинь) // Вестник ДВО РАН, 2016, № 5. С. 86-93.

Шварцев С.Л. Внутренняя эволюция геологической системы вода-порода // Вестник РАН. 2012. № 3. С.242-251.

Perry T. D., Duckworth O. W., McNamara C.J., Martin S.T. Mitchell R. Effects of the biologically produced polymer alginic acid on macroscopic and microscopic calcite dissolution rates // Environmental Science and Technology, 2004; v. 38, p. 3040-3046.

Vesper D.J, Loop C.M, White W.B. Contaminant transport in karst aquifers. // Theoretical and Applied Karstology. 2001. No. 13–14. Pp. 101–111.

Smith K.S., Ferry J.G. Prokaryotic Carbonic Anhydrases // FEMS Microbiol. Rev. 2000.V. 24. P. 335-366.

МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

The distribution of alkanes in the thermal waters of the continental part of the south of the Far East

В.А. Потурай

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан;

poturay85@yandex.ru

На территории Российского Дальнего Востока (ДВ) широко распространены месторождения термальных вод с температурой от 25 до 100 ºС и выше. В континентальной части это в основном азотные щелочные термы, которые представляют собой крупную группу минеральных вод. Отличительной особенностью таких термальных источников является азот воздушного происхождения в качестве основного компонента в газовом составе. Одним из основных и важнейших факторов формирования указанных типов вод являются молодые разрывы в сочетании со сложной сетью тектонической трещиноватости, пронизывающей массивы кристаллических пород (Барабанов, Дислер, 1968). В пределах этой части Дальнего Востока известны три наиболее крупных месторождения азотных термальных вод – Кульдурские, Анненские и Тумнинские. Это типичные напорные трещинно-жильные воды, поднимающиеся с глубин порядка 1–3 км. Их формирование происходит за счет инфильтрационных вод атмосферного происхождения, а нагревание обусловлено эффектом нормального геотермического градиента.

В гидротермальных системах возможно абиогенное образование органического вещества (ОВ) в результате протекания химических реакций, которые инициируются высокой температурой, давлением, pH, Eh и составом водовмещающих пород. Среди ОВ углеводороды (УВ) представляют собой группу соединений, сохраняющуюся в течение длительного геологического времени. Они химически устойчивы, сохраняют свою структуру и, следовательно, первичную биологическую и геохимическую информацию. Публикации по абиогенному синтезу УВ немногочисленны, состав таких соединений мало изучен (Гаретова, 2013; Гируц и др., 2014; Лобус и др., 2015; Немировская, 2009; Cleaves et al., 2009). Преимущественно УВ изучаются в гидротермальных системах на дне океанов. В большинстве работ предполагается, что в существующих термальных водах их состав может существенно различаться. Поэтому является актуальным изучение состава УВ в гидротермальных системах. Ранее нами уже проводились работы по изучению среднелетучего ОВ в термах континентальной части ДВ (Компаниченко, Потурай, 2015а; Компаниченко, Потурай, 2015б; Потурай, 2017; Потурай, 2013; Потурай, 2014), однако детальное рассмотрение состава и распределения насыщенных УВ проведено не было. Целью настоящей работы является изучение состава и молекулярно-массового распределения н-алканов в азотных термальных водах континентальной части юга Дальнего Востока (Кульдурские, Анненские и Тумнинские термальные воды).

Общая характеристика районов исследования. Кульдурские термы располагаются в северо-западной части Еврейской автономной области, в 2 км от одноименной станции дальневосточной железной дороги (рис. 1). Они выходят в центральной части Пионерского гранитного массива и приурочены к зоне Меридионального разлома на участке пересечения с оперяющим его нарушением северо-восточного направления (Кулаков, 2014, Кулаков, 2011). Вмещающими породами являются палеозойские граниты и гранодиориты. Термальная площадка месторождения приурочена к правобережной части долины р. Кульдур (левого притока р. Биры), берущей начало с восточных склонов хребта Малый Хинган. Воды Кульдурского термального поля пресные, щелочные фторидно-хлоридно-кремниево-гидрокарбонатные натриевые. Температура воды достигает 72 ºС.

Анненские термы располагается в Хабаровском крае, в 125 км от г. Николаевска-на-Амуре, в пределах низкогорного рельефа низовьев р. Амур. Район месторождения сложен, главным образом, верхнемеловыми эффузивными и туфогенно-осадочными отложениями больбинской и татаркинской свит и приурочен к зоне разлома СВ простирания, наиболее древнего по времени заложения (Кулаков, 2014). Выход Анненского термального источника располагается в узкой долине горного руч. Амурчик – правого притока р. Холодный Ключ, впадающей в озеро Гавань, которое протокой сообщается с р. Амур. Воды имеют температуру на выходе 54°С, пресные, щелочные кремниевые сульфатно-гидрокарбонатные натриевые с повышенным содержанием фтора.

Тумнинские термы располагаются в Хабаровском крае, примерно в 30 км от Татарского пролива, северо-западнее г. Советская Гавань. Они связаны с крупной зоной тектонического контакта гранитов и андезито-базальтов кузнецовской свиты эоцена (Барабанов, Дислер, 1968). Выходы

источников приурочены к левобережной части долины горного ручья Чопэ, правого притока р. Тумнин. Воды имеют температуру 43 ºС, пресные, щелочные, кремниевые, гидрокарбонатные натриевые.

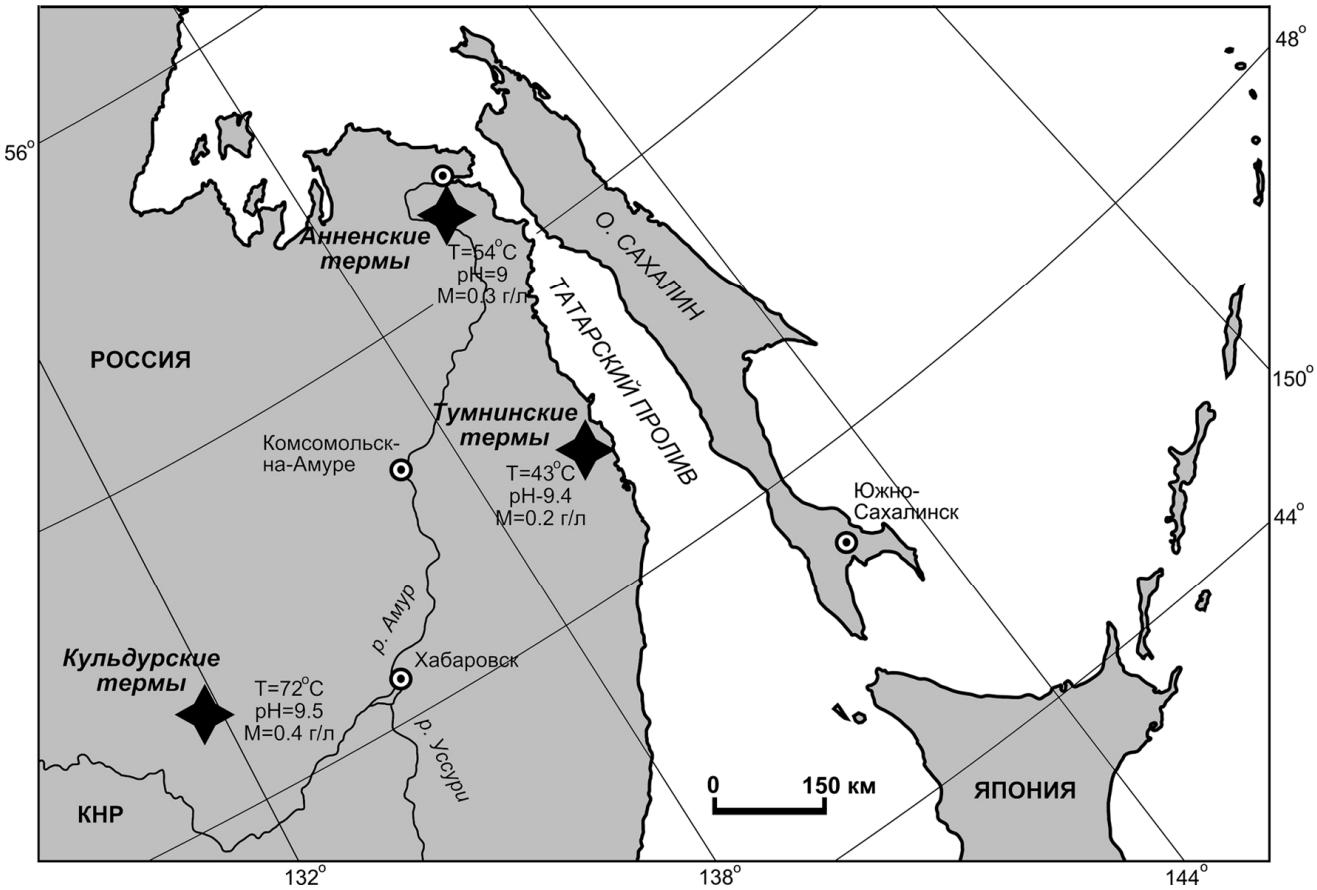


Рис. 1. Обзорная карта с местом расположения исследуемых объектов и указанием их температуры, pH и минерализации

Методика проведения исследования. Пробы термальной воды были отобраны в период с 2010 по 2014 годы непосредственно из самих скважин. Отбор производился из скважины № 1-87 Кульдурского месторождения в октябре 2013 года, из скважины № 2 Аннеского месторождения в августе 2014 года и из скважины № 9 Тумнинского месторождения в июне 2010 года. Пробы отбирали в бутыли из темного стекла с пришлифованной пробкой емкостью 500 мл, предварительно промытые хромовой смесью и дистиллированной водой. До анализа в лаборатории пробы хранились в холодном месте не более 2-х суток с момента отбора. Для концентрирования органических соединений использовали метод твердофазной экстракции. Твердофазную экстракцию проводили в лаборатории хабаровского краевого центра экологического мониторинга и прогнозирования ЧС – КЦЭМП. Качественный анализ органических соединений осуществляли методом капиллярной газовой хроматографии в сочетании с масс-спектрометрией на газовом хроматомасс-спектрометре Shimadzu GCMS-QP2010S в лаборатории КЦЭМП (аналитик – Рапопорт В.Л.) и Shimadzu GCMS-QP2010 Ultra в лаборатории ИКАРП ДВО РАН (аналитик – Потурай В.А.). Идентификация пиков осуществлялась по масс-спектрам и индексам Ковача.

Результаты и обсуждение. При рассмотрении хроматограмм изученных гидротерм наблюдается бимодальное распределение УВ. Можно выделить две фракции. Для Кульдурских терм это фракция C_9–C_{14} с доминирующим пиком на гомолог C_{10}. Вторая фракция это C_{16}–C_{35} с максимумом, который приходится на C_{27}, хотя этот максимум не выражен, сопоставимые площади имеют и рядом находящиеся пики на C_{26} и C_{28}. Для терм Анненского месторождения можно выделить фракцию C_{10}–C_{15} при отсутствии пика на C_{12} и с доминирующим пиком на C_{11}. И вторая фракции C_{17}–C_{35} с выраженным пиком на C_{26}. В Тумнинских термальных водах различается фракция C_{10}–C_{18}, с максимальным пиком на C_{16} и фракция C_{20}–C_{31} с максимумом на C_{26}.

Отмечается сходство профилей распределения алканов в Кульдурских и Анненских горячих водах (температура 54–72ºС). Здесь наблюдается резкое преобладание высокомолекулярных алканов над гомологами с короткой цепью (отношение низкомолекулярных к высокомолекулярным – 0,1–0,2). Доля алканов C_{10}–C_{14} невелика. Алканы гидробионтного происхождения также имеют незначительное распространение. Содержание бактериальных УВ немногим выше (до 17 %). Доля цианобактериального маркера C_{25} достигает 10 %, однако пик не выражен и сопоставим по площади с рядом стоящими пиками. Индексы OEP имеют значения, близкие к единице, что также является подтверждением незначительного участия гидробионтов в образовании алканов (табл. 1). Следует отметить, что при внушительном преобладании УВ состава более C_{22}, индекс CPI и отношение нечетных гомологов к четным во всей области также близки к единице, что служит фактом в пользу не биогенного происхождения алканов здесь, при котором отмечалось бы преобладание нечетных компонентов, характерных для высших растений (Немировская, 2009; Bray, Evens, 1961). Вероятно, образование основной части УВ здесь может быть связано с высокотемпературным химическим ре-синтезом остатков разложенного ОВ, прежде всего растительного происхождения (учитывая присутствие в основном, высокомолекулярных гомологов).

Таблица 1. Молекулярно-массовое распределение н-алканов в изученных термах.

Место отбора пробы	∑ н-C_{10}-C_{14}, %	∑ н-C_{15}, C_{17}, C_{19} %	∑ н-C_{16}, C_{20}-C_{24}, %	OEP_{17}	OEP_{19}	CPI	н/в	нч/ч
Кульдур	6,3	2,3	17,4	1,1	1,04	1	0,2	1
Анненское	7,2	0,9	11,4	–	0,9	0,9	0,1	1
Тумнин	12,1	12,1	29,9	0,8	–	1,1	0,8	0,97

Примечание: н/в – отношение низкомолекулярных алканов (до н-C_{22}) к высокомолекулярным гомологам (от н-C_{23}); нч/ч – отношение нечетных парафинов к четным во всей фракции. «–» – критерий не рассчитан из-за отсутствия гомологов в пробе.

Профиль распределения алканов в Тумнинских термах, наименее горячих из изученных (температура воды 43 ºС) отличается от такового как в Кульдурских и Анненских термах, так и в Нижнепаратунских источниках. Здесь наблюдается значительное влияние алканов бактериального происхождения (доля которых составляет 30 %), а гомолог C_{16}, характерный бактериальный УВ, вообще является доминирующим пиком. Также, при равномерном распределении низко- и высокомолекулярных гомологов отмечается слабое преобладание четных алканов во всей области УВ и присутствие гомологов гидробионтнго происхождения (до 12 %) (табл. 1). Все это, наряду с самой низкой температурой терм из исследованных, позволяют считать основную часть УВ здесь биогенно образованными, в основном, в результате деятельности бактерий. Хотя образование высокомолекулярных алканов за счет химического ре-синтеза остатков разложенного органического вещества растительного происхождения также вероятно осуществляется, принимая во внимание индекс CPI, который практически равен единице.

Заключение. В результате проведенного исследования был изучен состав и молекулярно-массовое распределение насыщенных УВ в азотных гидротермальных системах районов с нормальным геотермическим режимом – Кульдурские, Анненские и Тумнинские термы. Для Кульдурских и Анненских термальных вод характерно подавляющее преобладание высокомолекулярных алканов, образованных в результате химического ре-синтеза остатков разложенного органического вещества растительного происхождения. Отдельным типом молекулярно-массового распределения УВ характеризуются термы с невысокой температурой воды (Тумнинские), для которых просматриваются алканы, образованные в результате бактериальной деятельности при одинаковом содержании низко- и высокомолекулярных гомологов. При этом здесь не исключается и химический ре-синтез захороненных органических остатков растительного происхождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Барабанов Л.Н., Дислер В.Н. Азотные термы СССР. М.: «Геоминвод», 1968. 119 с.

Гаретова Л.А. Углеводороды в лагунном эстуарии татарского пролива // Известия ТИНРО. 2013. Т. 172. С. 196-207.

Гируц М.В., Гордадзе Г.Н., Строева А.Р. и др. К вопросу образования углеводородов нефти из биомассы бактерий // Труды РГУ нефти и газа. 2014. № 2. С. 82-93.

Компаниченко В.Н., Потурай В.А. Вариации состава органического вещества в водах Кульдурского геотермального месторождения // Тихоокеанская геология. 2015. Т. 34. № 4. С. 96-107.

Компаниченко В.Н., Потурай В.А. Гидрогеохимическая зональность и эволюция состава Кульдурских терм (Дальний Восток) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2015. № 6. С. 521-534.

Кулаков В.В. Геолого-структурные и геотермальные условия формирования термальных подземных вод Приамурья // Тихоокеанская геология. 2014. Т.33.№5.С. 66-79.

Кулаков В.В. Геохимия подземных вод Приамурья. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2011. 254 с.

Лобус Н.В., Пересыпкин В.И., Шульга Н.А., и др. Органическое вещество воды, взвеси и донных осадков бассейна реки Кай (залив Нячанг, Южно-Китайское море) // Океанология. 2015. Т. 55. № 3. С. 379-386.

Немировская И.А. Углеводороды в воде, взвесях, сестоне и донных осадках белого моря в конце летнего периода // Водные ресурсы. 2009. Т. 36. № 1. С. 68-79.

Потурай В.А. Органическое вещество в подземных и поверхностных водах района Анненского геотермального месторождения (Дальний Восток) // Геохимия. 2017. № 4. С. 372–380.

Потурай В.А. Органическое вещество в подземных и поверхностных водах района Кульдурского месторождения термальных вод, Дальний Восток России // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1, вып. № 21. С. 169-182.

Потурай В.А. Органическое вещество в термальных и поверхностных водах района Тумнинского месторождения термальных вод, Дальний Восток России // Известия ТПУ. 2014. Т. 324, № 3. С. 44-52.

Bray E.E., Evans E.D. Distribution of n-paraffines as a clue to recognition of source beds // Geochimica et Cosmochimica Acta. 1961. V. 22. № 1. P. 2-15.

Cleaves H.J., Aubrey A.D., Bada J.L. An evaluation of critical parameters for abiotic peptide synthesis in submarine hydrothermal systems // Origins of Life and Evolution of Biospheres. 2009. Vol. 39. P. 109-126.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ПРИАМУРЬЕ

Promissing direction in study of soils of urbanized landscapes in Amur River region

В.И. Росликова

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; roslikova@ivep.as.khb.ru

В работе содержится анализ основных классификационных схем антропогенно-преобразованных почв ряда стран: Китая, Германии, Нидерландов, США, России. Раскрывается преимущество принципа российских подходов в разработке диагностических признаков горизонтов. В задачу данного исследования входило: показать несоответствие идентификации ряда признаков с предлагаемыми выделами объектов в российской классификации и раскрытие сути этого несоответствия.

Почвенный покров урбанизированных ландшафтов в Приамурье характеризуется высокой степенью антропогенного изменения. В урбанизированных ландшафтах трансформация почв подразделяется на два типа: техногенная (воздействие строительно-промышленных комплексов и иными мероприятиями) и агрогенная (сельскохозяйственное использование отдельных приусадебных участков).

В задачу данного исследования входило показать место городских классификаций в существующих классификациях и показать не соответствие идентификации ряда признаков в российской классификации, с предлагаемыми выделами объектов, и раскрытие сути этого несоответствия. Многообразие форм преобразование почвенной толщи определяется совокупным воздействием процессов, возникающих на фоне антропогенных факторов. Стирание и преобразование различных свойств почв стадиальных рядов в урбанизированной среде происходит многопланово. При этом по заключению Н.Б. Хитрова (Хитров, 2011) почвы несут в себе четыре группы признаков:

- унаследованные признаки от породы;
- реликтовые, сохранившиеся от предыдущих стадий эволюции почвы;
- современные признаки, возникшие в результате осуществления активных, актуальных процессов почвообразования;
- новые признаки, возникшие в ходе почвообразования под антропогенным воздействием.

Все эти признаки могут проявляться в различных вариациях. Унаследованные и реликтовые признаки зачастую в почвах урбанизированных ландшафтов исчезают бесследно (два последних являются ведущими). Рассмотрим последовательно в общих чертах место трансформированных почв классификационных построений различных стран. Анализ основных классификационных схем антропогенно-преобразованных почв ряда стран (Китай, Германия, Нидерланды, США, Россия) позволило сделать некоторое обобщение.

Классификация трансформированных почв (в том числе и урбанизированных) в каждой стране несет свою смысловую нагрузку. Она обусловлена генетической сущностью почвенного покрова данной страны, и как правило, организующим её началом является характер их использования.

Классификации построены на выделении групп почв, их подгрупп, порядков, эталонов, которые не отражают генетических и эволюционных связей. Во многих странах вопросы классификации почв урбанизированных ландшафтов вообще не рассматриваются.

В отличие от зарубежных классификаций, структура российской классификации (Классификации ..., 2004) разработана таким образом, что представляет возможности выявить связи между естественными и антропогенно-нарушенными почвами, а также протекающими в них процессами. Здесь заложен принцип субстантивно-генетического подхода. Важным является то, что в классификации России дан широкий спектр диагностических признаков почв. С их применением четко проявляются типовые разнообразия. Так произошло, например, с дальневосточными текстурно-дифференцированными почвами (подбелами). В результате выявленных диагностических признаков, им присвоен статус самостоятельного типа. Большая совместная работа сотрудников Почвенного института В.В. Докучаева и МГУ позволила на основе субстантивно-генетического подхода найти пути к интеграции с международными классификациями.

Расширились представления о многообразии трансформации агрогенного и подпахотного горизонта, что раскрывает специфику и степень их преобразования.

Блок техногенно-преобразованных почв, хотя и раскрывает их многообразие компонентного состава, является лишь канвой для разработки диагностических признаков городских почв. Понятие техногенного грунта по определению ряда авторов (Герасимова и др., 2003; Прокофьева и др., 2011)

характеризуется: быстрыми сроками формирования, неоднородностью свойств и порций отлагаемого материала, бесконечными перемещениями и перемешиванием и т.д. Представленные свойства соответствуют характеру этого образования. Однако, конкретную неоднородность их и специфику, которая составила основу диагностики трансформированных почв, сформированных на этих отложениях, проследить сложно. Решать эти вопросы, видимо, возможно, исходя из разработанных в смежных науках о Земле классификаций техногенных отложений. Эти отложения в урбанизированной среде существуют не сами по себе, а находятся в полной взаимосвязи с геоструктурными параметрами территории и хозяйственной деятельностью человека. Здесь происходят сложные процессы преобразования географической среды, определяемые новой силой возникающих современных геологических процессов. Все это и предопределяет новый подход к расширению и углублению понятия техногенно-поверхностный грунт.

В связи с тем, что градация техногенных отложений и современных геологических процессов и явлений не используется, многие диагностические признаки почв трудно определяемы. К примеру, рекреаземы по заключению Т.В. Прокофьевой и др. (2011) являются природно-антропогенными почвами городов с многоразовыми (два и более) подсыпками органо-минеральных или торфосодержащих (торфокомпостных, торфо-песчаных) плодородных субстратов обладающих блгоприятными для растений свойствами. Эти почвы формируются путем длительного окультуривания или рекультивации нарушенных почв с уничтоженным или деградированным поверхностным горизонтом. Общая мощность составляет 10-50 см. Они могут формироваться как на природных грунтах, так и на нижней части исходных почв, а также техногенных грунтах. Реплантоземы – прадставляют собой техноземы (почвоподобные тела), состоящие из реплапнтированного поверхностного маломощного поверхностного горизонта мощностью около 10 см с высоким содержанием органического вещества. Они формируются на материале естественных гумусовых горизонтов или специальной отсыпке не более 40 см. Отличаются однокомпонентным техногенном грунтом. Рассматриваемые диагностические признаки этих двух новообразованных тел, как полагает М.И. Герасимова, по логике индексов RATи RT и не противоречат, а по сути? Реплантированный грунт может тоже содержать определенную долю органо-минеральной смеси. Очень часто органо-минеральная подушка мощностью около 20-30 см сформирована с естественными горизонтами плюс некоторая доля реплантантов, может быть и торфо-перегнойная смесь. Она может располагаться на срединных горизонтах естественной почвы, на отсыпке естественных грунтов, на техногенных грунтах и просто на асфальте. Как диагностировать это образование? В отношении урбаниземов необходимо отметить, что они, по заключению авторов, образовались одновременно с накоплением городских геологических отложений в результате строительной и бытовой деятельности. Они могут быть загрязнены и засолены в разной степени. По своим диагностическим признакам к этому определению очень близки и урбатехноземы, которые образовались в подобных условиях, но более загрязнены.

Не ясен смысл выделения и преобразованных почв, таких, как «некраземы». Российские исследователи вслед за зарубежными полагают, что это почвы кладбищ, в которых почвенная толща нарушена до 2-х м. Следует заметить, что «инвертаземы» – это подобные преобразованные почвы. В них также горизонты перемешаны до 2-х м, и в городской среде они занимают большие площади. Эти образования приурочены к строительным площадкам, участкам городских коммуникаций. Получается, что в основе выделения этой группы городских почв лежит не характер техногенной среды, а приуроченность к определенной территории. М.И. Герасимова и др. (2003) полагают, что важным в трансформированности естественных почв является их изменение в условиях формирования: «почва по почве», на органоминеральных, перемешанных, насыпных или намывных грунтах, а также на деградированных поверхностях древней части города. Такого рода подход совершенно правильный. Авторами разработана некоторая схема классификации. Но это первое приближение. Отсутствие типовой градации техногенного морфолитогенеза и взаимосвязи его с современными геологическими процессами, которые и лежат в основе трансформации почв урбанизированных ландшафтов, диагностика трансформированных почв будет не совсем обоснованной. К примеру, отходы ТЭЦ могут быть в виде золошлаков (после гидроудаления), или так называемой «золы уноса». В том случае, если очистители работают исправно, этот вид золы накапливается в бункерах, а если их нет вообще или работают неисправно? Эти частицы покрывают прилегающие территории. Кроме того, в больших количествах аэрозольные частицы золы образуются при осушке береговой линии ложа гидросмыва. В конечном итоге, аэрозольные частицы золы формируют иные поверхностные образования, чем золоотвал после гидросмыва.

Техногенные процессы на молодых в истории Земли отложениях, сформировали наибольшую группу техногенных предпочвенных образований. Проведенный нами анализ трансформированных и преобразованных профилей раскрыл специфику трансформации почв, в основе которой лежит определенный тип техногенного литогенеза, обусловленный современными геологическими процессами на фоне хозяйственной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Герасимова М.И., Строгонова М.Н., Можарова Н.В., Прокофьева Т.В. Антропогенные почвы: генезис, география, рекультивация / Под ред. Г.В. Добровольского Смоленск: Ойкумена, 2003. 268 с.

Прокофьева Т.В., Мартыненко И.А., Иванников Ф.А. Систематика почв и почвообразующих пород Москвы и возможность их включения в общую классификацию // Почвоведение, 2011, №3. С. 611-623.

Хитров Н.Б. Теоретические и методические аспекты исследования закономерностей изменения почв при антропогенных воздействиях// Закономерности изменения почв при антропогенных воздействиях и регулирование состояния и функционирования почвенного покрова. Мат-лы Всерос. научной конф. г. Москва, 28-29 сентября 2010 г. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева РАСХН, 2011. С.13-24.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА ХАБАРОВСК

The soil condition assessment of the Khabarovsk city

Д.А. Сашникова, А.М. Кошельков, Т.И. Матвеенко

ООО «Инженерные изыскания ДВ», г. Хабаровск; dasha.still@mail.ru

Тихоокеанский государственный университет МОН РФ, г. Хабаровск; matveenkoti@mail.ru

Изучение современного состояния почвенного покрова, и его изменения под влиянием антропогенной деятельности крайне важно, поскольку лишь объективная информация о степени и характере загрязнения почв способствует внедрению адекватных мер защиты окружающей среды. В связи с этим исследования состояния почв Хабаровска приобретают особую актуальность и значимость.

Целью данной работы является изучение состояния почв жилой, промышленной и агроселитебной зон г. Хабаровск. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: оценка современного экологического состояния территории; анализ и оценка экологического состояния почвенного покрова на территории жилой застройки, промышленной и агроселитебной зон.

Объект исследования – почвы территории г. Хабаровск, предмет исследования – уровень загрязнения урбанизированных почв и его оценка. Для анализа выделены характерные территории, подверженные различной степени антропогенной нагрузки (жилая, промышленная и агроселитебная зоны), образцы почв были отобраны в 2015 г.

В исследуемых почвах и грунтах самым высоким по содержанию загрязнителем является бенз(а)пирен. Его превышение в отдельных пробах достигает 26,4 раза, а средние уровни его концентрации выше ПДК для промышленных зон – в 4 раза, для жилых зон городской черты – почти в 2 раза. Высокие значения выявлены в районе ул. Тихоокеанской 73, что, по-видимому, связано с работой бывшего завода «Дальдизель». Загрязнению подвержены почвы и атмосферный воздух. В настоящее время на территории завода располагаются мелкие промышленные предприятия, в том числе автомоечный комплекс. В 50 метрах проходит магистраль общегородского значения. Помимо этого ближайшими крупными источниками загрязнения являются предприятия: ОАО «Хабаровский нефтеперерабатывающий завод» (на расстоянии 1000 м); Хабаровская ТЭЦ-2 (на расстоянии 580 м).

На агрогенных территориях содержание бенз(а)пирена в большинстве случаев ниже порога обнаружения, и лишь на одном участке была зафиксирована концентрация 0,011 мг/кг, что ниже ПДК почти в 2 раза. Характер загрязнения исследуемых почв нефтепродуктами схож с бенз(а)пиреном: самые высокие концентрации наблюдались на промышленных территориях, существенно меньше в жилой зоне и значения, соответствующие фоновым, в почвах агроселитебных ландшафтов.

Характерной особенностью почв агроселитебных ландшафтов является значительный уровень микробиологического загрязнения. Почти в 2/3 проб микробиологическое загрязнение определено как «чрезвычайно-опасное». Для почв промышленной и жилой зон эта доля не превышает 1/10.

Для жилых территорий характерны высокие концентрации кадмия, кобальта, никеля, свинца, цинка и мышьяка. В отдельных случаях концентрация цинка превышала допустимые нормы более чем в 3 раза. Наивысшие концентрации ртути и хрома наблюдались в промышленной зоне, локальные загрязнения медью выявлены на агроселитебных участках.

Радиоактивного загрязнения почв и грунтов в промышленной, агроселитебной и жилой зонах не обнаружено. Незначительное превышение удельной активности калия 40 выявлено единично (жилая зона).

Выводы. Характер и локализация загрязнения исследуемой территории имеют антропогенный характер и зависят от специфики ее использования. Почвы и почвенные образования в пределах промышленной и жилой зон загрязнены в большей степени, чем на окраине города. Накопление поллютантов связано, главным образом, с атмосферным поступлением от источников загрязнения и автотранспортной нагрузкой. По суммарному показателю загрязнения почвы тяжелыми металлами все исследуемые территории относятся к допустимой категории загрязнения. Для почв агроселитебной зоны отмечается значительный уровень микробиологического загрязнения.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

The present state of oak forests in the Primorsky Krai

Л.А. Сибирина, Г.А. Гладкова

ФГБУН «Федеральный Научный Центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии», г. Владивосток; sibirina@ibss.dvo.ru

Дубовые леса – одна из распространенных лесных формаций на юге российского Дальнего Востока занимающая площадь 3,19 млн га, в Приморском крае эти леса произрастают на площади 2,09 млн га, что составляет 65,5 % от общей площади дубрав (Справочник..., 2010). В большинстве это производные фитоценозы, испытывающие постоянное антропогенное воздействие. Главная порода этих лесов – дуб монгольский (*Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb.) обладает широкой экологической амплитудой и занимает различные местообитания. Кроме того, он значительно устойчивее всех других древесных пород к воздействию лесных пожаров и рубок – сохраняет жизнедеятельность после многократного повреждения огнем и порослевую способность после рубок и пожаров – в течение многих десятилетий. В конечном итоге дубовые леса медленно деградируют. По мнению большинства исследователей, дуб монгольский расширил площади со своим преобладанием благодаря систематическим пожарам, под влиянием которых исчезли хвойно-широколиственные леса (Соловьев, 1958; Куренцова, 1952, 1973; Цымек, 1969; Удра, 1971, 1973; Добрынин, 2000; и др.).

Кроме дуба монгольского в Приморье растет дуб зубчатый (*Q. dentata* Thunb.). В Российской Федерации он встречается только на юге Приморского края и на о. Кунашир, является редким видом и подлежит охране (Красная книга РФ, 2008; Красная книга ПК, 2008; IUCN Red List of Threatened Species, 2015). В Приморском крае ареал дуба зубчатого представлен четырьмя изолированными участками – 1) юг Хасанского района, 2) Партизанский район и Находкинский городской округ, 3) Лазовский заповедник и 4) окрестности оз. Ханка. Все участки с дубом зубчатым (исключение Лазовский заповедник) приурочены к зоне интенсивного хозяйственного освоения. Они периодически прогорают, вырубаются, все это ведет к сокращению их площадей и изменению структуры.

Цель работы – оценить современное состояние дубовых лесов для их комплексной оценки и мониторинга последующего развития этих лесов.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в национальном парке «Удэгейская легенда», на мысе Открытый (Уссурийский залив), в Партизанском муниципальном районе, в Уссурийском городском округе. Обследование дубовых лесов проводили детально-маршрутным методом с закладкой постоянных пробных площадей в наиболее характерных лесорастительных условиях. При закладке пробных площадей (пр. пл.) использовались общепринятые методики, позволяющие получить характеристику всех компонентов растительного сообщества (древостой, подлесок, травяной ярус, подрост). На каждую пробную площадку составлялось геоботаническое описание, содержание и структура которого соответствовали методическим указаниям В.Н. Сукачёва и С.В. Зонна (1961). Камеральная обработка материалов проводилась по таксационным таблицам (Справочник..., 2010). Учет подроста и всходов осуществлялся по всей площади учетной площадки. Подрост подразделялся на три категории: мелкий – до 50 см, средний – 51–150 см и крупный – более 150 см высотой и до достижения диаметра 6 см на высоте груди. Обилие подлеска (кустарниковый ярус) оценивали глазомерно по Хансону (Hanson, 1934). Обилие травянистых видов растений оценивали по шкале Друде с дополнениями А.А. Уранова (Уранов, 1935).

Координаты местонахождений растений, занесенных в Красные книги Российской Федерации и Приморского края, определяли с помощью GPS–навигатора (Garmin). Отмечали состояние редких видов, их количество, примерный возраст и фитоценотическую приуроченность.

Результаты и обсуждения. Обследованные леса были образованы дубом зубчатым (7 пр. пл.) и дубом монгольским (17 пр. пл.). В составе дубовых лесов помимо дуба монгольского либо д. зубчатого принимают участие березы (даурская и плосколистная), липы (амурская и маньчжурская), ольха японская и другие древесные породы (табл.).

Дубовые леса из дуба монгольского. Возраст крупных деревьев дуба монгольского 70–80 лет. В древостое преобладают деревья дуба монгольского, диаметр которых составляет в 16–32 см, реже отмечаются более крупные экземпляры (максимальный диаметр – 64 см). Высота древостоя 13–14 м (реже 17 м). Древостой низкопроизводительный – класс бонитета IV. Полнота насаждения 0,4–0,5 (реже 0,6), встречаются участки полнотой 0,3 и редины (полнота 0,2–0,1). Благонадёжного семенного подроста ценных древесных пород мало или он отсутствует вовсе. Кустарниковый ярус: высотой до

1,5 м, представлен главным образом леспедецей двуцветной, реже лещиной разнолистной, рододендроном остролистным, в подлеске также отмечали малину боярышниколистную, чубушник тонколистный и внеярусную растительность – виноград амурский, лимонник китайский, актинидии острую и коломикта. Общее проективное покрытие трав составляет 50–90 %, высотой 0,2–1,3 м. Доминируют осоки (расходящаяся, низенькая, возвратившаяся, бледная, лацетноприцветниковая, ржавопятнистая), злаки (мятлик Скворцова, вейник короткохохолковый и вейник Лангсдорфа, серобородник сибирский, трищетинник сибирский и др.). Из лесного разнотравья доминируют деллингерия шершавая, серпуха маньчжурская, бузульник Фишера, ландыш Кейзке, бубенчик перескиелистный, веретенник обратнояйцевидный, недоспелка копьевидная, герань волосистотычинковая, прутьевик вырезанный, п. сизочашечный, володушка длиннолучевая, полыни (Гмелина, побегоносная, Кейзке), подмаренник северный и другие. Из папоротников – чистоустник азиатский, орляк обыкновенный, кочедыжник китайский и др.

Таблица. Таксационная характеристика дубовых лесов в Приморском крае, данные приводятся на 1 га.

Состав по запасу	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас, куб. м	Количество, штук
Дубовые леса из дуба зубчатого				
Партизанский муниципальный район				
10Дз ед. Бд, Бх	11,6	23,1	215,0	860
5Д 3Дз 2Дгиб	10,5	21,6	38,4	240
8Дз 1Дгиб 1Бд ед. Д	10,0	17,7	168,0	1400
9Дз 1Дгиб ед. Бд	9,3	13,7	55,2	920
6Дз 4Д	14,8	33,8	224,0	325
5Дз 4Дгиб 1Д +Бд	12,0	25,3	140,0	560
7Д 2Дз 1Лпа +Бд	14,5	32,1	268,8	480
Дубовые леса из дуба монгольского				
Мыс Открытый				
9Д 1Бд ед. Лп, Ма, Ия, Ян, Бх	9,5	18,0	59,8	388
10Дм ед Бч, Лп, Ия	8,0	20,0	60,0	280
10Дм ед Бч, Лп	6,0	16,0	35,0	200
Национальный парк «Удэгейская легенда»				
10Д	14,5	20,3	218,6	988
Уссурийский городской округ				
Окрестности с. Кайамановка				
10Д	11,7	14,2	107,8	1085
Окрестности с. Дубовый ключ				
9Д 1Бд ед. Ия	11,5	14,9	147,4	1745
Партизанский муниципальный район				
10Д +Бд	12,5	20,6	146,2	860
10Д ед. Бд	16,5	23,2	137,6	430
8Д 2Лпа ед. Бд	19,5	32,6	124,9	440
9Д 1Бд ед. Дз, Лпа	16,5	26,2	132,0	340
4Д 4Бд 1Оля 1Лпа ед. Ия	14,7	47,8	246,4	280
5Д 3Лпа 1Оля 1Бд ед. Ия	13,7	39,6	220,0	300
5Д 3Лпа 2Я ед. Клм, Оля	16,5	29,4	240,8	450
10Д +Бд ед. Дз, Лпа	12,0	22,5	109,1	340
6Д 3Лп 1Кл ед. Дм, Кллз, Клм, Я, Оля	16,0	32,4	180,0	300
8Дм 1Бб 1Дгиб	15,5	30,2	83,0	136
7Д 3Бд	15,0	32,5	190,0	320

Примечание: Дм – дуб монгольский, Дз – дуб зубчатый, Дгиб – дуб гибридный (*Quercus mongolica* x *Q. dentata*), Лпа – липа амурская, Лп – липы, Бд – береза даурская (черная), Бб – береза маньчжурская (плосколистная), Бх – бархат амурский, Оля – ольха японская, Ия – ильм японский, Я – ясень манчжурский, Клм – клен моно, Кллз – клен ложнозибольдов, Ма – маакия амурская.

Охраняемые виды: калопанакс семилопастный, аралия материковая, пионы (обратнояйцевидный, молочноцветковый, горный), венерины башмачки (настоящий, крупноцветковый, вздутый, пятнистый), глянцелистники (японский, Кумокири), ирис мечевидный, тулотис уссурийский, печеночница азиатская, пыльцеголовник длинноприцветниковый, однопокровница полуостровная, кислица обратнотреугольная, горошек Ови, гроздовник прямой.

Дубовые леса из дуба зубчатого. Возраст крупных деревьев дуба зубчатого около 60–80 лет. Средний диаметр преобладающей породы – дуба зубчатого 25,7 см (максимальный диаметр 72,0 см), а его средняя высота 12,5 м (максимальная высота 15,0 м). Древостой низкопроизводительный – класс бонитета IV. Полнота насаждения 0,4-0,5, встречаются участки полнотой 0,3. Подрост представлен порослевым и семенным дубом зубчатым, липой амурской, ясенем носолистным и бархатом амурским. Размещен по площади неравномерно (на 1 га 0,05–0,1 тыс. шт.), постоянно уничтожается низовыми пожарами. Существующий древостой обречен на медленное разрушение. Кустарниковый ярус: леспедеца двуцветная, реже лещина разнолистная, малина боярышниколистная, бересклет малоцветковый, виноград амурский, сомкнутость подлеска 0,4–0,5, высота до 1,5 м, количество – 1,5–2,0 тыс. шт./га. Общее проективное покрытие трав составляет 60–80 %, Высота травянистого яруса 0,2–1,0 м. В его составе те же виды, что и в лесу из дуба монгольского.

Охраняемые виды: дуб зубчатый, пионы (обратнояйцевидный, молочноцветковый), венерин башмачок крупноцветковый, аралия материковая.

Заключение.

Состояние большей части дубовых лесов, образованных дубом монгольским и дубом зубчатым требует постоянного мониторинга.

Необходимо придать дубовым лесам, в которых произрастают редкие и охраняемые растения статус ценных лесов, и беречь их от пожаров.

Леса из дуба зубчатого должны быть взяты под особый контроль.

Необходимо способствовать преобразованию вторичных деградированных дубовых лесов в хвойно-широколиственные путем посадки лесных культур (сосны корейской, пихты цельнолистной и других ценных пород).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Добрынин А.П. Дубовые леса российского Дальнего Востока (биология, география, происхождение). Владивосток: Дальнаука, 2000. (Тр. Ботан. садов ДВО РАН / Гл. ред. В.А. Недолужко; Т. 3). 260 с.

Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. 688 с.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы) М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2008. 855 с.

Куренцова Г.Э. Порослевые древесно-кустарниковые заросли юго-западной части Приморского края / ТР. ДВФАН, сер. Растениеводческая. Владивосток, 1952. Т. 1. С. 141–147.

Куренцова Г.Э. Естественные и антропогенные смены растительности Приморья и Южного Приамурья. Новосибирск: Наука, 1973. 229 с.

Соловьев К.П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск: Кн. изд-во, 1958. 368 с.

Справочник для учёта лесных ресурсов Дальнего Востока. Хабаровск, 2010. 526 с.

Сукачёв В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд. АН СССР, 1961. 144 с.

Удра И.Ф. Дубовые леса Среднего Приамурья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1971. 19 с.

Удра И.Ф. Вековые сукцессии в дубовых лесах Приамурья // Вопросы эволюции ландшафтов юга Дальнего Востока / Вопросы географии Дальнего Востока. Хабаровск: Кн. Изд-во, 1973. Сб. 12. С. 261–270.

Уранов А.А О сопряженности компонентов растительного ценоза // Уч. зап. Московск. пед. инст., фак. естествознания. Вып. 1. 1935. С. 59–84.

Цымек А.А. Дубовые леса // Леса Дальнего Востока. М.: Лесная пром-сть, 1969. С. 171–176.

Hanson H.C. A comparison of methods of botanical analysis of the native prairie in western North Dakota. J. Agric. Res., v. 49, No 9. 1934. P. 17-21.

The IUCN Red List of Threatened Species. 2016-3. URL: http://www.iucnredlist.org/.

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТОКА АМГУНИ, БУРЕИ, БИРЫ (НАЗЕМНЫЕ И СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ)

The analysis of the dynamics of variability in river flow Amgun, Bureya, Bira (terrestrial and satellite observations)

Г.В. Соколова, А.Л. Верхотуров

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; pozhar@ivep.as.khb.ru;
Вычислительный центр ДВО РАН, г. Хабаровск; andrey@ccfebras.ru

Многочисленные экспериментальные исследования и практика подтверждают огромную роль леса как фактора, стабилизирующего и экологически улучшающего разные природные комплексы (в том числе гидрологический режим речных бассейнов), устойчивость которых в значительной мере зависит от насыщенности их лесными экосистемами. Выработанные долины и русла рек позволяют достаточно надежно и полно «замыкать» по естественным природным границам – водоразделам - почти все балансы на водных объектах разного порядка (от временных водотоков до крупных речных систем) за конкретные периоды времени.

В последние десятилетия, как и в 1950-1980-х гг. (Рахманов, 1981; Молчанов, 1981 и др.), лесогидрологические исследования продолжают базироваться в основном на изучении речного стока с малых площадок и бассейнов размером от сотен $м^2$ до нескольких $км^2$. Объясняется это тем, что небольшие размеры площадок позволяют изучать влияние на сток определенных лесонасаждений и проводить экспериментальные исследования. Более трудоемкими в те годы были исследования на крупных речных бассейнах площадью от десятков до тысяч квадратных километров, например, в бассейнах рек Оби и Енисея (Лебедев, 1964), где была установлена ведущая роль лесистости в процессе формирования стока.

В последующие годы прошлого века этот факт был подтвержден исследованиями в бассейнах крупных и малых рек на территории Нижнего Приамурья, сделаны выводы, что из различных природных компонентов географической среды наиболее четко прослеживается влияние леса на максимальный сток, сформированный муссонными дождями (Широкова, 1975; Разработать …, 1989; Опритова, 1991). Для бассейнов рек Приамурья оптимальная величина лесистости речного водосбора должна быть в среднем не менее 62,5%, иначе нарушается водный баланс территории (ссылки те же). При более высоких показателях лесистости, какими оценивались лесные водосборы по материалам лесоустройства за 1950-1960-е гг. (Ресурсы ..., 1966, 1970), поддерживается оптимальный режим функционирования всего речного бассейна как ГЕОСИСТЕМЫ, в том числе, природной зарегулированности стока атмосферных осадков, стекающих в русла рек в период паводков.

Прошло более двух десятков лет, когда лесогидрологические исследования на лесных водосборах рек бассейна Амура возобновились (Соколова, Широкова, 2010). Очевидно, за этот период времени произошли изменения лесопокрытой площади водосборов в связи с пожарами, рубками и активизацией хозяйственный деятельности. За основу исследований, наряду с использованием наземных гидрометеорологических наблюдений, приняты современные методы дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ) (Verkhoturov et al., 2014; Верхотуров и др., 2016 и др.).

Источник гидрометеорологической информации: данные Хабаровского гидрометцентра, ФГУП «Центр Российского регистра гидротехнических сооружений и государственного водного кадастра» и web-сервисы (Hydrological Data). Спутниковая информация включает в себя данные о площадях растительности и гарей после пожаров и рубок на 11 модельных водосборах рек бассейна Среднего и Нижнего Амура за каждый год с 2000 по 2016 гг. В качестве спутниковой информации по растительности выступал сервис «ВЕГА ДВ». Анализ изменения лесопокрытых площадей в рамках выделенных водосборов проведен на основе серии карт растительного покрова, предоставленных Институтом космических исследований Российской академии наук (ИКИ РАН). Векторные данные границ водосборов были получены средствами ГИС системы ArcGIS по высотным данным рельефа SRTM3 с использованием данных прибора MODIS, установленного на спутнике Terra, и метода локальной адаптивной классификации LAGMA, о чем подробно описано в коллективных статьях (Verkhoturov et al., 2014; Верхотуров и др., 2016 и др.).

Лес рассматривался как тип растительности: прямостоящий лес (хвойный и лиственный) и стелющийся лес (кедровостланичники). Из спутниковой информации для каждого речного бассейна за каждый год выбирались данные по трем лесным формациям, как это принято при лесоустройстве: хвойный лес, лиственный лес, хвойные кустарники. Для получения данных о площади хвойного леса суммировались площади темнохвойных и светлохвойных вечнозеленых лесов и лиственничников

(хвойных листопадных, включая их редины). Площадь лиственного леса включала в себя следующие площади лесных массивов:

– двух пород: мелколиственных (мягколиственных) и крупнолиственных (твердолиственных),

– смешанных лесов с преобладанием хвойных и с преобладанием лиственных пород.

За период исследований с 2000 г. на 11 модельных водосборах рек бассейна Среднего и Нижнего Амура (из них по трем – с данными о речном стоке) с использованием наземных гидрометеорологических, в том числе (Hydrological Data), и спутниковых данных нами получены следующие результаты.

1. При увеличении рядов наблюдений за температурно-влажностным режимом в Приамурье (осадки, температура воздуха) до 2016 г., характеризующим опасность лесных пожаров, выявлено, что распределение по территории метеопоказателей, рассчитанное ранее за 1980-2009 гг. (Соколова, Макогонов, 2013) не изменилось. Этот факт на фоне глобального потепления имеет научную значимость, т.к., несмотря на предполагаемый сценарий локальных климатических изменений (Соколова, 2017), значения средних многолетних показателей пожарной опасности в лесах по условиям погоды сохранились на прежнем уровне. В результате можно с определенной степенью достоверенности утверждать, что на ежегодную изменчивость лесных площадей большее влияние оказывают в основном факторы уничтожения лесов в результате пожаров и рубок. Поэтому динамика лесопокрытой площади, приведенная на рис. 1 (на примере водосбора р. Буреи), почти на всех модельных водосборах имеет преимущественно зеркальное отражение динамики свежих гарей после пожаров и рубок, которое можно заметить по данным дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ).

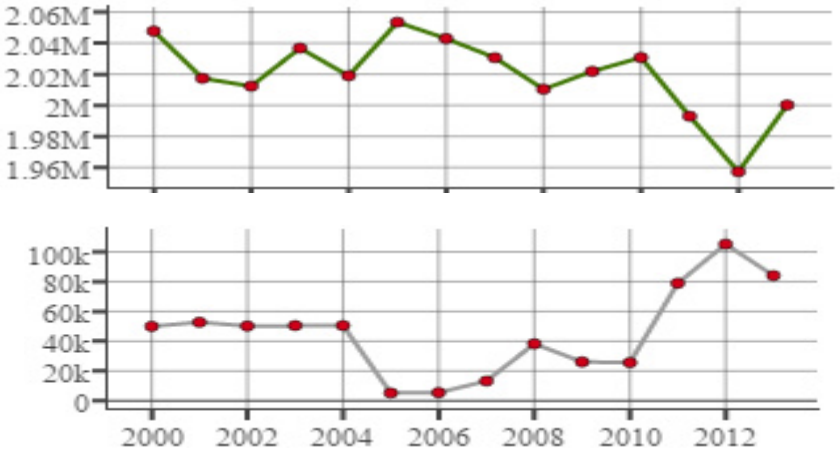


Рис. Динамика площадей лесов (*а*) и свежих гарей после пожаров и рубок (*б*) в бассейне р. Амгунь от истока до с. Гуга (площадь водосбора 41000 км^2) за 2001-2013 гг.

2. Природно-антропогенный процесс изменчивости географической среды речных водосборов можно проследить в настоящее время по ежегодным данным (ДЗЗ), минуя использование лесоустроительных материалов с шагом 5-10 лет. В прошлом веке лесистость речного бассейна определялась в пределах лесничеств, которые затем усреднялись по площади речного бассейна. Например, по данным ДальНИИ лесного хозяйства (Разработать …, 1989) территорию бассейна реки Амгунь (от истока до с. Гуга) площадью водосбора 41000 км^2 пересекают три лесничества: Баджальский, Кербинский и Амгуньский. В Кербинском лесничестве устройство лесов проходило несколько лет (с 1976 по 1978 гг.), камеральная обработка данных была закончена в 1979 г. В Баджальском и Амгуньском лесничествах лесоустройство проводилось в 1988-1989 гг. В 1976 г. на территории бассейна реки Амгунь прошли катастрофические лесные пожары.

3. Используя методы ДЗЗ по определению динамики площадей леса и гарей после пожаров и рубок в пределах границ водосборов за 2000-2016 гг. и сравнивая новые результаты с опубликованными данными в прошлом веке, нами выполнена оценка лесистости в некоторой динамике. Согласно опубликованным в Ресурсах поверхностных вод СССР (1966; 1970) данным, основанным на материалах лесоустройства 1950-1960-х гг., залесенность водосбора р. Амгунь (до с. Гуга) составляла 71%. В последующие два десятилетия устройство лесов в вышеупомянутых лесничествах показало уменьшение процента лесистости на водосборе до 69, 6 (Разработать …,

1989). Пробелы в определении степени залесенности амгуньского бассейна (а также двух других модельных водосборов с данными о речном стоке) за 2000-2016 гг. были воссозданы на основе ежегодных данных ДЗЗ, которые зафиксировали естественный процесс возобновления зеленого покрова бассейна реки на современном этапе. При этом минимальный процент лесистости отмечался в 2001 г. (75, 9%), максимальный в 2016 г. (78,5%) и средний за эти 17 лет 77,8%.

4. Продолжая выполнять сравнительный анализ данных об изменчивости залесенности амгуньского водосбора в связи с речным стоком, сделаны следующие выводы по данным прошлого века. Уменьшение лесных площадей (лесистости) бассейна отразилось на увеличении весеннего стока в створе гидропоста (с. Гуга) с 1966 по 1986 гг., когда задерживающая и терморегулирующая функции леса (породный состав, полнота древостоя и др.) падали. Вместе с тем значения коэффициента неравномерности стока как комплексной характеристики регулирующей емкости речного бассейна, зависящей от многих физико-географических особенностей строения водосбора, среди которых лес занимает одно из первых мест, имели тенденцию понижения за эти годы. В этой характеристике, представляющей отношение максимального стока к минимальному, просматривается роль лесонасаждений в задержании жидких осадков и водоудерживающей способности лесных почв.

5. На основе данных по стоку за паводочный период с июля по август (исключая июнь, когда часто наблюдаются снегодождевые паводки с участием талого стока) и лесистости водосбора по данным ДЗЗ, выполнена оценка динамики показателей речного стока (модули, слои и объемы стока, максимальные расходы и уровни воды). Отмечено, что при понижении тренда показателей лесистости на водосборах Амгуни, Буреи и Биры за 2000-2016 гг. наблюдается изменчивость показателей речного стока:

– положительный тренд в динамике толщины слоя стока *y* (мм) за период муссонных дождей в июле-августе, равномерно распределенного по площади водосбора;

– тенденция увеличения значений модуля паводочного стока *M*, который отражает стекающее количество воды (в виде среднего расхода за паводочный период) с каждого км^2 водосбора за 1 секунду;

– повышение линии тренда объема стока за июль-август (км^2);

– слабо отрицательный (или нулевой) тренд в динамике коэффициента паводочного стока, выражающий отношение величины паводочного стока к количеству выпавших на площадь водосбора атмосферных осадков за тот же период по данным ближайшей метеостанции.

При выполнении исследований и обработке данных нами были использованы ресурсы Центра коллективного пользования «Центр данных ДВО РАН». Исследования проводились при частичной поддержке Целевой комплексной программы ДВО РАН «Спутниковый мониторинг Дальнего Востока для проведения фундаментальных исследований» (госрегистрация № 01.20.0.2.00164) и гранта Министерства образования и науки Хабаровского края на реализацию проектов в 2017 г. в области фундаментальных и технических наук № 200/2017Д. Исследования продолжаются.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Верхотуров А.Л., Соколова Г.В., Погорелов С.А. Совместный анализ данных спутниковых и наземных наблюдений при исследовании гидрологического режима рек (на примере Среднего и Нижнего Амура) // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. 2016. Т. 14. № 1. С. 5-12.

Лебедев А.В. Водоохранное значение леса в бассейнах Оби и Енисея. М. 1964. 64 с.

Молчанов Ф.Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // География и природные ресурсы. 1981. № 4. С. 11-18.

Опритова Р.В. Надземная фитомасса лесов и речной сток в Южном Сихотэ-Алине. Владивосток: ДВО РАН, 1991. 781 с.

Разработать на зонально-типологической основе мероприятия по сохранению и усилению водоохранно-защитной роли лесов южной части Хабаровского края: Отчет НИР (Заключит.) /ДальНИИЛХ; Руководитель М.Р. Широкова. Шифр: УДК 630*116.64(571.61). Инв. № 02900022377. Хабаровск. 1989. 102 с.

Рахманов В.В. Лесная гидрология // Лесоведение и лесоводство. Т. 3. М. 1981. 182 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР Т. 18. Дальний Восток. Вып. 1. Верхний и Средний Амур Л.: Гидрометеорологическое изд-во. 1966. 781 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР Т. 18. Дальний Восток. Вып. 2. Нижний Амур Л.: Гидрометеорологическое изд-во, 1970. 592 с.

Соколова Г.В. Предполагаемый сценарий локальных климатических изменений и их последствия для Амура // Природные ресурсы и экология Дальневосточного региона: материалы II междунар. науч.-практич. форума. Хабаровск. 4 мая 2017 г. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2017. Вып. 2. С. 63-68.

Соколова Г.В., Макогонов С.В. Разработка методики лесопирологического прогноза (на примере Дальнего Востока) // Метеорология и гидрология. 2013. № 4. С. 12-18.

Соколова Г.В., Широкова М.Р. Количественная оценка водоохранно-водорегулирующей роли леса в бассейнах рек Нижнего Амура // Современные проблемы регионального развития: материалы междунар. конф. Биробиджан, 22-25 ноября 2010 г. Биробиджан: ДВО РАН, 2010. С 49-50.

Широкова М.Р. Водоохранная роль леса в зоне достаточного и избыточного увлажнения на примере рек Нижнего Амура. Автореф. Дис. … к.с.-х. наук, Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1975. 25 с.

Hydrological Data, Available at: http://waterinfo.ru/gts/index.php (accessed 3 February 2013).

Verkhoturov A.L., Sokolova G.V., Efremov V.Yu., Egorov V.A. Study of influence of changes in forests area on catchment areas of rivers balance according era data (use in the middle and lower Amur) // Modern Information Technologies in Earth Sciences: Proceedings of the International Conference. Petropavlovsk on Kamchatka. September 8-13 2014. Vladivostok: Dalnauka, 2014. P. 67.

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ОСНОВ ПРИКЛАДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГЕОСИСТЕМ ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА

Presentation landscape basis applied study geosystem pacific belt landscape

В.Т. Старожилов

Тихоокеанский международный ландшафтный центр ШЕН, Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток; Starozhilov.vt@dvfu.ru

В работе рассматриваются результаты научных и практических исследований в сфере геолого-географического изучения и ландшафтного картографирования крупных региональных Приморского, Сахалинского и других звеньев Тихоокеанского ландшафтного пояса (Старожилов, 2013а). Они тематически продолжают ландшафтное картографирование и ландшафтное описание России и региональных ее звеньев, а среднемасштабное векторно-слоевое картографирование с использованием региональной типологической классификации позволило отразить особенности ландшафтных геосистем, проявляющиеся в различных частях их ареалов. Описание выявило свойства и степень различия между ними. Полученные материалы нами ранее применялись для решения различных прикладных задач, таких как практическая реализация ландшафтного подхода в градостроительстве, охране окружающей среды, индикации эрозионно-денудационных систем и других. Ландшафтные основы и практическая реализация ландшафтного подхода в изучении трансформации экосистем и эксплуатации ресурсов гидросферы не применялись и в докладе представляются ландшафтные основы и общая методология возможного их применения в этих областях на практике.

Для выполнения проектов по трансформации экосистем и эксплуатации водных ресурсов Тихоокеанского ландшафтного пояса представляются ландшафтные основы:

1. материалы автора по исследованию природно-территориальных комплексов Приморья, в целом Тихоокеанскому ландшафтному поясу России (включают материалы полевых 30 летних исследований), отраженные в опубликованных 8 ландшафтных картах, более 260 научных работах, из которых 27 монографий, 24 учебных пособий и др., опубликованные в монографиях и авторские архивные материалы по ландшафтным сопряжено проанализированных компонентам: фундаменту, рельефу, климату, почвам, растительности. В том числе по характеристике 3156 выделенных в Приморье выделам ландшафтов, которые можно применять при выполнении задач по трансформации экосистем и эксплуатации водных ресурсов территорий (Старожилов, 2013);

2. разработанная на основе анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных взаимосвязей, внутреннего содержания природы с учетом глубинных корней окраинно-континентальной дихотомии, на основе анализа орографического, климатического, фиторастительного факторов, ландшафтная модель геосистемы Приморья.

Она включает местности (индивидуальные ландшафты), виды, роды, подклассы, классы, округа, провинции и области. Установлена и графически отображена ландшафтная дифференциация и организация природной среды региона. В целом полученная организованная система является базовой моделью, которая отражает разнообразие связей и отношений в природе Приморского края Тихоокеанского окраинно-континентального ландшафтного пояса и применения ее как основы для решения прикладных задач по водным ресурсам (Старожилов, 2013; Старожилов, 2013а);

3. концепция стратегии практической реализации ландшафтного подхода в области туризма и рекреации, градостроительства, организации агропромышленных предприятий для создания продовольственной базы в горно-таежных ландшафтах, лесопользования, планирования природопользования. Она может быть осуществлена только на основе применения базовых морфологических моделей ландшафтных геосистем. Они представляют собой основу для получения (в случае добавления профильной, отраслевой информации) ландшафтно-природопользовательских документов в сфере отраслевого и комплексного освоения ресурсов территорий Тихоокеанского ландшафтного пояса (Старожилов, 2013б);

4. концепция компонентной, морфологической и площадной ландшафтной индикации территорий, объектов и др. (Старожилов, 2015; Старожилов, 2017);

5. компьютерная технология векторного слоевого картографирования и методика компьютерного пользования векторно-слоевыми ландшафтными картами и уже составленные векторно-слоевые ландшафтные карты в качестве «платформы» и основы для профессионального планирования, функционирования и составления соответствующих моделей природопользования и в

том числе моделей освоения водных ресурсов и возможностями её любого компьютерного информационного дополнения (Старожилов, 2016);

6. концепция векторно-слоевого картографирования и документы ее практической реализации с картографированием слоев классов, подклассов, родов, видов и индивидуальных ландшафтов. Использование представляемой концепции и результатов ее практической реализации позволит перейти на современный передовой уровень использования компьютерных технологий и на заключительных этапах работать с полученными моделями уже не с отраслевыми слоями (геологический, геоморфологический, почвенный и т.д.), а на уровне ландшафтных слоев, выделяемых на основе применения методологии сопряженного анализа и синтеза межкомпонентных и межландшафтных связей с учетом окраинно-континентальной дихотомии и данных по орографическому, климатическому и фиторастительному факторам географически единых территорий в рамках горной ландшафтной географии (Старожилов, 2016);

7. модель ландшафтной классификации Приморья с выделением видов, родов, подклассов, классов, типов ландшафтов и впервые выполненным описанием их внутреннего компонентного содержания (описаны геология, рельеф, климат, воды, почвы, растительность). Информация может быть использована при составлении моделей трансформации экосистем и освоения водных ресурсов (Старожилов, 2013; Старожилов, 2013б);

8. модель ландшафтного районирования Приморья с выделением округов, провинций, областей ландшафтов и впервые выполненным описанием их внутреннего компонентного содержания. Возможно любое ландшафтное компьютерное добавление информации в выделенные 54 округа, 8 провинций, 4 области (Старожилов, 2013в);

9. модель геосистемы Приморья, отображенная в Карте ландшафтов Приморского края масштаба 1 : 500 000, 1 : 1000 000, объяснительная записка к карте ландшафтов Приморского края масштаба 1 : 500 000, в которой впервые в Тихоокеанской России приведена характеристика 3156 выделов ландшафтов (приводятся ландшафтные данные по геологии, рельефу, климату, почвам, растительности и др.). При составлении карты и матрицы предполагалось дополнение их другими качественными и количественными показателями в рамках выделенных ландшафтов, такими как, например, геохимическими, экологическими, минерально-сырьевыми, и другими. Именно это определило оставить карту и матрицу открытой для дальнейших исследований. Важно отметить, что предложенная открытость варианта отражения ландшафтной информации на карте и ландшафтной матрице к ней только увеличит информативность подобного типа карт и расширит возможности прикладного их использования и в том числе для составления моделей трансформации экосистем и освоения водных ресурсов (Старожилов, 2009; Старожилов, 2009а);

10. материалы картографо-статистического изучения ландшафтной карты масштаба 1: 500 000. Особое внимание при расчетах уделялось изучению размеров площадей индивидуальных ландшафтов, их видов, родов, подклассов, классов, соотношению их площадей в процентном и долевом отношении в пределах края. Подсчитаны коэффициенты ландшафтной раздробленности, расчлененности и многие другие. В результате установлены не только закономерности структуры и пространственной организации ландшафтов на уровне ландшафтной дифференциации, но и установлены их статистические данные, что важно для составления моделей трансформации экосистем и освоения водных ресурсов (Старожилов, 2013; Старожилов, 2015а);

В заключение отметим, что в результате исследований на примере практической реализации ландшафтного подхода в различных областях природопользования, с использованием отмеченных выше основ, отработана методика практической реализации ландшафтного подхода в прикладных целях и в научных исследованиях. Для составления моделей трансформации экосистем и освоения водных ресурсов с применением ландшафтного подхода прежде всего нужно иметь векторно-слоевую морфологическую ландшафтную модель территории. Затем важно и необходимо нанести дополнительную отраслевую информацию на базовую основу – морфологическую ландшафтную модель регионального или локального уровня, установить ландшафтный статус объектов освоения. Далее на основе синтеза информации строится новая, но уже на ландшафтной основе скорректированная отраслевая модель и решаются соответствующие ландшафтно-планировочные и др. задачи и в том числе решается задача составления моделей трансформации экосистем и освоения водных ресурсов, но уже с учетом межкомпонентных, межландшафтных связей, внутреннего содержания таксонов ландшафтов и их структуры, подсчетов площадей в выделенных на оцифрованных картах границах и других характеристик особенностей ландшафтов. То есть для формирования моделей по водным ресурсам на основе пакета материалов профессора В.Т.

Старожилова необходима ландшафтная корректировка профильного материала в рамках знаний горного ландшафтоведения. Затем на основе синтеза добавленной информации составляется пакет документов по моделям водных ресурсов с применением современных компьютерных технологий и предоставления выходных материалов в векторно-слоевой форме, но уже отражением не отраслевых слоев, а ландшафтных. Нужно помнить, что Приморский и Хабаровский края, Сахалинская и Камчатская области, Чукотка находится в особых окраинно-континентальных горных условиях Тихоокеанского ландшафтного пояса России и пакет моделей трансформации экосистем и освоения водных ресурсов должен быть составлен в рамках современных знаний горного ландшафтоведения и знаний по применению современных разработанных для условий Приморья новых векторно-слоевых компьютерных технологий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья (регионально-компонентная специфика и пространственный анализ геосистем): монография / В.Т. Старожилов; [науч. ред. В.И. Булатов]. Владивосток: Издательский дом ДВ федерал. ун-та, 2013. 276 с.

Старожилов В.Т. Окраинно-континентальный ландшафтный пояс как географическая единица Тихоокеанской России // Матер междун. конф. «Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах». Владивосток: Дальнаука, 2013а. С. 38 – 43.

Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья (практика). Владивосток: Изд-ский дом ДВ федер. ун-та, 2013б. Кн. 3. 276 с.

Старожилов В.Т Ландшафтная индикация трансформации геосистем // Структурные трансформации в геосистемах Северо-Восточной Азии: материалы Всерос. науч.-практ. конф. 23-24 апр. 2015. Владивосток: Дальнаука, 2015. С. 86-91.

Старожилов В.Т Концепция ландшафтной индикации в политике Тихоокеанского международного ландшафтного центра ШЕН ДВФУ // Сб. науч. статей по итогам междун. науч.-практ. конф. «Современный взгляд на будущее науки: приоритетные направления и инструменты развития». Санкт-Петербург, 2017. С. 35-37 .

Старожилов В.Т Метод векторно-слоевого ландшафтного картографирования, районирования // материалы Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы современной науки». Москва:-ISI-Journal. 2016. С. 22-28

Старожилов В.Т Ландшафтная география Приморья. Кн. 2. (районирование): моногр. Владивосток: Изд. дом ДВ федер. ун-та, 2013в. 292 с.

Старожилов В.Т. Карта ландшафтов Приморского края масштаба 1: 1 000 000. Владивосток: Изд-во ДВ ун-та, 2009.

Старожилов В.Т Ландшафты Приморского края: (Объяснительная записка к карте масштаба 1: 500 000). Владивосток: Изд-во ДВ ун-та, 2009а. 368 с.

Старожилов В.Т. Статистический анализ пространственного распределения ландшафтов окраинно-континентальных геосистем Тихоокеанской России // Материалы Всероссийской школы-конференции: «Арчиковские чтения – 2015: Науки о земле и стратегия устойчивого развития», посвящ. 90-летию со дня рождения Е.И. Арчикова. Чебоксары, 2015а. С. 102-112

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ В ЛЕДОВЫХ ВЗВЕСЯХ СРЕДНЕГО АМУРА

Diatoms in the ice suspensions of the Mid-Amur

А.С. Стенина [1], С.И. Генкал [2], В.П. Шестеркин [3], В.И. Ким [3], В.О. Крутикова [3,4], Г.В. Харитонова [3]

[1] *Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар,* stenina@ib.komisc.ru

[2] *Институт биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН, Борок*

[3] *Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск*

[4] *Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина ДВО РАН, Хабаровск*

Лед на водных объектах может содержать эвтрофирующие и загрязняющие вещества за счет поступления терригенного материала, аэрозолей атмосферных осадков и в результате эоловых процессов. Особенно много минеральных взвесей и органических веществ может содержать шуга (Немировская и др., 2015). Это совокупность ледяных частиц, представляющих собой сложную экологическую нишу из смеси водорослей подледных обрастаний, фитопланктона подледной воды, непланктонных группировок на частицах грунта, включенных в лед, и других организмов. В некоторых участках р. Амур шуга образуется постоянно в течение всей зимы и может накапливаться подо льдом, достигая дна (Махинов, Ким, 2013). Данные о развитии водорослей в ледовом покрытии р. Амур немногочисленны (Лебедев и др., 1981; Иванов и др., 1987; Юрьев, Лебедев, 1988; Юрьев, 1992, 1996; Усольцева и др., 2006 и др.), т.к. начались относительно недавно. Они в основном посвящены криоперифитону на нижней поверхности льда, в его толще и подледному фитопланктону. Сведения о водорослях ледовых взвесей (шуги) р. Амур нам неизвестны. Цель настоящей работы – определить ведущие виды диатомовых водорослей в ледовых взвесях Среднего Амура. Изучение этой группы организмов вследствие их индикационных свойств имеет большое значение для выявления состояния экосистем, их естественных и антропогенных изменений.

Исследования осуществлялись в январе 2017 г. на р. Амур у г. Хабаровск на пяти равномерно распределенных по ширине реки вертикалях. Пробы отбирались из пробуренной ледовым буром лунки. В трех образцах присутствовали диатомовые водоросли в достаточном для анализа количестве. Всего в ледовых взвесях найдено 19 диатомовых, из них 14 определены до вида и 5 – до рода. Они относятся к семи семействам: Stephanodiscaceae, Aulacoseiraceae, Fragilariaceae, Naviculaceae, Cymbellaceae, Eunotiaceae, Rhopalodiaceae и семи соответствующим порядкам. Основное разнообразие приходится на центрические диатомеи из двух родов: *Stephanodiscus* и *Aulacoseira*. Чаще других встречается *Stephanodiscus hantzschii* Grunow, ему сопутствуют *S. invisitatus* Hohn et Hellermann, *S. makarovae* Genkal, *S. minutulus* (Kützing) Cleve et Möller. В состав диатомового комплекса входят также *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen (найдена с ауксоспорами) и *A. subarctica* (Müller) Haworth. Их дополняют представители рода *Cyclotella*: *Cyclotella scaldensis* Muylaert et Sabbe, *C. meduanae* Germain и рода *Cyclostephanos – Cyclostephanos dubius* (Fricke) Round. Пеннатные диатомеи представлены немногочисленными бесшовными видами – *Meridion circulare* (Greville) Agardh var. *circulare* et var. *constrictum* (Ralfs) Van Heurck и *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère. В числе шовных диатомовых единичные *Eunotia soleirolii* (Kutzing) Rabenhorst, *Geissleria similis* (Krasske) Lange-Bertalot et Metzeltin, а также *Cymbella* sp., *Navicula* spp., *Rhopalodia* sp. Основная часть видового состава – космополиты, лишь виды рода *Aulacoseira* – холодноводные, арктo-альпийские.

Большей частью выявленные диатомовые – планктонные виды, на втором месте виды–обитатели нескольких экологических группировок. По галобности это преимущественно индифференты, по отношению к pH – алкалифилы и алкалибионты, предпочитающие слабощелочную и щелочную среду, а также наличие легко окисляемых органических веществ. Выделяется по частоте встречаемости и экологии *Stephanodiscus hantzschii* – галофил, алкалибионт, альфамезо-полисапроб, обитатель эвтрофных и гиперэвтрофных вод. Все его характеристики позволяют рассматривать этот вид как биоиндикатор в значительной степени загрязненных вод. Такое развитие этого вида в криоперифитоне и подледном фитопланктоне ранее не отмечалось (Юрьев, Лебедев, 1988; Юрьев, 1996). Было зарегистрирована одновидовая популяция *Melosira islandica* (*Aulacoseira islandica*) вследствие ее массового развития и скопления во льду с образованием до 96% биомассы и более, что позволяло оценивать этот вид как «абсолютного доминанта» (Усольцева и др., 2006). Хотя в отдельные зимние периоды центрические диатомеи из родов *Stephanodiscus* и *Cyclotella* участвовали в формировании подледного фитопланктона, достигая 44% биомассы (Юрьев, 1992). Изменение состава ведущих видов связано, возможно, с загрязнением вод р. Амур поступлением поллютантов из притока – реки Сунгари.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Иванов А.В., Юрьев Д.Н., Лебедев Ю.М. Криоперифитон в ледяном покрове р. Амур // Материалы гляциологических исследований. М.: АН СССР. 1987. Т. 60. С. 184-188.

Лебедев Ю.М., Юрьев Д.Н., Сиротский СЕ. Зимний фотосинтез в р. Амур и развитие водорослей в связи с подледными световыми условия и // Круговорот вещества и энергии в водоемах. Вып. 1. Элементы биотического круговорота. Иркутск: СО АН СССР. 1981. С. 88-89.

Махинов А.Н., Ким В.И. Ледяной покров реки АМУР и его влияние на русловые процессы // Водные ресурсы. 2013. Т. 40. № 4. С. 359-366.

Немировская И.А., Кравчишина М.Д., Реджепова З.Ю. Органические соединения и взвесь в снежно-ледяном покрове и почвах в районах антарктических станций России // Лёд и Снег. 2015. Т. 55. № 4. 114-126.

Усольцева М.В., Никулина Т.В., Юрьев Д.Н., Лихошвай Е.В. К изучению развития и морфологических особенностей *Aulacoseira islandica* (O. Muller) Simonsen (Bacillariophyta) // Альгология. 2006. Т. 16. № 2. С. 145-155.

Юрьев Д.Н., Лебедев Ю.М, Развитие ледового перифитона р. Амур в связи со световым фактором // Ботанический журнал. 1988. Т. 73. № 11. С. 1546-1551.

Юрьев Д.Н. Экология ледовых водорослей Нижнего Амура и их роль в экосистеме: Автореф. дисс. на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М. МГУ. 1992. 24 с.

Юрьев Д.Н. Структура, формирование и жизнедеятельность ледовых альгоценозов Нижнего Амура в связи с факторами среды // Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояния природных вод: Кратк. докл. на конф. (Борок, 3-5 дек. 1996). Ярославль, 1996. С. 110-112.

ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАДЫМЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ КРУПНЫМИ ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ

Consequences of blackening the territories by the smoke of large forest fires

Г.П. Телицын

Хабаровский институт повышения квалификации в области экологии и лесопользования, г. Хабаровск; genrihtelicin@mail.ru

До 1968 года в России обычной практикой охраны лесов были так называемые весенние профилактические выжигания открытых участков, прилегающих к ценным лесным массивам, часто посещаемыми населением и потому наиболее пожароопасными, с которых и начинаются лесные пожары. Сроки проведения весенних выжиганий назначались с учетом того, чтобы открытые участки были уже свободными от снега и достаточно сухими для сгорания, в то время как под пологом примыкающих к ним лесных массивов еще сохранялся снежный покров, препятствующий распространению огня под пологом леса. Обычно приемлемыми сроками для весенних обжигов в Хабаровском крае и Амурской области являются первая и (или) вторая декады апреля.

Обширные масштабы весенних профилактических обжигов сельскохозяйственных угодий и открытых участков вокруг лесных массивов приводили к продолжительному задымлению территории, тем более, что ограничительных нормативов на выжигания не существовало. И если количество лесных пожаров весной действительно удавалось немного сократить, то из-за нередко случавшихся заходов огня в лес число летних пожаров, особенно в июне, существенно возрастало.

Поэтому в 1968 году решением Гослесхоза СССР все огневые работы в лесах, в том числе и весенние профилактические выжигания, были строго запрещены в течение всего пожароопасного сезона.

Масштабы задымленности сократились, и это неожиданно повлияло на количество выпадающих осадков. В Амурской области в весенние месяцы суммы осадков в апреле и мае возросли, так что весенние месяцы после 1968 года стали более дождливыми (Телицын, 1984…1989; 2016).

Однако запрет продолжался недолго: выяснилось, что сельское хозяйство, особенно в Амурской области, не может обходиться без выжиганий стерни на полях и отавы на сенокосах и пастбищах. Поэтому уже в 1976 году профилактические выжигания и сельхозпалы пришлось разрешить, но уже под строгим контролем лесной охраны с целью недопущения захода огня в лес, а также с соблюдением утвержденных нормативов выжигаемых площадей и технологических карт. Задымление территории, хотя и в меньших масштабах, возобновилось, и весенние месяцы в Амурской области вновь стали более засушливыми. Возросло и количество лесных пожаров в летние месяцы из-за продолжительных весенних засушливых периодов.

Стало очевидным, что выделение дыма лесными пожарами вполне определенно снижает количество выпадающих осадков на задымленной территории.

По наблюдениям автора, в степях Монголии в почве встречаются мощные корни сибирских кедров и лиственниц, произраставших там, по-видимому, сотни лет тому назад, что говорит о наличии там в то время обильных осадков. С похолоданием климата монголы вырубили свои леса на дрова. На очищенной от леса территории разрослись степные питательные травы, благоприятствующие развитию скотоводства. На эту эпоху приходится демографический взрыв империи монголов, когда скота хватало для пропитания большой армии. Кстати, тогда и появился Чингисхан с его известными обширными завоеваниями. Однако вместе с питательными кормовыми злаками вырастали и ядовитые для скота растения, от которых монголы избавлялись осенними и весенними выжиганиями. Из-за обширного периодического задымления осадки в степях стали скудными, а кое-где и вовсе прекращались на 2-3 года. Появились пустынные территории, и эра благоденствия монгольских аратов пошла на убыль. Сейчас в Монголии кедровые и лиственничные леса сохраняются лишь на склонах гор в высотном поясе 1000 - 2000 метров горного района Хэнтей, куда заготовителям дров и деловой древесины не так-то просто добраться, и где, как и в прошлом на равнинах все еще выпадают в июле и августе обильные дожди, питающие монгольские реки, такие как Селенга, Олон и Керулен.

Аналогичные процессы происходили в Австралии после ее заселения аборигенами с островов Океании. Папуасы добывали пищу охотой с помощью огня, собирая обгоревшие трупы и (или) добивая еще живых животных, отравившихся дымом лесных пожаров. В итоге там, как и в Монголии, произошло опустынивание почти всего материка из-за снижения осадков задымлением. Австралийские геологи сообщают, что при разведочных работах они в пустынях Зеленого

континента обнаруживают скелеты гигантских черепах и других животных, характерных для тропических дождевых лесов.

Об этом свидетельствует теория германского ученого Пауля Крутцена, который доказал, что если весь земной шар будет задымлен растительностью, сгоревшей, например, от взрывов ядерных бомб во время ядерных конфликтов, солнечный свет не будет проникать сквозь дым к поверхности Земли, наступит зимний холод, а осадки выпадут лишь когда дым осядет, да и то в виде снега. Ввиду малых размеров дымовых частиц (капельки смолы, сажа, пепел), особенностей их физической структуры, дым тормозит или полностью исключает выпадение влаги из облаков и даже препятствует формированию облачности. Поэтому над задымленными территориями всегда ясное, безоблачное небо и дожди выпадают лишь после оседания или сдвига дымового слоя с задымленной территории. За теорию «ядерной зимы» Крутцен получил в 1972 году Нобелевскую премию.

Эта теория подтвердилась на территории Хабаровского края в конце сентября 2016 года. Тогда в край поступал густой дым с приграничных территорий (КНР и ЕАО), накрывший южную половину края. В итоге вместо ожидавшегося в октябре нормативного количества осадков (50 мм) выпало лишь 20 мм, да и то только в первой половине октября, когда дым еще не был таким плотным.

Плотная задымленность продолжилась и в ноябре, в результате чего сумма ноябрьских осадков оказалась ниже средней климатической нормы (18 мм при норме 26 мм). На юге Хабаровского края сумма осадков холодного периода зависит от суммы осадков ноября (рис.1а, 1б), поэтому задымленный и потому малоснежный ноябрь 2016 года снизил общую сумму осадков всего последующего холодного периода (71 мм при норме 81 мм). Многолетние наблюдения показывают, что после малоснежной зимы лето в лесах юга края оказывается засушливым (рис. 2) с повышенным числом лесных пожаров (рис. 3). Дымная осень, включая ноябрь, способствует дефициту осадков зимой и повышенной горимости лесов в последующем пожароопасном сезоне. Последствием задымления является задержка выпадения осадков на задымленной территории в течение 1-2 месяцев после оседания дыма.

18	66	2000
16	78	2001
13	106	2002
17	58	2003
46	122	2004
20	81	2005
34	127	2006
28	123	2007
1	30	2008
11	118	2009
9	106	2010
41	163	2011
26	89	2012
25	96	2013
58	90	2014
55	219	2015

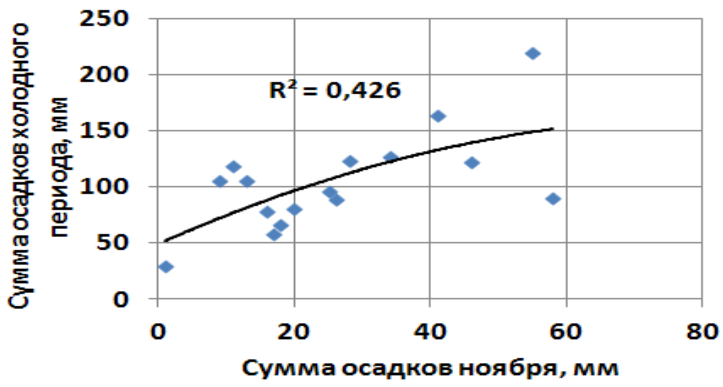


Рис. 1а. В Хабаровском крае: чем больше осадков в ноябре, тем больше осадков в холодном периоде (м/с «Хабаровск)

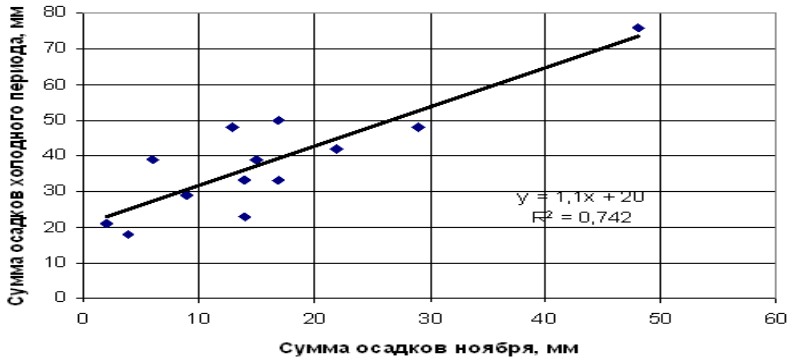


Рис. 1б. В Амурской области: чем больше осадков в ноябре, тем больше осадков в холодном периоде (м/с «Зея)

106	543	2002
58	473	2003
122	571	2004
81	401	2005
127	681	2006
123	538	2007
30	367	2008
118	697	2009
106	604	2010
163	742	2011
89	619	2012
96	561	2013
90	530	2014
219	652	2015
84	668	2016
71		2017

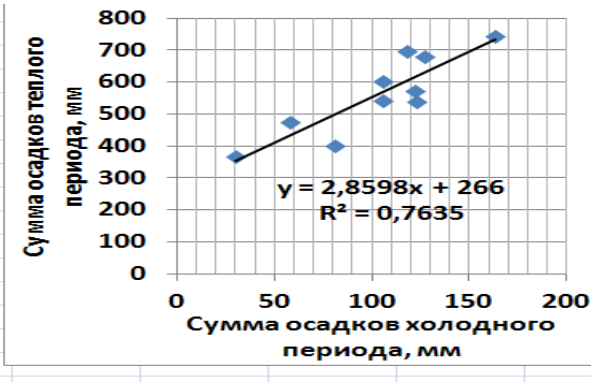


Рис. 2. Чем больше осадков в холодном периоде, тем больше осадков в теплом периоде (м/с «Хабаровск»)

37	219	2002
33	157	2003
102	27	2004
118	24	2005
69	121	2006
87	54	2007
69	31	2008
5	104	2009
79	71	2010
65	153	2011

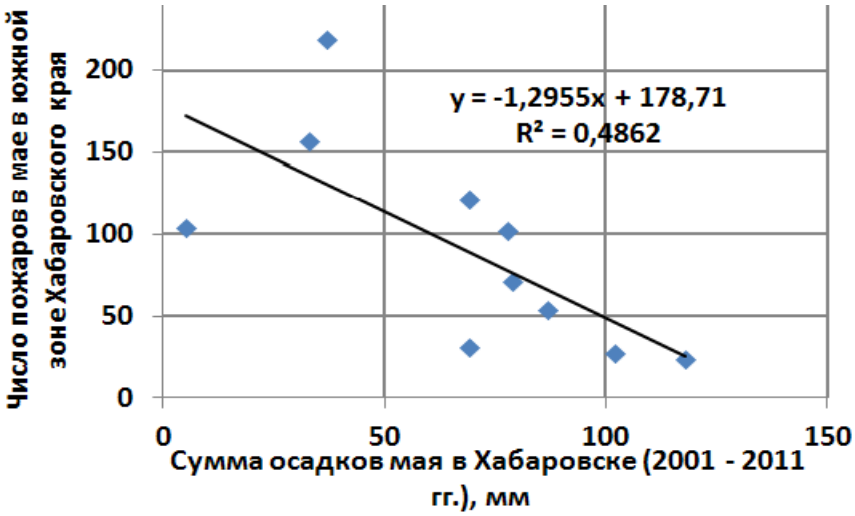


Рис. 3. Чем больше осадков в мае, тем меньше пожаров в мае на юге края

Выводы.

После задымленной осени наступают малоснежная зима и напряженный пожароопасный период.

Обширные осенние профилактические выжигания и сельхозпалы, задымляющие обширные территории, недопустимы, так как приводят к малоснежной зиме, последующему засушливому лету и повышенной пожарной опасности в лесах.

Приведенные выше сведения могут быть использованы для заблаговременного составления долгосрочных прогнозов осадков и лесных пожаров по сумме осадков в ноябре и (или) в холодном периоде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Телицын Г.П. Влияние задымленности атмосферы на выпадение осадков //Лесное хозяйство, 1984, № 6. С. 66-67.

Телицын Г.П. Лесные пожары не дают пролиться дождю // Химия и жизнь. 1985, № 8. С. 33.

Телицын Г.П. Лесные пожары: их предупреждение и тушение в Хабаровском крае. Хабаровск, 1988. 94 с.

Телицын Г.П. Последствия задымленности атмосферы крупными лесными пожарами // Лесной журнал, 1989, № 6. С. 37-41.

Телицын Г.П. «Дым не тает – дождю мешает» / Газета «Тихоокеанская Звезда». № 210 (27740). 9 ноября 2016 г.

К ВОПРОСУ ОБ ОБИТАНИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕСНОГО КОТА В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

The question of the Far-eastern wild cat habitat in the Evreiskaya Autonomous Oblast'

К.Н. Ткаченко

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; carnivora64@mail.ru

В настоящее время утверждается, что дальневосточный лесной кот (*Prionailurus euptilura* Elliot, 1871) в Еврейской автономной области (ЕАО) редкий заходящий вид и включать в его ареал равнины левобережной части Амура нет оснований (Юдин, 2010, 2015; Рубцова, Калинин, 2011). Так, А.В. Абрамов и Л.А. Хляп (2012) указывали, что в России кот распространен на правобережье Амура и в Приморье. Но М.И. Зубаровский (1939), С.П. Кучеренко (1973а, б) и И.Л. Туманов (2009а, б) включали в ареал кота левобережное Приамурье. При этом подчеркивалось, что на левобережье Амура его ареал разорван на ряд разрозненных очагов (Кучеренко, 1973а). Есть сведения, что в Облученском районе ЕАО и в бассейне р. Архара (Амурская область) встречи котов не представляли большой редкости в конце 2000–начале 2010-х годов (Бабыкина и др., 2012). Однако ранее высказывались сомнения, что кот обитал в левобережном Приамурье в 1980-х годах (Юдин, 1984, 1989). В конце 1930-х годов на Зейско-Буреинской равнине и в Биробиджане кот был обыкновенен (Гептнер, Слудский, 1972). Данные автора, собранные в первой половине 2010-х годов и частично опубликованные (Tkachenko, 2014) свидетельствуют, что кот – оседлый вид южной части ЕАО и численность его возросла.

Материал собирался 4–12 июля 2012 г. в окрестностях с. Союзное (Октябрьский р-н) и 8–13 июля 2013 г. в бассейне р. Вертопрашиха (заказник «Чурки», Ленинский р-н). В заказнике «Чурки» следы котов неоднократно регистрировались на грунтовых дорогах. Общая протяжённость пеших маршрутов составила примерно 29 км, из них по грунтовым дорогам – около 20 км. Промерено 11 отпечатков лап этих животных. Также использованы опросные сведения. Причем часть из них подтверждена фотографиями котов.

В окрестностях с. Союзное дальневосточный лесной кот встречается крайне редко (опросные сведения). Вероятно, по этой причине в июле 2012 г. его следы в этих местах не отмечены. Редок этот вид и в кластере «Забеловский» заповедника «Бастак» (Капитонова и др., 2012). Но в заказнике «Чурки» (бассейн р. Вертопрашиха) в 2013 г. следы амурского лесного кота были нередки на дорогах среди малооблесённых равнин. В прошлые годы по левобережью р. Вертопрашихи (в пределах заказника) регистрировались выводки кота (опросные сведения). По-видимому, в настоящее время этот вид обычен в равнинной части заказника.

Судя по размерам обнаруженных отпечатков лап (табл. 1), они принадлежали разным особям кота.

Таблица 1

Промер	Передняя лапа	Задняя лапа
	Интервал (в см)	Интервал (в см)
Ширина отпечатка «пятки»	2,5–2,8	2,3–2,4
Ширина следа	3,5–3,8	3,0–3,5
Длина следа	3,5–3,9	3,8–4,1

По опросным сведениям, которые удалось собрать, дальневосточный лесной кот неоднократно отмечался за пределами заказника «Чурки» (табл. 2).

Мнение, что в настоящее время дальневосточный лесной кот только изредка заходит в ЕАО или вообще отсутствует основано, преимущественно, на недостатке сведений об этом виде с территории области. Причина слабой изученности не только в чрезвычайной скрытности этого животного, но и в отсутствии целенаправленных исследований его в ЕАО.

Приведенные данные доказывают, что в настоящее время дальневосточный лесной кот оседло обитает в южной части ЕАО и его численность несколько увеличилась.

Автор благодарен госинспектору заказника «Чурки» С.В. Згортюку за помощь в сборе материала и ценную информацию.

Таблица 2

Случаи регистрации амурского лесного кота в ЕАО в 2003–2013 гг.

Год, месяц	Число особей	Место	Примечание
Ленинский р-н			
2003	1	с. Октябрьское	задавлен собакой
2012, осень	1	окрестности оз. Лебединое	встреча
2012, ноябрь	1	окрестности с. Бабстово	встреча
2013, апрель	1	на шоссе в 5км от с. Унгун в сторону с. Биджан	сбит автомобилем
Биробиджанский р-н			
2011, зима	1	с. Красивое	пойман живым (нападал на куриц), отпущен в заказнике «Ульдуры»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Абрамов А.В., Хляп Л.А. Отряд Carnivora // Павлинов И.Я., Лисовский А.А. (ред.) Млекопитающие России: систематико-географический справочник (Сборник трудов Зоологического музея МГУ. Т. 52). М.: Т-во научн. изданий КМК. 2012. С. 313–382.

Бабыкина М.С., Антонов А.И., Кастрикин В.А. Новые встречи лесного кота (*Felis euptilura*) на юго-востоке Амурской области // Амурский зоологический журнал. 2012. Т. 4 (1). С. 97.

Гептнер В.Г., Слудский А.А. Млекопитающие Советского Союза. Хищные (гиены и кошки). М.: Высшая школа. 1972. Т. 2, ч. 2. 552 с.

Зубаровский М.И. Дальневосточный лесной кот *Felis* (*Prionailurus*) *euptilura microtis* Milne-Edwards (1868–1874) // Бюллетень МОИП. Отд. биол. 1939. Т. 48 (2–3). С. 75–81.

Капитонова Л.В., Аверин А.А., Ростова С.А. Класс Mammals – Млекопитающие // Животный мир заповедника «Бастак». Благовещенск: изд-во БГПУ. 2012. С. 208–215.

Кучеренко С.П. Современное распространение амурского лесного кота // Редкие виды млекопитающих фауны СССР и их охрана. М.: Наука. 1973а. С. 84–85.

Кучеренко С.П. Звери у себя дома. Хабаровск: Книжное издательство. 1973б. 320 с.

Рубцова Т.А., Калинин А.Ю. Особо охраняемые природные территории Еврейской автономной области: состояние и перспективы развития. Владивосток: Дальнаука. 2011. 138 с.

Туманов И.Л. Распространение, численность и некоторые особенности размножения дальневосточного лесного кота в России // Вестник охотоведения. 2009а. Т. 6 (2). С. 106–110.

Туманов И.Л. Редкие хищные млекопитающие России (мелкие и средние виды). СПб.: ООО «Бранко». 2009б. 448 с.

Юдин В.Г. Отряд Carnivora – хищные // Наземные млекопитающие Дальнего Востока СССР: Определитель. М.: Наука. 1984. С. 216–316.

Юдин В.Г. Дальневосточный лесной кот // Редкие позвоночные животные советского Дальнего Востока и их охрана. Л.: Наука. 1989. С. 209–210.

Юдин В.Г. Материалы к распространению и систематическому положению дальневосточного лесного кота (Carnivora, Felidae, *Prionailurus euptilura* Elliot, 1871) // Проблемы экологии Верхнего Приамурья: сборник научных трудов. Благовещенск: изд-во БГПУ. 2010. Вып. 12. С. 156–178.

Юдин В.Г. Дальневосточный лесной кот. Владивосток: Дальнаука. 2015. 443 с.

Tkachenko K.N. Monitoring of population groups of some preying animals in the Bol’shekhekhtsirsky nature reserve (Khabarovsky krai) // Resources, Environment and Regional Sustainable Development in Northeast Asia. Changchun. 2014. P. 234–237.

ИНФУЗОРИИ РУЧЬЯ ЧХОНГЕЧХОН (Г. СЕУЛ, РЕСПУБЛИКА КОРЕЯ)

Infusorians of Cheonggyecheon stream (Seoul, Republic of Korea)

М.М. Трибун

Дальневосточный государственный университет путей сообщения, г. Хабаровск;

tribunmikhail@gmail.com

Составной частью биоценоза любой экосистемы являются простейшие (Protista) и, в том числе, инфузории (Ciliophora), представляющие весьма специфичную трофическую группу. С одной стороны, цилиата – неотъемлемый компонент пищевого рациона других групп гидробионтов (коловраток, личинок беспозвоночных и мальков рыб), а с другой — участники процесса разложения органического вещества. Инфузории являются неотъемлемым звеном в переносе энергии и вещества между трофическими уровнями в экосистеме (Алекперов, 2012).

Целью данной работы явилось исследование цилиофауны р. Чхонгечхон.

Материал и методы исследования

Отбор гидробиологических проб производился в январе 2017 г. в ручье Чхончечхон (г. Сеул). Водный объект является излюбленным местом отдыха местных жителей. Ручей, протяженностью около 10 км, протекает в центральной части города. Произвольно были выбраны две контрольные точки, удаленные друг от друга на 1,5 км.

Материал отбирали в пластиковые сосуды емкостью 50мл. В качестве питательной среды использовали рис (Никитина, 1997). Инвентаризацию инфузорий производили с помощью работ - Curds et al.(1982-1983), Foissner, Berger (1996), Протисты (2007).

Выявление микроорганизмов осуществляли *in vitro* и *in vivo*. Цилиат изучали с помощью микроскопов «Motic BA 300» при увеличении окуляра 10х–20х, объектива — 4х, 10х, 40х и «Levenhuk D2L» при увеличении окуляра 16х, объектива – 4х, 10х, 40х. Фиксацию простейших осуществляли кальций-формолом (по Бейкеру) и фиксатором Люголя, для выявления общей морфологии клеток использовались 0,1 %-ный раствор метиленового синего, 0,2 %-ный раствор эозина, 0,3 %-ный раствор йода. Инфрацилиатуру выявляли импрегнацией 0,3 %-ным раствором протаргола (Алекперов, 2012).

Результаты и обсуждение

В ходе видового определения цилиатного населения р. Чхонгечхон было выявлено 15 видов инфузорий, относящихся к двум подтипам и пяти классам (табл. 1). Самыми многочисленными классами явились Spirotrichea (5 видов или 33,3% от общего видового богатства цилиата) и Oligohymenophorea (6 видов или 40%).

Необходимо отметить, что на первой контрольной точке фауна инфузорий была представлена намного богаче – 13 видов и 6 на второй. На первом участке нами было выявлено 9 видов инфузорий, которые не регистрировались на втором (*Loxodes rostrum, Spirostomum teres, Aspidisca cicada,* Strombidium sp., *Trithigmostoma cucullulus, Frontonia leucas, Urocentrum turbo, Paramecium putrinum, Stylonychia mytilus*). На второй точке таких видов было всего два – *Oxytricha minor, Metopus es*.

Анализ данных по частоте встречаемости инфузорий позволил выделить доминантный комплекс цилиата, состоящий из двух видов – *Paramecium caudatum* и *Uronema nigricans*. Данные виды простейших являются доминантными не только в исследованном водотоке, но и в малых реках окрестностей г. Хабаровска и юга о-ва Сахалин (Панов, Трибун, Никитина, 2016).

Выводы

1. В результате исследования цилиатного населения ручья Чхонгечхон было выявлено 15 видов инфузорий, относящихся к двум подтипам и пяти классам.

2. Фауна цилиата на первой контрольной точке состояла из 13 видов, 9 из которых не были отмечены на втором участке (*Loxodes rostrum, Spirostomum teres, Aspidisca cicada,* Strombidium sp., *Trithigmostoma cucullulus, Frontonia leucas, Urocentrum turbo, Paramecium putrinum, Stylonychia mytilus*). На второй точке таких видов было всего два (*Oxytricha minor, Metopus es*).

3. Доминантный комплекс инфузорий исследованного объекта состоит из двух видов - *Paramecium caudatum* и *Uronema nigricans*.

Таблица 1. Видовой состав инфузорий ручья Чхонгечхон.

Вид	1 точка	2 точка
Тип Ciliophora Doflein, 1901		
Подтип Postciliodesmatophora Gerasimova et Seravin, 1976		
Класс Heterotrichea Stein, 1859		
Loxodes rostrum Muller, 1786	+	-
Spirostomum teres Claparede et Lachmann, 1859	+	-
Подтип Intramacronucleata Lynn, 1996		
Класс Spirotrichea Butschli, 1889		
Tachysoma pellionellum Muller, 1773	++	+
Stylonychia mytilus complex	+	-
Oxytricha minor Kahl, 1932	-	+
Aspidisca cicada Muller, 1786	+	-
Strombidium sp.	+	-
Класс Armophorea Lynn, 2002		
Metopus es Muller, 1786	-	+
Класс Phyllopharyngea Puytorac et al., 1974		
Trithigmostoma cucullulus Muller, 1786	+	-
Класс Oligohymenophorea De Puytorac et al., 1974		
Frontonia leucas Ehrenberg, 1838	+	-
Urocentrum turbo Nutzsch, 1827	+	-
Paramecium caudatum Ehrenberg, 1838	+++	+++
P. putrinum Claparede et Lachmann, 1858	+	-
Colpidium colpoda Stein, 1860	++	+
Uronema nigricans Dujardin, 1841	+++	+++
Итого видов	13	6

Примечание: +++ - доминантный вид; ++ - обычный вид; + - редкий вид; - - отсутствие вида

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алекперов И.Х. Свободноживущие инфузории Азербайджана (экология, зоогеография, практическое значение). Баку: Эльм, 2012. 520 с.

Никитина Л.И. Почвенные инфузории Среднего Приамурья: Монография. Хабаровск: Изд-во ХГПУ, 1997. 102 с.

Панов А.Г., Трибун М.М., Никитина Л.И. Разнообразие инфузорий малых рек окрестностей г. Хабаровска и юга о. Сахалин. Известия ТИНРО. 2016. №186. С. 168-178.

Протисты: Руководство по зоологии. СПб.: Наука, 2007. Ч.2. 1144 с.

Curds C. British and other freshwater ciliated protozoa. Part I. Ciliophora: Kinetofragminophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1982. 387 p.

Curds C., Gates M., Roberts D. British and other freshwater ciliated protozoa. Part II. Ciliophora: Oligohymenophora and Polyhymenophora. Keys and notes for the identification of the free-living genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1983. 473 p.

Foissner W., Berger H. A user-friendly guide to the ciliates (Protozoa, Ciliophora) commonly used by hydrobiologists as bioindicators in rivers, lakes, and waste waters, with notes on their ecology // Freshwater Biology. 1996. Vol. 35. P. 375–482.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ В БАЛЬНЕОЛОГИИ

Prospects of peat deposits use of the lower Priamurye in balneology

В.В. Чаков

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; chakov@ivep.as.khb.ru

Традиционно в нашей стране к Нижнему Приамурью относят территорию водосбора р. Амур на левобережной части Среднеамурской низменности (в границах ЕАО и Хабаровского края), правобережную часть р. Уссури и восточную часть Приханкайской низменности, а также всю правобережную часть Амура этой низменности. Кроме того, составной частью Нижнего Приамурья является и весь водосбор р. Амур от Киселевского пережима вплоть до устья реки. В последнее время, по мере расширения научных связей между специалистами КНР и России в научной литературе довольно часто в регион Нижнего Приамурья включают и Синьцзянскую равнину с водосборами на трансграничных территориях правобережья р. Амура и левобережья р. Уссури.

В настоящее время болотные экосистемы с торфяными залежами наиболее широко представлены только на Российской территории, характеризуемого региона. До конца 60-х годов прошлого столетия такая же картина наблюдалась повсеместно и на Синьцзянской равнине, которая представляла природный комплекс водно-болотных угодий, лугов и лесов. До недавнего времени она занимала крупнейшую в Китае площадь водно-болотных угодий, но эти водно-болотные угодья за последние 50 лет резко сократились за счет сельскохозяйственного развития. Естественные плодородные почвы Саньцзянской равнины и благоприятный климат для производства зерна привлекали большое внимание со стороны правительственных программ сельскохозяйственного развития, начавшихся в начале 1950-х годов. С этого периода центральное правительство Китая решительно поощряло поселение и рекультивацию водно-болотных угодий, а также развитие крупного сельского хозяйства на равнине Саньцзян. Ветеранами корейской войны или группами молодежи, набираемыми из городов, были созданы огромные государственные сельскохозяйственные фермы. Инвестиции из многосторонних и двухсторонних международных источников направлялись преимущественно в крупные агроконцерны. Именно они, в настоящее время, в значительной степени механизированные, превратили равнину Саньцзян в одну из восьми национальных баз для производства зерна в Китае. Более 5 000 000 гектаров, или 47% земли на равнине Саньцзян, были преобразованы в сельскохозяйственные угодья, главным образом для производства кукурузы, сои и риса. Большая часть этих сельскохозяйственных земель была рекультивирована из различных типов оригинальных водно-болотных угодий крупными проектами дренажа (таблица).

Таблица. Изменение в землепользовании Саньцзянской равнины*

Годы	Площадь водно-болотных угодий, га	Проценты	Сельскохозяйственные земли, га	Проценты
1949	5 340 000	49,0%	786 000	7,2%
1983	2 275 700	20,9%	3 778 300	34,7%
1994	1 481 600	13,6%	4 572 400	42,0%
2000	889 786	8,2%	5 164 214	47,4%

*Табличные данные приводятся в соответствии с публикацей (ZHOU Zhi-qiang, LIU Tong, 2005)

Как видно из таблицы, за сорок последних лет предыдущего столетия, площадь ВБУ на Саньцзянской равнины сократилась более чем в 6,5 раз. При этом сохранившиеся болотные экосистемы, большей частью приуроченные к пойменным поверхностям, в основном лишен- ные торфяных залежей, в настоящее время выполняют функцию резерватов для водоплавающих птиц.

Таким образом, на территории Нижнего Приамурья промышленные запасы различных типов торфа сосредоточены преимущественно на российской территории. Из них официально пригодных для бальнеологических целей на сегодняшний момент могут использоваться только три. Одно из них «Джаваргинское» с запасами лечебного торфа порядка 10000 м^3/га расположено на территории ЕАО в 40 км к югу от Биробиджана. Два других «Гурское» и «Бичевское» функционируют на территории Хабаровского края (Чаков, Завгорудько, 2008; Кулаков, Сидоренко, 2017). При этом, на сегодняшний день в Минздраве РФ сертифицировано в качестве месторождения торфогрязей только «Бичевское», расположенное в непосредственной близости от н.п. Кия района им. Лазо Хабаровского края. Мощность лечебных торфяных пелоидов здесь достигает 100-150 см, перекрытых слоем (50-60 см)

слабо разложившегося кустарничково-травяно-сфагнового торфа. Целебные свойства пелоидов из данного месторождения используются не только для производства лечебно-профилактических препаратов, но и в выработке широкого спектра косметической продукции (шампуни, ополаскиватели, гели и др.).

Лечебные свойства органогенных пелоидов определяются, прежде всего, химическим составом твердой и жидкой фаз торфа, органолептикой и тепловыми свойствами препаратов (Чаков и др., 2013). Эволюция болотных экосистем сопряжена с трансформаций органического вещества в виде остатков растений-торфообразователей различной степени деструкции и как следствие локализации в слоях торфа различных концентраций веществ гуминовой природы (Чаков, Климин, 1996). Именно уровень концентрации гуминовых веществ в жидкой фазе торфа обеспечивает им не только ее амфифильность, позволяющую восстанавливать нарушенные клеточные мембраны, но и способность формировать дендроидные фрактальные кластеры углерода (рис. 1) определенной размерности (Мандельброт, 2002). Она же отвечает за процессы самосборки и самоорганизации таких кластеров (Кузьменко и др., 2013; Кузьменко и, др., 2013а).

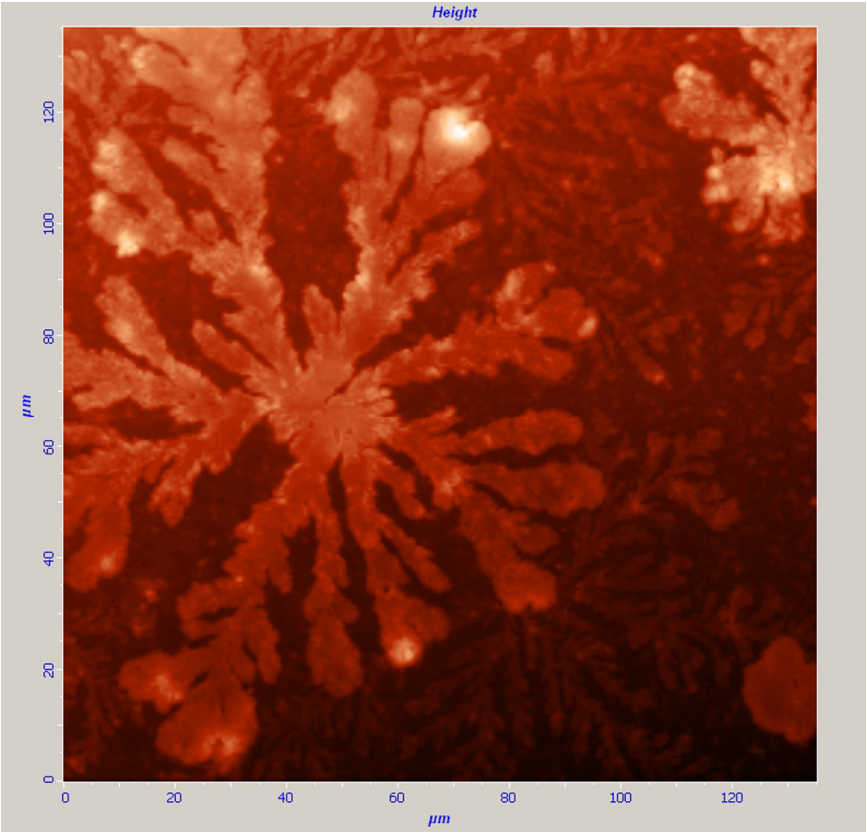


Рис. 1. Фрактальные формы углерода, выявленные при помощи сканирующего зондового микроскопа в концентрированном водном торфяном экстракте

Таким образом, каждая отдельная размерность этих кластеров влияет на процесс спонтанного самопроизвольного образования сложных биогенных макромолекул, из которых синтезируются основные аминокислоты и практически весь спектр витаминов (Чаков, Бабкин, 2004). При этом, их наноразмерные параметы обеспечивают лекарственным веществам беспрепятственное проникновение через поры кожных покровов в токи крови и их транспорт к очагам заболеваний (Завгорудько и др., 2011).

Нельзя обойти вниманием и такое свойство торфяных пелоидов как физиологическое воздействие гормонов типа фолликулина на женский организм, которые чрезвычайно эффективны при профилактике и лечении гинекологических заболеваний. Кроме того, антиоксидантные свойства торфяных грязей позволяют стабилизировать и регулировать ферментативные процессы в тканях, что в свою очередь активизирует не только обменные процессы в организме, но и регенерацию пораженных клеточных структур.

С учетом изложенного специалистами ИВЭП ДВО РАН были разработаны различные косметические средства на основе лечебных торфогрязей. Наиболее востребованной на сегодняшний день в косметологии и физиотерапии является маска косметическая, очищающая для проблемной и жирной кожи (рис. 2).

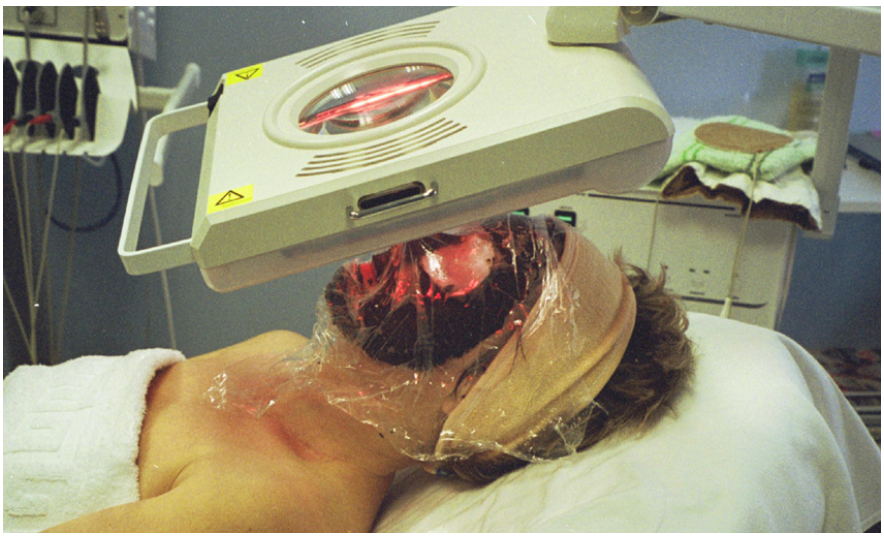


Рис. 2. Косметическая процедура по очистке проблемной кожи. Инфракрасный облучатель обеспечивает оптимальный температурный режим регенерации клеток.

Она предназначена для глубокой очистки пор и мягкого пилинга кожи лица, шеи и декольте с целью омолаживания ее наружной части (эпидермиса) и активизации защитных функций организма от негативного воздействия внешней среды. Обеспечивается такой эффект благодаря набору основных аминокислот и уникальному комплексу макро- и микроэлементов, составляющих матрицу препарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Завгорудько Т.И., Завгорудько В.Н., Сидоренко С.В., Чаков В.В. Возможности пелоидотерапии в реабилитации детей с дизметаболической нефропатией, осложненной инфекцией мочевой системы // Дальневосточный медицинский журнал. 2011. № 4. С. 54-56.

Кузьменко А.П., Чаков В.В., Чан Н.А. Топологические и химические особенности наноструктурных самоорганизованных фрактальных образований в коллоидных системах, перспективных для микро- и наноэлектроники // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Математика. Физика. 2013. Т. 31. № 11. С. 174-180.

Кузьменко А.П., Чаков В.В., Чан Н.А. Управляемая самосборка микро- и наноструктур. // Нанотехника. 2013. № 4 (36). С. 30-31.

Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. М.: Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.

Чаков В.В., Бабкин В.А. Основные направления использования торфяных пелоидов Приамурья, их особенности и свойства / Регионы нового освоения: стратегия развития материалы Международной научной конференции. Институт водных и экологических проблем ДВО РАН (Хабаровск), Приамурское географическое общество (Хабаровск). 2004. С. 251-254.

Чаков В.В., Климин М.А. Эволюция болот Среднеамурской низменности и трансформация состава органического вещества торфа / Биогеохимические и экологические исследования природных и техногенных экосистем Дальнего Востока. Под. ред. д.г.-м.н. П.В. Ивашова. Владивосток, 1996. С. 126-134.

Чаков В.В., Сидоренко С.В., Онищенко Д.В., Клименко Е.Н. Сфагновые мхи и торф как основа для разработки эффективных лекарственных средств нового поколения // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2013. № 1. С. 103-111

ZHOU Zhi-qiang, LIU Tong. The current status, threats and protection way of Sanjiang Plain wetland，Northeast China // Journal of Forestry Research. 2005. 16(2). Pp. 148-152.

МИНЕРАЛОГИЯ И СОСТАВ СОВРЕМЕННЫХ РЕЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ Р. БУРЕЯ)

Mineralogy and composition of the modern river sediments (for example the River Bureya)

М.В. Шалдыбин[1,2], Г.В. Харитонова[3], А.В. Остроухов[3], В.О. Крутикова[3,4], Ю.М. Лопушняк[1], Е.С.Деева[1], В.П. Шестеркин[3]

[1]*ОАО «ТомскНИПИнефть», Томск*

[2]*ФГАОУВО Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

[3]*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск;* gkharitonova@mail.ru

[4]*ФГБУН Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, г. Хабаровск*

При оценке экологического состояния экосистем и прогноза его изменения в результате строительства ГЭС и создания крупных водохранилищ большое значение имеют исследования современных речных отложений – компонентов, которые определяют процессы обмена с внешней средой. Под речными отложениями понимают совокупность минеральных и органических частиц, поступающих в водные потоки вследствие разрушения горных пород, почвенного покрова, размыва склоновых, речных и озерных отложений и транспортируемых в направлении движения потока. Состав отложений характеризует условия формирования и аккумуляции речных наносов – состав дренируемых пород, гидрологический режим реки, геологические и тектонические процессы, происходящие в ее бассейне. Компоненты речных отложений при переносе неоднократно переотлагаются, вовлекаясь в процессы почвообразования в условиях поймы, в результате генетически разнородные взвеси объединяются по плотности и размеру частиц (Страхов, 1960; Алексеевский, 1998; Сиротский и др., 2014).

Цель работы – изучение особенностей минералогического состава речных донных отложений на примере р. Бурея и ее притоков в зоне влияния Нижне-Бурейской ГЭС. Нижне-Бурейская ГЭС – одна из крупнейших в России гидроэлектростанция, построенных в последние годы. Запуск первых трех гидроагрегатов произошел в августе 2017 г. Помимо выработки электроэнергии, основной функцией станции является выравнивание неравномерных внутрисуточных сбросов воды с Бурейской ГЭС.

Объект изучения – донные отложения и наилки р. Бурея и ее притоков – рек Синель, Большие и Малые Симичи, Дея, Дикан. Отбор проб донных отложений проводили до пуска первых гидроагрегатов ГЭС на участке от пос. Талакан до пос. Новобурейский. В основу исследования положены минералогический, гранулометрический и валовой анализы. Картографический анализ пространственного распределения горных пород в пределах водосборных бассейнов основных притоков р. Бурея выполнен на основе данных SRTM 4.1 и топографических карт М 1:50000 в программной среде ArcGIS 10.1.

Состав речных отложений на том или ином створе зависит от транспортирующей способности потока. Бурея до плотины НБГЭС имеет горный характер и высокую скорость течения, ее притоки характеризуются извилистостью, небольшой глубиной и слабым течением. Гранулометрический состав донных отложений Буреи варьирует в большом диапазоне значений – от галечников до пылеватых частиц. По соотношению отдельных фракций отложения галечно-гравийно-песчаные. Гравийные отложения характерны для станций, расположенных выше НБГЭС. Содержание мелкозема растет вниз по продольному профилю реки к плотине Нижне-Бурейской ГЭС. Отложения ее притоков представлены главным образом мелкоземом, преимущественно песчаными фракциями. Только для донных отложений рек М. Симичи и Дикан отмечено высокое содержание гравия, что связано в первом случае с высоким вкладом на дренируемой территории вулканических пород и магматических во втором.

Частицы донных отложений Буреи и ее притоков практически не окатаны и не отсортированы, что свидетельствует о незначительном переносе материала от источника сноса. По сравнению с Буреей мелкозем отложений притоков содержит существенно больше высокодисперсных частиц, но основа его представлена более крупными фракциями (средний размер частиц существенно больше, чем главной реки). Наилки главной реки и притоков по гранулометрическому составу весьма схожи и представлены мелким песком. Физической глины в составе отложений крайне мало, что связано с преобладанием на исследуемой территории процессов физического выветривания.

Основу минералогического состава отложений Буреи и ее притоков составляют каркасные минералы: содержание полевых шпатов и кварца достигает 90% с преобладанием последнего. Для притоков четко проявляется влияние состава дренируемых пород. Так, отложения района

преимущественного распространения пород кислого состава отличаются повышенным содержанием кварца и калиевых полевых шпатов и существенно меньшим содержанием плагиоклазов. В отложениях районов преимущественного распространения осадочных и магматических пород основного состава достоверно ниже содержание кварца и калиевых шпатов. Своеобразным индикатором преобладания магматических пород в бассейне водосбора является появление в составе отложений кристобалита.

Отложения Буреи и ее притоков характеризуется близким составом акцессорных минералов. Это акцессории эпидот-роговообманковой ассоциации, из которых основными являются ильменит, магнетит, циркон, апатит, смешанные фосфаты редкоземельных элементов и барит. Различия отложений притоков определяются составом пород дренируемой территории (Харитонова и др., 2015) и минерализацией речных вод. Разгрузка подземных барий-содержащих вод в бассейне р. М. Симичи приводит к осаждению барита в виде массовых микрокристаллов размером и их агрегатов. Последнее связано с аномально высоким содержанием бария в воде – до 800 мкг/дм^3 при среднем его содержании в реках мира в 20 мкг/дм^3 (Шестеркина, Шестеркин, 2016).

Как маркер оловорудной провинции в отложениях Буреи и ее притоков встречается олово. Микровключения в каркасные минералы и выделения хрома и меди встречаются повсеместно. Биогенный опал (скелеты диатомовых водорослей и фитолиты) представлен в донных отложениях притоков повсеместно. Кроме того, в наилках Буреи были зафиксированы магнетитовые образования шаровидной формы, происхождение которых не вполне ясно. Возможно, это космическая пыль, но подобные железо-содержащие образования были зафиксированы и в составе глинистых микроагрегатов, поэтому, вероятнее всего, они образуются *in situ*.

Заключение. Изучен состав современных речных донных отложений на примере р. Бурея и ее притоков в районе Нижне-Бурейской ГЭС. Показано, что основу минералогического состава донных отложений и наилков Буреи и ее притоков составляют каркасные минералы. Для притоков четко проявляется влияние типа дренируемых пород на минералогический состав донных отложений. Отложения притоков, в бассейне которых преобладают породы кислого состава, отличаются повышенным содержанием кварца и калиевых полевых шпатов, в случае преобладания осадочных и магматических пород основного состава – высоким до 30% содержанием плагиоклазов. Различия в проявлении акцессориев определяются как типом пород дренируемой территории, так и влиянием барий-содержащих артезианских вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Алексеевский Н.И. Формирование и движение речных наносов. М: Изд-во МГУ, 1998. 202 с.

Сиротский С.Е., Харитонова Г.В., Ким В.И., Климин М.А., Чижикова Н.П., Тюгай З., Коновалова Н.С., Уткина Е.В. Гранулометрический и микроэлементный состав донных отложений реки Амур в среднем и нижнем течении // Тихоокеанская геология. 2014. Т. 33. №3. С. 88–98.

Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. Т. I. М: Изд-во АН СССР, 1960. 212 с.

Харитонова Г.В, Остроухов А.В., Уткина Е.В., Коновалова Н.С., Стенина А.С. Микроэлементный состав донных отложений реки Бурея района Нижне-Бурейской ГЭС // Тихоокеанская геология. 2015. № 5. С. 96–107.

Шестеркина Н.М., Шестеркин В.П. Микроэлементы в воде притоков Нижне-Бурейского водохранилища // Водное хоз-во России. 2016. № 3. С. 15–29.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВАНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Environmental aspects of improving water industry

М.Н. Шевцов

Тихоокеанский государственный университет, Хабаровск; shevtsov@mail.khstu.ru

В связи с усиливающейся антропогенной нагрузкой на водные ресурсы и возникновением чрезвычайных ситуаций в результате загрязнения водных объектов и обострением дефицита пресной воды возрастает роль водного фактора. Современная экологическая ситуация способствует более интенсивному внедрению бессточных и безотходных систем водоснабжения и водоотведения в водном хозяйстве населенных мест и промышленных предприятий.

Под экологией водного хозяйства населенных мест понимают воздействие на окружающую природную среду и взаимосвязь потребления природных вод человеком и сброса отходов его жизнедеятельности, а также разработку норм использования, нагрузок и способов предотвращения деградации среды жизни при этом. Для снижения воздействия водного хозяйства на окружающую среду, необходима его экологизация.

Применительно к технике экологизация технологий означает мероприятия по предотвращению и снижению воздействия производственных процессов на природную среду. Одним из основных в комплексе мероприятий является разработка безотходных и (или) малоотходных технологий или технологический целей, имеющих на выходе минимум вредных выбросов.

Согласно определению Европейской экономической комиссии ООН безотходная технология – это практическое применение знаний, методов и рационального использования природных ресурсов и энергии, а также защиты окружающей среды.

Малоотходная технология является промежуточным этапом создания безотходной. Составными элементами их являются: комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов; уменьшение или полное исключение загрязнения окружающей среды промежуточными продуктами, отходами производства употребления путем переработки и получения из них товарной продукции; создание замкнутых систем производственного цикла.

Выполнение указанных мероприятий – длительная перспектива, связанная с экономикой, экологией, психологией и политикой. Поэтому еще в течение длительного времени будут образовываться отходы, которые необходимо обрабатывать, обезвреживать, утилизировать. Применительно к системам водного хозяйства это означает выделение загрязнений с технологическим использованием очищенных вод и осадков. Первым шагом в этом направлении является создание систем повторного и оборотного водоснабжения.

Исторически сложившееся размещение комплексов в районах жилой застройки населенных мест не является оптимальным. Газовые, жидкие и твердые выбросы промышленных предприятий являются в данном случае составными компонентами жизненной среды человека со всеми негативными для него последствиями. Системы водоснабжения и водоотведения в таких агломерациях также являются совместными для жилой и промышленной зоны. В отдельных случаях, чаще всего на крупных предприятиях, имеется собственная система водного хозяйства с полным технологическим циклом от забора воды до ее очистки, обезвреживания и утилизации твердой фазы (Шевцов, 2016).

В течение последних двух-трех десятилетий резко возросла антропогенная нагрузка на водные объекты, в связи с этим произошло резкое падение способности природных вод к самоочищению и, как следствие, резкое ухудшение качества воды. Обострилась проблема обеспечения населения качественной питьевой водой. В результате, с ухудшением качества воды в поверхностных источниках, возрастают требования к системам водоснабжения населенных мест и промышленных предприятий и, прежде всего, к комплексу очистных водопроводных сооружений.

Вопрос о водных ресурсах и развитии водохозяйственного комплекса России является вопросом стратегической важности.

В условиях постоянно изменяющегося качества воды и отсутствия его прогноза, повышенной загрязненности водоисточников промышленными и бытовыми сточными водами и наличия в них широкого спектра загрязняющих веществ, в том числе и техногенного происхождения (нефтепродукты, фенолы, пестициды, соли тяжелых металлов, ПАВ и др.), с одной стороны, и ужесточения требований к качеству питьевой воды, подаваемой потребителям, с другой, такие технологии не всегда способны обеспечить нормативную степень очистки по отдельным показателям. Кроме того, нерациональное использование потенциала сооружений предочистки

(водозаборов-ковшей, фильтрующих каналов, больших искусственных наливных водоемов и «биоплато») приводит к увеличению в целом грязевой нагрузки на водоочистные сооружения.

Наиболее сложная ситуация в процессе эксплуатации водопроводных станций складывается в периоды паводков и залповых аварийных выбросов сточных вод, когда при относительно стабильных уровнях примесей естественного характера, прогнозируемых по многолетним наблюдениям, зачастую фиксируются достаточно высокие (пиковые) концентрации токсичных примесей антропогенного происхождения.

При выборе технологий водоподготовки в условиях повышенных антропогенных нагрузок на водоисточники первостепенную роль играет объективная оценка источников хозяйственно-питьевого или технического водоснабжения. Гидрохимический режим поверхностных водоисточников формируется в условиях интенсивной хозяйственной деятельности на водосборах. К природным факторам, влияющим на качество природных вод, относятся: геоморфологическое строение, климатические условия, поверхностный и почвенный покров, поверхностные и подземные воды и др.

В последние десятилетия наблюдается появление в воде водотоков и водоемов широкого спектра загрязняющих веществ, преимущественно антропогенного происхождения, и ухудшение качества воды в целом, поэтому в нынешних условиях необходимо учитывать и существенное влияние антропогенных факторов на формирование качества природных вод с учетом рассредоточенных и сосредоточенных источников антропогенно-техногенной нагрузки, расположенных в районе водосбора.

Основными антропогенными загрязнениями, поступающими в поверхностные водоисточники с неочищенными или недостаточно очищенными хозяйственно-бытовыми и промышленными сточными водами, ливневым и талым стоком с водосборов, поверхностным стоком с территорий промплощадок, агропромышленных комплексов, хвостохранилищ, мелиоративных сельхозугодий и др., являются фенолы, пестициды, нефтепродукты, азотные соединения (азот аммонийный, нитриты и нитраты), соли тяжелых металлов и поверхностно-активные вещества. Многие из них обладают кумулятивными свойствами и могут в значительной степени изменять гидрохимический режим водоисточника.

Под экологически эффективными технологиями для очистки и обезвреживания питьевой воды понимают такие, которые не привносят в процессе их использования вредные отходы в окружающую среду и которые способны извлечь из природных источников вредные для здоровья людей компоненты антропогенного происхождения без их трансформации в другие канцерогены и без вредного воздействия на работу самих очистных сооружений.

К таким технологиям относятся физические и биологические методы предочистки поверхностных вод, реализуемые путем многоступенного безреагентного фильтрования воды с использованием крупнозернистых префильтров (с горизонтальным и вертикальным направлением фильтрационного потока); безреагентного фильтрования через аэрируемые биореакторы, биофильтры и биосорберы (иногда с озонированием) специальных конструкций.

В процессе подготовки поверхностных вод в зависимости от их физико-химического состава технологии очистки, эффективности работы водопроводных станций и других факторов образуется значительное количество технологических стоков (промывных вод и осадков).

Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, их утилизация и предотвращение экологического ущерба является актуальной задачей, представляющей интерес для специалистов в области водоподготовки. При очистке природных вод образуются технологические стоки, состав и вид которых зависит от качества обрабатываемой природной воды, состава и эффективности работы сооружений, вида применяемых реагентов и других факторов. Принимая во внимание, что количество производственных сточных вод на водопроводных очистных станциях (ВОС) составляет 5-15%, а осадков 1-2% от полезной производительности станций, приготовление питьевой воды можно отнести к производствам, загрязняющим окружающую природную среду.

Классические технологии водоподготовки предусматривают обработку воды по двухступенчатой или одноступенчатой схемам, основанным на применении микрофильтрования, коагулирования воды сернокислым алюминием с последующим ее отстаиванием или осветлением в слое взвешенного осадка, скорого фильтрования или контактного осветления и обеззараживания воды хлором.

Как правило, выбор технологий водоподготовки и состава водоочистных сооружений производится на основе сравнения качества исходной воды и требований потребителя. Значительное число водопроводных станций использует воды поверхностных водоисточников. Обработка и утилизация сточных вод и осадков, образующихся при коагуляционной обработке цветных

маломутных природных вод, вызывает наибольшие затруднения. В отечественной и зарубежной практике в последние годы разработаны и используются ряд методов обработки и утилизации сточных вод и осадков ВОС.

В настоящее время в Тихоокеанском государственном университете на кафедре «Инженерные системы и техносферная безопасность» проводятся исследования с целью разработки технологий по обработке осадка водопроводных очистных сооружений.

В качестве первой ступени опробованы напорные гидроциклоны, результаты обработки осадка на которых свидетельствуют об их эффективности. Так, при исходной концентрации минеральных примесей в осадке 760 мг/л концентрация их после обработки осадка на гидроциклоне составила 12680 мг/л. Такой же эффект уплотнения осадка методом отстаивания можно получить только через несколько часов при прочих равных условиях. К достоинствам использования напорных гидроциклонов в технологической схеме обезвоживания осадков водопроводных очистных сооружений следует отнести безреагентный способ обработки, простоту устройства и компактность, большую экономию производственных площадей, удобство обслуживания и возможность соблюдения требований санитарии.

После предварительной обработки осадка на гидроциклонах планируется использование отстойников-сгустителей и сепараторов. Состав элементов технологической схемы предполагается уточнить после испытаний на пилотной установке. Обезвоживание осадка по предлагаемой технологии позволит предотвратить загрязнение поверхностных и подземных вод отходами водоочистных станций, использовать безреагентный режим обезвоживания и снизить капитальные и эксплуатационные затраты на 25-50 %. Таким образом, предлагаемые технологии и конструктивные элементы для очистки воды и обработки осадка позволят повысить уровень экологизации комплекса водопроводных очистных сооружений (Шевцов, 2007, 2010; Шевцов, Носенко, 2007).

Функционирование водоочистных комплексов неразрывно связано с решением вопросов охраны окружающей среды. Так как, несмотря на то, что водопроводные очистные сооружения являются комплексом по улучшению качества природной воды, используемой человеком, они одновременно выступают в качестве объекта загрязняющего окружающую среду отходами. А если учитывать весь комплекс водозаборно-очистных сооружений, которые располагаются вблизи водоисточника, функционируют не один десяток лет, то в этом случае формируется природно-хозяйственная система. Поэтому необходимо осуществлять экологизацию всего комплекса и, прежде всего, водопроводных очистных сооружений. Экологизация будет представлять собой мероприятия по предотвращению отрицательного воздействия технологических процессов на природную среду, в том числе, снижение количества отходов, их обезвреживание и утилизацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Шевцов М.Н. Экологические проблемы водохозяйственного комплекса Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2016. 187 с.

Шевцов М.Н. Экологизация очистных водопроводных сооружений в условиях повышенной антропогенной нагрузки на водоисточники: материалы Международной научной конференции «Вода: технология и оборудование». М.: издательский комплекс МГУПП, 2007. С. 71-74.

Шевцов М.Н. очистка воды в условиях повышенной антропогенной нагрузки на водоисточники: материалы региональной научно-практической конференции «Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса». Хабаровск: Изд-во Тихоокенского гос. ун-та, 2010. Научные чтения профессора М.П. Даниловского. С. 19-25.

Шевцов М.Н., Носенко М.О. Особенности обработки осадков водопроводных сооружений г. Хабаровска // Водоснабжение и санитарная техника. 2007. № 6 С. 58-62.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ И СТОК ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ РЕКИ АМУР В ПЕРИОД ЛЕДОСТАВА

Influence of hydro-energy construction on content and run-off organic matters in water of the Amur river in the period of land fast ice

В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; shesterkin@ivep.as.khb.ru

Органическое вещество наряду с главными ионами, биогенными веществами и микроэлементами является важным слагаемым общего стока химических веществ. С середины прошлого века техногенное воздействие на водные ресурсы возросло, что существенно повлияло на сток химических веществ и качество природных вод.

Значительное влияние на содержание и сток растворенных веществ в речных водах оказывает гидроэнергетическое строительство.

В бассейне р. Амур в последние годы активно развивается гидроэнергетическое строительство. Наибольшее количество водохранилищ создано в китайской части бассейна. Крупные Зейская и Бурейская ГЭС появились в российской части. В настоящее время суммарный объем воды в этих водохранилищах превышает 1/3 годового стока р. Амур. Весной 2017 г. начато наполнение Нижне-Бурейского водохранилища. После исторического наводнения на р. Амур в 2013 г. стали реальными проекты сооружения Нижне-Зейской, Гилюйской, Селемджинской и Усть-Ниманской ГЭС.

Такие преобразования в бассейне Амура обусловили сезонное перераспределение водного стока и не могли не оказать влияние на сток растворенных веществ. В водохранилищах происходит глубокая трансформация химического состава речных вод и проявляются новые, не свойственные рекам особенности круговорота веществ. Процесс формирования гидрохимического режима зависит от сочетания комплекса различных факторов, связанных с водосборной площадью и внутри водоемными процессами (Авакян и др., 1994).

Изменения в составе после заполнения водохранилищ в большей степени касаются неустойчивых органических компонентов и в меньшей степени общей минерализации и соотношения между главными ионами.

Органическое вещество является важным показателем качества речных вод, в которые оно поступает с атмосферными осадками, с болот и заболоченных земель, с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами и т.д.

Цель настоящего исследования – изучение динамики стока органических веществ в р. Амур в зимнюю межень в многолетнем аспекте и его изменение в связи со значительными преобразованиями в бассейне.

Гидрохимические исследования осуществлялись в 1996–2017 гг. у г. Хабаровск. Пробы воды отбирались с поверхности на 5 равномерно распределенных по ширине Амура станциях один-два раза в месяц в декабре-марте. Для количественной оценки содержания органического вещества использовали метод окисления перманганатом калия по Кубелю. Преимущество использования этого метода заключается в его быстроте и доступности, хорошей воспроизводимости результатов, по которым накоплен большой достоверный фактический материал, что позволяет изучать многолетнюю динамику содержания органического вещества в речных водах.

Химический анализ проб по определению цветности воды и значений перманганатной окисляемости (ПО) осуществляли в ЦКП «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов». Сток органического вещества рассчитывали по значениям ПО с учетом экспериментально найденного коэффициента 2,12 (Смирнов, 1994). В работе также были использованы материалы наблюдений Росгидромета и Центра гидрометеорологических наблюдений провинции Хэйлунцзян за 1899–1987 гг., АБВУ за 1975–2017 гг.

В 1928–1935 гг. концентрации органических веществ в воде в районе временного водозабора городского водовода по данным Н. А. Эванс не превышали 5 мг О/дм^3 (по Жданов, 1957). Малая водность Амура обуславливала низкий сток органических веществ (табл.).

По данным регулярных наблюдений Росгидромета, начатых в 1949 г. на середине Амура, содержание органического вещества, а соответственно и его сток, были выше (табл.). Увеличение концентраций могло быть связано с появлением в 1944 г. в верхнем течении р. Сунгари водохранилища Сунхуаху. Об этом свидетельствует повышение водности этой реки у г. Харбин в зимнюю межень в послевоенные годы. Если в феврале 1899–1944 гг. расходы воды у этого пункта изменялись в пределах 11,1–261 м^3/с, среднее значение составляло 112,6 м^3/с, то в феврале 1945–1955

гг. – 209–495 м^3/с при среднем значении 305 м^3/с. Поэтому в начале наблюдений Росгидромета сток органических веществ в воде р. Амур у г. Хабаровск вырос в два раза по сравнению с предыдущим периодом (табл.).

Таблица. Многолетние среднегодовые концентрации и сток органического вещества в воде р. Амур у Хабаровска в зимнюю межень.

Период, год	Концентрация, мг О/дм^3				Водный сток, км^3	Сток органического вещества, тыс. т
	Декабрь	Январь	Февраль	Март		
1928–1935	4,6	3,2	3,1	3,6	11,5	95,6
1949–1955	7,0	6,4	6,2	6,3	12,1	180,2
1998–2003	10,5	10,6	10,3	10,1	17,9	394,4
2004–2008	12,5	10,8	11,0	8,7	19,0	435,7
2009–2010	12,1	10,9	10,0	8,7	21,3	460,1
2011–2012	7,7	7,9	8,0	9,0	19,6	338,3
2012–2013	9,5	9,5	9,5	9,0	30,8	611,6
2013–2014	10,3	9,3	9,1	7,9	36,6	711,4
2014–2017	8,4	8,0	7,4	7,1	–	–

Примечание. 1928-1935 – данные Эванс (по Жданов, 1957).

В 1975 г. была зарегулирована р. Зея, что привело к существенному увеличению содержания органического вещества в воде реки в зимнюю межень (Шестеркин, 2007). В январе 1976 г. значения ПО и цветности воды р. Зея в районе г. Благовещенск достигали 9,6 мг О/дм^3 и 48^o соответственно, что по сравнению с 1949–1975 гг. в среднем в 2,2 раза выше. По результатам исследований ИВЭП ДВО РАН р. Зея у г. Благовещенск в 2001–2002 гг. содержание органических веществ и цветность воды в зарегулированной реке были на порядок выше по сравнению с водами Верхнего Амура и рек Бурея и Уссури (Шестеркин, 2012).

Зарегулирование р. Зея обусловило перераспределение водного стока и преобладанию стока этой реки в стоке Среднего Амура (до 52% в 1979–1987 гг.).

Значительные изменения в содержании органического вещества в р. Зея обусловили повышение его концентрации в воде р. Амур, в 1998–2003 гг. цветность амурской воды постоянно превышала 30^o. Максимальное значение цветности (до 100^o), обусловленное низкой водностью Амура, наблюдалось в марте 2003 года (Шестеркин, 2010). Более чем в 2 раза, по сравнению с предыдущими годами, возросли значения ПО и часто превышали 10 мг О/дм^3. Максимальные за период наблюдений концентрации органических веществ наблюдались в многоводном январе 1999 г. (до 14,1 мгО/дм^3) и маловодном декабре 2002 г. (до 14,4 мг О/дм^3) и были вызваны поступлением большого количества органических веществ с водами р. Сунгари. В первом случае – с затопленных сельскохозяйственных угодий провинции Хэйлунцзян на спаде катастрофического редкой повторяемости паводка, во втором, вероятно, – сбросами воды из рисовых чеков. Об этом в частности свидетельствует повышенная минерализация воды (> 150 мг/дм^3) на середине Амура у Хабаровска, высокое содержание в ней фосфатов (до 0,142 мг/дм^3), аммонийного и нитратного азота (до 0,98 и 0,63 мг N/дм^3 соответственно).

В последующие годы в распределении содержания органического вещества по ширине Амура у Хабаровска стала прослеживаться определенная закономерность – снижение значений ПО и цветности воды от левого берега к правому (до 3,1 мг О/дм^3 и 10^o соответственно). Нередко различия в содержании органического вещества у левого и правого берега превышали 6,0 мгО/дм^3, цветности воды (до 50^o). Следует сказать, что в эти годы в р. Амур ниже устья р. Сунгари впервые было отмечено появление химического» запаха в воде и рыбе (Шестеркин, 2007), водного гриба Leptomitus lacteus – индикатора сильного органического загрязнения (Юрьев и др., 1999). Повышение содержания органического вещества наряду с возросшей водностью Амура обусловило и более высокий, чем в предыдущие годы, его сток (табл.).

Значительные изменения в содержании органического вещества произошли с появлением в 2003 г. Бурейского водохранилища, вода которого, по сравнению с Зейским водохранилищем, характеризуется более низкой цветностью (Шестеркин, Шестеркина, 2005) и повышенным содержанием органического вещества: значения ПО в приплотинной части водохранилища в октябре 2003 и 2004 гг. в среднем составляли 12,7 и 14,7 мг О/дм^3 соответственно (Шестеркин и др., 2011). По мере наполнения Бурейского водохранилища, а соответственно и увеличения водности р. Бурея ниже

плотины, цветность амурской воды у г. Хабаровска постепенно снижается, а содержание органического вещества возрастает (табл.). В декабре 2007 г. при относительно невысокой цветности воды (50^{o}) содержание органического вещества в левобережной части Амура достигло 15,1 мг О/дм^{3}. Аналогичные повышенные значения цветности воды и ПО сохранялись и в последующие годы (Шестеркин, Шестеркина, 2005), что свидетельствует о повышении содержания органического вещества в амурской воде в период ледостава, сглаживании различий концентраций в зимний и летний период (в летнюю межень в июле 2007 г. они варьировали в пределах 9,2–13,6 мг О/дм^{3}).

Стабильные расходы Зейской и Бурейской ГЭС в 2004–2008 гг. (до 800 и 500 м^{3}/с в 2007–2008 гг. соответственно) обусловили увеличение водности Амура, а соответственно и стока органических веществ (табл.).

С выходом Бурейского водохранилища на эксплуатационный режим сток органических веществ достиг 919 т/сут, т.е. по сравнению с 1949–1988 гг. возрос в 22 раза (Шестеркин и др., 2014). В амурской воде в это время стали отмечаться более высокие концентрации органического вещества. В декабре 2009 г. в левобережной части Амура значение ПО достигло максимального за период наблюдений значения (15,4 мг О/дм^{3}). Повышенным было содержание органического вещества и на остальной части русла Амура, за исключением правобережной, где значения ПО не превышали 8,0 мг О/дм^{3}. Цветность воды при этом варьировала от 10^{o} в правобережной части до 60^{o} в левобережной части. Среднегодовое значение ПО в 2009–2010 гг. составило в среднем 10,4 мг О/дм^{3}, а цветность воды – 42^{o}, т.е. эти показатели по сравнению с 1946–1955 гг. возросли в 2,7 и 3 раза соответственно. Такие изменения в содержании органического вещества наряду с возросшими в 2009–2010 гг. расходами воды рек Зея и Бурея (в среднем до 950 и 785 м^{3}/с соответственно) обусловили высокий сток органического вещества (табл.).

В 2010–2012 гг. низкая водность зарегулированных рек Зея и Бурея (среднем до 793 и 709 м^{3}/с соответственно) обусловила некоторое снижение концентраций и стока органического вещества (табл.).

Последующие два года характеризуются высокой водностью Амура в период ледостава. В 2012–2013 гг. это было обусловлено повышенными расходами воды р. Зея, которые изменялись в пределах 1248–1400 м^{3}/с. Определенную роль, возможно, сыграло и появление новых водохранилищ в бассейне р. Сунгари. Данное предположение основано на более высоких концентрациях ионов антропогенного генезиса: концентрация сульфатного иона в амурской воде у Хабаровска в 2011–2012 гг. среднем составляла 7,2 мг/дм^{3}, в 2012–2013 гг. − 10,7 мг/дм^{3}, то. Повышенным было содержание органического вещества (табл.), максимальное значение (11,8 мг О/дм^{3}), как и в предыдущие годы, отмечалось в левобережной части русла Амура. В условиях высокого водного стока Амура значительным был сток органического вещества, который по сравнению с периодом 1928–1935 гг. был выше в 6,4 раза.

Максимальный зимний сток Амура за весь период наблюдений отмечался после исторического наводнения 2013 г. В основном он был вызван значительными расходами воды Зейского, Бурейского водохранилищ, которые в среднем составляли соответственно 1405 и 757 м^{3}/с. Существенное влияние на водный сток Амура оказали и китайские водохранилища. Об этом свидетельствует более высокая, по сравнению с 2007–2012 гг., минерализация (среднее значение составляло 101,4 мг/дм^{3}, максимальное – 145,5 мг/дм^{3}). В условиях такой значительной водности Амура, хотя и более низком, чем в 2004-2010 гг., содержании органического вещества, его сток стал максимальным за весь период наблюдений и в 7,4 раза был выше по сравнению с началом гидроэнергетического строительства.

В последующие зимы (2014–2017 гг.) расходы воды Зейского и Бурейского водохранилищ были невысокими, находились на уровне 2011–2012 гг. Не сильно отличались в этот период времени значения цветности и ПО в амурской воде (табл.), что позволяет предполагать невысокий сток органического вещества.

Дальнейшие преобразования в бассейне Амура, обусловленные появлением Нижне-Бурейской, а также строительством Нижне-Зейской и др. ГЭС приведут к увеличению водности Амура зимой, а соответственно и стока органического вещества в водах Амура.

Таким образом, содержание органического вещества в амурской воде за многолетний период претерпело значительные изменения, которые обусловлены развитием гидроэнергетического строительства в бассейне р. Амура. Максимальные концентрации органического вещества были отмечены в период наполнения Бурейского водохранилища, значения стока – после исторического наводнения на р. Амур в 2013 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Авакян А.Б., Кочарян А.Г., Майрановский Ф.Г. Влияние водохранилищ на трансформацию химического стока рек // Вод. ресурсы. 1994. Т. 21. №2. С. 144–153.

Жданов П.С. Санитарная оценка р. Амур как источника водоснабжения г. Хабаровска. Автореф. дис. … канд. мед. наук. 1957. 24 с.

Смирнов М.П. Формирование органических веществ и минерализации речных вод зоны широколиственных лесов и лесостепи СНГ // Гидрохимические материалы. Т. CXI. 1994. С. 105–138.

Шестеркин В.П. Зимний гидрохимический режим Амура // Вестник ДВО РАН. 2007. № 4. С. 35–43.

Шестеркин В.П. Изменение химического состава речных вод в Хабаровском водном узле за столетие // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29, № 2. С. 112–118.

Шестеркин В.П. Изменение содержания органического вещества в воде Амура у Хабаровска в зимнюю межень // География и природные ресурсы. 2012. № 3. С. 100–104.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние Зейского и Бурейского водохранилищ на зимний гидрохимический режим Среднего Амура // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: Матер. Всерос. науч.-практ. конф. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2005. С. 63–65.

Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Таловская В.С. Минерализация и содержание органического вещества в воде Бурейского водохранилища в первые годы заполнения // Водное хозяйство России. 2011. № 4. С. 33–40.

Шестеркин В.П., Сиротский С.Е., Шестеркина Н.М. Воздействие гидроэнергетического строительства на содержание и сток растворенных веществ в воде реки Бурея // Водное хозяйство России: 2014. № 4. С. 72–83.

Юрьев Д.Н., Гаретова Л.А., Шестеркин В.П., Сиротский С.Е. О массовом развитии водного гриба Leptomitus lacteus в р. Амур в период ледостава // Геохимические и биогеохимические процессы в экосистемах Дальнего Востока. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 153–163.

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК ПРИОНОНСКОЙ РАВНИНЫ

Hydrochemical characteristics of rivers in Prionononskya plan

Н.М. Шестеркина, В.П. Шестеркин

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск; shesterkina@ivep.as.khb.ru

Прионононская аллювиальная возвышенная (600-800 м) равнина занимает южную часть Забайкальского края. На темно-каштановых и аллювиальных почвах широкое развитие получила степная растительность. Равнина дренируется р. Онон и большим количеством ее притоков (Борзя, Унда, Иля и др.). Река Онон берет начало в Монголии в восточной части нагорья Хэнтэй, сливаясь с р. Ингода образует р. Шилку. Длина р. Онон 1032 км (из них 298 км по территории Монголии), площадь водосбора 96 200 км^2.

Гидрохимическая изученность рек бассейна р. Онон низкая. Мониторинг за качеством речных вод осуществляет «Забайкальское УГМС», материалы наблюдений которых обобщены лишь за 1947–1962 гг. (Ресурсы…, 1966). Опубликованная ранее информация по гидрохимии рек Забайкалья (Шестеркин, Шестеркина, 2002; Жулдыбина, 2010; Шестеркин, 2016) в последние годы дополнены новыми данными, позволившими получить представление о пространственной изменчивости их химического состава.

Исследования проводили в среднем течении р. Онон на участке р. Акша - р. Иля в июле 2017 г. Пробы воды отбирали с поверхности. Химический анализ воды осуществляли в ЦКП «Межрегиональный центр экологического мониторинга гидроузлов» при ИВЭП ДВО РАН. В работе использовали материалы Росгидромета за 1962–1975 гг.

Высокая засоленность почв и низкое количество осадков обуславливают в воде исследуемых рек повышенные значения pH и концентрации главных ионов. В период открытого русла в водах рр. Ага, Борзя и др. минерализация достигает 200–300 мг/л, р. Хила - 500 мг/л (Жулдыбина, 2010). Наименьшее содержание солей отмечается в половодье и паводки, наибольшее – межень (табл. 1). Среди катионов в составе вод в большинстве случаев преобладает ион кальция, реже магния и очень редко – натрия. Гидрокарбонаты доминируют среди анионов, в период половодья иногда сульфаты. Содержание хлоридного иона обычно меньше 5%-экв. Такие особенности сезонной динамики содержания основных ионов, обусловленные составом солей в почвах, вызывают появление вод различного состава: гидрокарбонатного или сульфатного класса, группы кальция, магния или натрия.

Таблица 1. Средний химический состав вод Прионононской равнины в 1962–1975 гг.

Река - пункт	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	SO_4^{2+}	Cl^-	М	$Fe_{вал.}$	Цв	ПО
	мг/л							градус	мг О/л
Зимняя межень									
Турга – с. Быркa	44.2	15,9	211,9	47,0	10,5	360,1	0,10	11	8,1
Хила – ст. Ага	67,7	37,4	334,0	55,0	13,0	534,0	0,05	9	7,8
Весеннее половодье									
Турга – с. Быркa	30,6	12,0	136,2	41,6	12,6	270,5	0,14	36	18,9
Хила – ст. Ага	51,8	47,2	336,8	109,6	15,3	613,7	0,11	29	19,1
Дождевой паводок									
Турга – с. Быркa	32,1	11,8	173,4	36,8	13,0	298,6	0,34	30	14,3
Хила – ст. Ага	65,7	35,0	367,1	77,2	7,6	598,0	–	48	16,4
Летне-осенняя межень									
Турга – с. Быркa	45,6	14,9	202,2	38,0	11,2	312,5	0,11	16	9,4
Хила – ст. Ага	63,9	36,8	344,2	75,3	15,2	594,0	0,06	13	17,3

Меньше содержится солей в водах рек западной окраины равнины, дренирующих в верхнем течении отроги Моготуйского хребта, а также р. Онон (табл. 2). В 2015 г. минерализация воды р. Онон находилась в пределах 57,2–193 мг/л (Доклад об…, 2016). Воды этих рек также характеризуются слабощелочными значениями pH, значительным доминированием гидрокарбонатов среди анионов, низким содержанием хлоридных и сульфатных ионов, ионов калия.

Содержание биогенных и органических веществ в речных водах невысокое (табл. 1, 2). Наибольшее содержание фосфатов наблюдается в половодье и паводки. Иная ситуация характерна для нитратного азота повышенные концентрации которого могут наблюдаться в любую фазу водного режима. Наибольшее загрязнение отмечено для вод р. Хила, где максимальное содержание

нитратного и нитритного азота в июле 1967 г. достигало 2,1 и 0,9 мг N/л соответственно. Содержание железа редко превышает 0,1 мг/л.

Таблица 2. Химический состав вод рек среднего течения р. Онон, 24.07.2017 г.

pH	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	HCO_3^-	Cl^-	SO_4^{2-}	NH_4^+	NO_3^-	Fe	M	ПО
	мг/л											мг О/л
р. Тулунтай – устье												
7,85	6,0	1,4	34,6	8,9	134	1,4	15,5	0,04	0,61	0,02	202,4	5,8
р. Улача – устье												
7,71	5,0	1,0	25,5	7,6	105	1,1	7,7	0,04	<0,04	<0,02	153,0	2,4
р. Халанда – устье												
7,86	7,0	<1,0	27,3	6,3	110	1,0	6,4	0,03	<0,04	<0,02	158,9	3,5
р. Онон – с. Акша												
7,70	5,0	<1,0	12,1	2,6	50	0,9	5,0	0,02	0,07	<0,02	76,5	2,7
р. Акша – устье												
7,70	3,0	<1,0	13,0	3,2	53	0,9	4,7	0,02	0,50	0,03	78,6	3,4
р. Иля – с. Дульдурга												
7,98	3,0	1,0	16,9	3,4	62	1.2	8,7	0,02	<0,04	<0,02	96,8	3,2
р. Дульдурга – с. Дульдурга												
7,90	5,0	1,0	21,6	5,3	81	1,0	11,9	0,02	<0,04	<0,02	126,9	4,2

Речные воды в основном характеризуются низкой цветностью, максимальным содержанием органического вещества в период высокой водности.

Таким образом, речные воды Приононской равнины характеризуются повышенными значениями pH и минерализации, значительным доминированием гидрокарбонатных ионов среди анионов и ионов кальция среди катионов, крайне низкими концентрациями биогенных веществ, за исключением нитратного азота.

Работа выполнена при поддержке ДВО РАН, грант № 15-I-06-008.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2015 год // Министерство природных ресурсов и промышленной политики Забайкальского края. 2016 г. 215 с.

Жулбыбина Т.В. Гидрохимический режим водотоков Читинской области // География и природные ресурсы. 2010. № 1. С. 99–102

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 18. Вып. 1. Верхний и Средний Амур. Л.: Гидрометеоиздат. 1966. 782 с.

Шестеркин В.П. Сезонная и пространственная изменчивость химического состава вод верхнего Амура // Региональные проблемы. № 2. 2016. С. 35–42.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Основные проблемы качества поверхностных вод бассейна р. Амур // Регионы нового освоения: состояние, потенциал и перспективы в начале третьего тысячелетия / Материалы международной научной конференции. Т. 2. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН. 2002. С. 158–160.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

The impact of hydropower facilities on the environment

Д.А. Шкуратова

Филиал АО "СО ЕЭС" "Объединённое диспетчерское управление энергосистемы Востока"
г. Хабаровск; darya.shkuratova@gmail.com

Число водохранилищ ГЭС относительно невелико. Однако, влияние на окружающую среду неоспоримо. Наибольшие потери плодородных земель характерны для низко- и средне-напорных гидроузлов равнинных рек европейской части России. В условиях Сибири и Дальнего Востока потери в результате затоплений существенно ниже. В горных условиях эти потери наименее ощутимы. Тем не менее потери плодородных земель, затопляемых водохранилищами имеют место.

При рассмотрении влияния гидроэнергетических объектов на окружающую среду необходимо различать период строительства гидроэнергетических объектов и период их эксплуатации. Первый период сравнительно кратковременный – несколько лет. В это время в районе строительства нарушается естественный ландшафт. Вода, используемая для разнообразных строительных работ, возвращается в реку с механическими примесями. Подъем уровня воды в верхнем бьефе начинается обычно в период строительства. В результате производного при этом наполнении водохранилища изменяются расходы и уровни воды в нижнем бьефе. В период эксплуатации происходит разностороннее влияние гидроэнергетических объектов на окружающую среду. Наиболее существенное влияние на природу оказывают водохранилища.

Водохранилища могут приводить к ухудшению качества воды, изменениям в почвенных структурах. Создание крупных водохранилищ имеет влияние и на климат региона. При строительстве новых гидроэлектростанций необходимо предусматривать меры по снижению негативного влияния на окружающую среду, компенсации затопления земель культивацией почв в других районах и повышением рыбной продуктивности водохранилищ.

Для охраны природы большое значение имеет режим эксплуатации ГЭС и водохранилищ. Обязателен санитарный попуск воды в нижний бьеф. Должны разрабатываться и актуализироваться правила эксплуатации водохранилищ.

ЭВОЛЮЦИЯ РОДА *SAXIFRAGA L.* НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

The evolution of the genus *Saxifraga* L. in the Far East

С.Д. Шлотгауэр

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; saxifraga@ivep.as.khb.ru

Семейство *Saxifragaceae* объединяет в своем составе 30, по другим источникам 50 родов и 700 видов, распространенных преимущественно в холодных и умеренных областях Северного полушария. Наиболее крупными по числу видов и занимаемым ареалам является род *Saxifraga L.* большая часть родов и видов сосредоточено в горных районах (Харкевич, 1989).

Наиболее распространенными представителями являются *Saxifraga punctata, S. oppositifolia.*

Первый — типичный гольцовый вид, характерный для континентальных районов Охотии, Чукотки и Сихотэ-Алиня. Он предпочитает породы кислого состава, на Геране и Кет-Капе встречен на выходах кислых пород интрузивов. Из-за приуроченности к каменистым и щебнистым субстратам вид морфологически резко отличается от таксонов родства *S. davurica* ксероморфным обликом и долго сохраняющимися одревесневшими черешками отмерших листьев Б.А. Юрцев (1984) считает, что оба вида по своему происхождению являются исконными обитателями Алданского нагорья, поделившими между собой характерные гольцовые экотопы: каменистые выступы горных террас и нивальные луговины.

Второй представитель – *Saxifraga oppositifolia L.* является циркумполярным арктоальпийским видом из секции *Porphyrion*, широко распространенным в альпийском поясе гор Европы, Азии и Северной Америки. На протяжении своего ареала вид обнаруживает значительный полиморфизм в форме опушения чашечки, в размерах ресничек, в густоте расположения листьев, количестве гидатод на вершине листа и др. Вид проявляет географическую изменчивость, образуя расы, которые описаны в ранге видов: *S. asiatica, S. vulcanica, S. ajanica* и многие другие (Юрцев, Хохряков, 1975; Юрцев, 1986).

История рода *Saxifraga* является биоиндикатором тех событий, которые связаны с развитием высокогорных флор северной половины азиатского материка. О том, что это очень древний род свидетельствует его систематическая обособленность и дифференцированность на секции, родственные связи между которыми трудно просматриваются, как и конфигурации их ареалов (Толмачев, 1958). В настоящее время доказаны две области наиболее богатого и разнообразного развития камнеломок – китайско-гималайская горная страна и горы Средиземноморья. Флористическая связь между этими центрами биоразнообразия форм *Saxifraga* выражается в ряде видов *Media* секции *Kabschia*. Сплошное распространение камнеломок в Евразии в эоцене-олигоцене южнее 40-ой параллели определяли почти тропические температуры. В миоцене в связи с похолоданием возникли благоприятные условия для тогда невысокогорных, микротермных видов растений большинства секций этого рода (Юрцев, 1984). Однако, условия на юге Европы были не совсем благоприятны в рамках горнолесного ландшафта для *Saxifraga*, и целостность ареала была разрушена. Род распался на географически локализованные и изолированные в морфологическом отношении и довольно бедные видами секции *Robertsonia, Miscopetalum, Aquatica* и др. В это время условия восточной окраины Азиатского континента благоприятствовали развитию и широкому распространению секции *Hirculus.*

В позднем миоцене и плиоцене флористическая связь между умеренным и субтропическим Азиатским и Средиземноморским центрами начала разрушаться, что было связано с постепенной деградацией мезофильных умеренных флористических и ценотических комплексов. Остался один из мощных пунктов центральноазиатских миграционных потоков, доступных для мезофильных микро-мезотермных растений. А.И. Толмачев (1958) предполагал, что скорее всего, это были поднятия Тибетского нагорья, которые сформировались раньше, чем Гималаи. Когда шло их образование, влияние океана распространялось в глубь Азии. Поэтому, экологические условия на Тибете были благоприятными для развития и распространения секций этого рода. Поднятие Гималаев, образовавших, барьер и отгородивших Центральноазиатское нагорье от тропической южной Азии, привело к резкому иссушению территории к северу от гребня молодого хребта, что затруднило возможность древних миграций из восточной Азии в западную. Поднятие Гималаев стало причиной, как считают специалисты, исчезновения этих видов на северной части территории, которая и являлась основным источником (пульсаром) их расселения (Юрцев, 1986; 1989). Видимо, поэтому реликтовые группы *Saxifraga в* Гималаях учеными не обнаружены.

Проникновение на северо-восток Азии и через Берингию в Северную Америку в ее западную часть камнеломок архаичной секции *Boraphila* является свидетельством древнего этапа в развитии

рода. Эволюция исходных форм *Saxifraga в* собственно высокогорные растения связана с процессами поднятия горных систем (секции *Hirculus, Sibiricae* и др.).

Существование рода на Азиатском севере связано с лесным окружением. Его развитее происходило на открытых участках склонов, обнажений, эрозионных ложбин. Тем не менее, они не являются результатом автохтонного преобразования лесных флор, а проникли в приполярные широты как иммигранты из умеренных гор, как уже сложившиеся криофиты, приспособленные к крайним условиям существования. Широкое распространение камнеломок в Арктике свидетельствует об относительной легкости, с которой в высокогорьях умеренной зоны образуются формы, могущие процветать в условиях Крайнего Севера. Видимо, с этим связана и быстрота расселения растений, получивших циркумполярные ареалы.

Сибирские и дальневосточные виды камнеломок сформировались на гористой территории Ангаридского материка. Основным импульсом для образования холодостойких (криофитных) форм послужили мощные горообразовательные процессы альпийского орогенеза, охватившие Охотско-Чукотский вулканогенный пояс, совпавшие по времени с общеземным похолоданием в неогене, усилением континентальности и увеличением суровости зим. Расширение непокрытых лесом щебнистых участков, безлесных вершин, было причиной усиления роли в формирующихся «гольцовых» ландшафтах растений горнолесного пояса. (Юрцев, 1986).

Ранняя дифференциация рода, приведшая к формированию большинства секций, происходила на диплоидном, и отчасти низкополиплоидном уровнях, сопровождаясь перестройками хромосомного аппарата, и могла существенно ускоряться вследствие малой численности популяций на разобщенных интразональных экотопах с ослабленной конкуренцией (Юрцев, 1984). Длительной изоляцией на небольших высокогорных массивах еще в неогене можно объяснить возникновение таких морфологически изолированных типов как *Saxifraga ajanica, S. staminosa, S. svetlanae, S. sicotensis = Heuchera sichotensis, S. eschscholtzii* и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Толмачев А.И. О происхождении некоторых основных элементов высокогорных флор Северного полушария // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.: Изд-во АН СССР.1958. Вып. III. С.316-360.

Харкевич С.С. Род *Saxifraga L.* Сосудистые растения советского Дальнего Востока. Л.: Наука. 1989. Т. 4. С. 127-174.

Юрцев Б.А., Хохряков А.П. Анализ флоры Ольского плато (в связи с историей растительного покрова Колымского плато) // Бюлл. МОИП, Отд. биол. 1975. Т. 80, вып. 2. С. 120-134.

Юрцев Б.А. Род *Saxifraga* L. // Арктическая флора СССР. Вып.IX. Л.: Наука,. 1984. С. 7-88.

Юрцев Б.А. Мегабериния и криоксеротические этапы истории ее растительного покрова //Комаровские чтения. Вып.XXXIII. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. 1986. 53с.

ВЛИЯНИЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И МОРСКИХ ИСТОЧНИКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПОБЕРЕЖЬЯ АМУРСКОГО ЗАЛИВА

The influence of continental and marine sources on the chemical composition of atmospheric precipitation in the Amur bay coast

С.Г. Юрченко

ФБГУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г.Владивосток; yurchenko@tig.dvo.ru

Амурский залив среди других акваторий Приморского края наиболее глубоко вдаётся в сушу и отличается, как значительной изрезанностью береговой линии, так и относительно континентальным климатом. От открытого моря он отгорожен полуостровом Муравьева-Амурского и протяжённой цепью островов архипелага Евгении. На восточном берегу залива расположен порт и город Владивосток.

Концентрации веществ в воде отдельных дождей очень сильно изменяются в зависимости от происхождения облачной системы, дающей осадки (морское или континентальное), от стадии и продолжительности осадков, поэтому изучение химического состава осадков проводят, как правило, на основе осредненных данных.

Пункт отбора проб атмосферных осадков является стационарным (автоматический осадкосборник WADOS) и расположен в 700 м от берега, на высоте 30 м над уровнем моря. В работе приводится анализ годовых (май-ноябрь) данных, собранных в 2016 г. Анализируются кислотность, ионный состав и минерализация жидких атмосферных осадков.

Годовая сумма осадков на побережье в 2016 г. составила 1185 мм (Владивосток) (данные с сайта рп5). Максимальное количество выпадает в теплый период (май-октябрь) и составляет для каждого месяца не менее 10% от годовой суммы. За анализируемый период было собрано 34 пробы жидких атмосферных осадков.

В таблице представлено распределение всех проб по градациям pH. Видно, что максимальное количество жидких осадков (50%) приходится на градацию от 4,5 до 5,0 pH. В целом, более 80% осадков имеют кислотный характер (pH<5,5).

Таблица. Повторяемость различных величин (%) pH в пробах.

pH=4-4,5	pH=4,5-5	pH=5-5,5	pH=5,5-6	pH=6-6,54
20,6	50	17,6	5,9	5,9

Во внутригодовом ходе (по среднемесячным значениям) наиболее низкие значения pH приходятся преимущественно на летние месяцы (рис.1), что хорошо согласуется с минимум минерализации в этот период и максимумом количества выпадающих осадков.

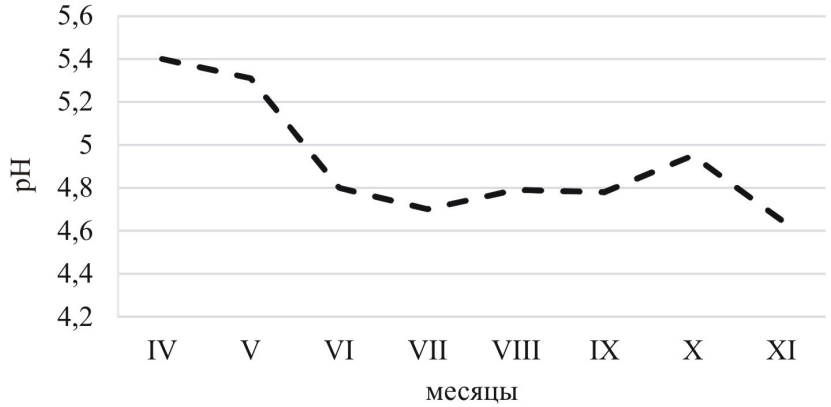


Рис.1. Внутригодовой ход pH (по среднемесячным значениям)

Уравнение линейного тренда pH за период наблюдений свидетельствует о тенденции медленного подкисления атмосферы к концу года, которая характеризуется отрицательным коэффициентом при переменной. Постепенно снижающиеся значения pH, связаны, возможно, с подкислением атмосферы оксидами серы и азота, поступающими в результате сжигания топлива

после начала отопительного сезона. Чтобы вычленить природную причину снижения pH, мы провели, при помощи линейного коэффициента корреляции, анализ зависимости pH от интенсивности осадков. В нашем случае, он довольно низкий, что не позволяет говорить о сильной зависимости. Максимальные значения pH атмосферных осадков в пункте наблюдения, приходится на май, что согласуется с данными по станции Приморская (Нецветаева и др., 2013) и нашим данным (Юрченко, 2016).

В годовом ходе минерализации – сумма концентраций всех ионов максимум наблюдается в апреле (рис.2). На летние месяцы, как известно, в г. Владивостоке приходится максимальное количество осадков, в связи с чем, пробы разбавлены и значения минерализации наименьшие. Как видно на рис.3, факт убывания минерализации с увеличением количества выпадающих осадков сомнения не вызывает. В целом, дождевые воды в районе отбора имеют низкую минерализацию, что согласуется с данными по дождям южного Приморья (Чудаева и др., 2008; Кондратьев и др., 2017).

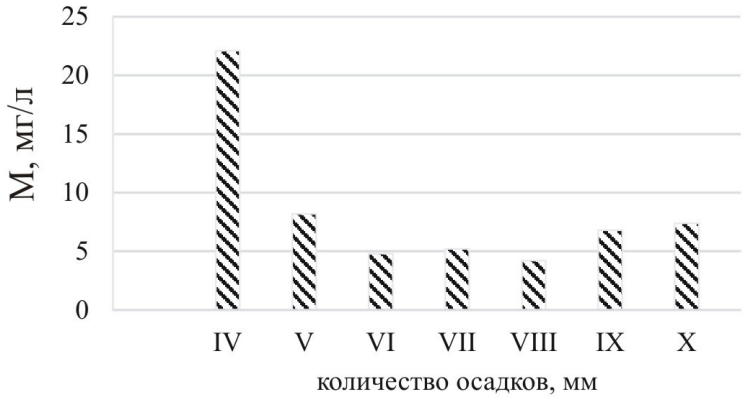


Рис.2. Внутригодовой ход минерализации (по среднемесячным значениям)

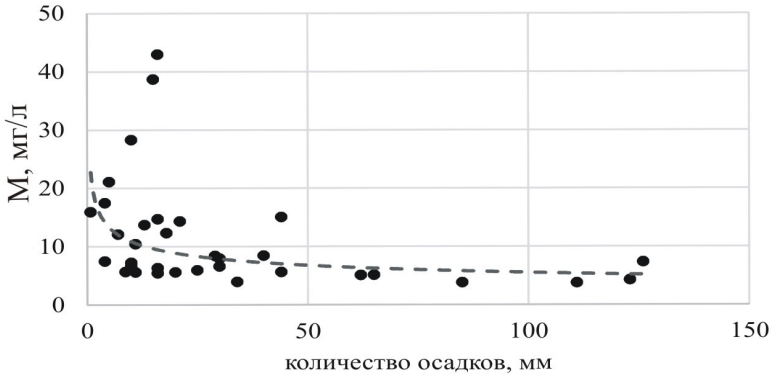


Рис.3. Зависимость минерализации от интенсивности осадков

Среднемесячное содержание сульфатов за рассматриваемый период колеблется от 1,84 до 8,75 мг/л при среднем значении 3,3 мг/л, что выше, чем в осадках, отобранных в 2014-2015 гг. (Юрченко, 2016). Необходимо отметить, что в 15% случаев наблюдаются значения, превышающие среднее значение в 2-5 раз. Учитывая, что концентрация сульфатов морского происхождения составляет 25% от содержания натрия, можно оценить количество сульфатов морского происхождения в осадках: оно варьируется в пределах 0,1-0,5 мг/л. Таким образом, около 90% сульфатов, выпадающих с дождём в исследуемом районе, имеют не морское происхождение. Учитывая относительно континентальный климат исследуемой территории, такие сульфаты могут иметь биогенное, терригенное или антропогенное происхождение. Однако, в большинстве случаев, в промышленных районах, к которым можно отнести и г. Владивосток, сульфаты имеют антропогенное происхождение.

Среднемесячное содержание хлоридов колеблется, в основном, от 0,6 до 1,5 мг/л с максимальным содержанием в холодный период, когда преобладающие направление переноса воздушных масс, северо-восточное и, казалось бы, ветер дует с континента. Эту тенденцию можно объяснить траекторией ветра, который, при приближении к пункту отбора проходит над морской акваторией. Повышенные содержания хлоридов в эти периоды хорошо согласуются с доминированием натрия, что указывает на более заметное присутствие морских солей в осадках.

Содержание катионов в атмосфере зависит от минерального состава суши и ветрового выноса. Анализ катионов в атмосферных осадках на побережье Амурского залива показал, что, по абсолютным значениям, среди них доминирует натрий (59%), что не удивительно, так как место отбора находится в 700 м от береговой линии. Однако, если проводить анализ в приведенных значениях (мг-экв/л), то на первое место выходит кальций (рис.4). Учитывая, что большая часть сульфатов не морского происхождения, то можно сделать вывод об обогащении атмосферы в теплый период аэрозолями континентального происхождения.

Анализ рис.4 показал, что для большинства случаев наибольшая концентрация фиксировалась для анионов $SO_4^{2-} > NO_3^- > Cl^- > HCO_3^-$, катионов $Ca^{2+} > Na^+ > NH_4^+ > Mg^{2+} > K^+$.

Концентрация нитратов в атмосферных осадках исследуемого района в 2016 г. изменяется от 0,8 до 11 мг/л, при среднем значении 3,0 мг/л. Необходимо отметить, что значения, превышающие среднее, наблюдаются всего в 26% всех измерений. Вклад нитратного аниона в общую сумму анионов составляет 20%.

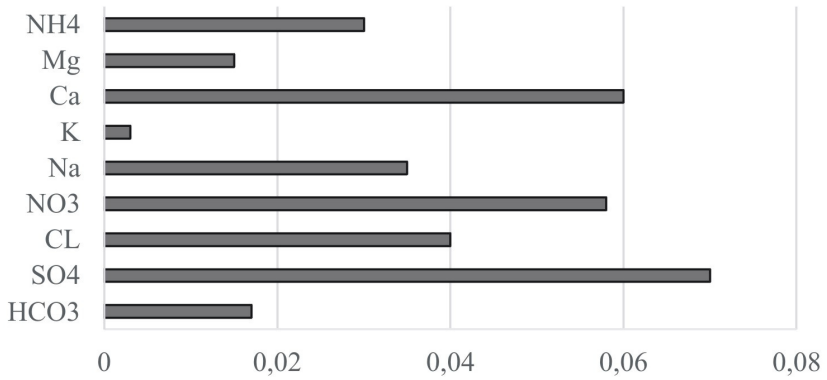


Рис.4. Средний химический состав осадков (мг-экв/л) для всех проб

Таким образом, согласно составленным рядам по ионному составу атмосферные осадки побережья Амурского залива характеризуются как сульфатно-хлоридные кальциево-натриевые. Однако, в холодный период атмосферные осадки характеризуются как хлоридно-сульфатные натриево-кальциевые.

Минерализация и содержание главных компонентов атмосферных осадков на побережье амурского залива изменяются по сезонам года обратно пропорционально интенсивности выпавших осадков.

Значение pH в атмосферных осадках исследуемого района, в основном, меньше 5,5, т.е. осадки на восточном побережье Амурского залива имеют кислотный характер. Необходимо отметить, что суммарный вклад анионов (сульфаты и нитраты), способствующих закислению осадков, близок к 60%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Кондратьев И.И., Муха Д.Э., Болдескул А.Г., Юрченко С.Г., Луценко Т.Н. О химическом составе атмосферных осадков и снежного покрова в Приморском крае // Метеорология и гидрология. 2017. №1. С.91-100.

Нецветаева О.Г., Чипанина Е.В., Оболкин В.А., Зимник Е.А., Сезько Н.П., Лопатина И.Н., Ходжер Т.В. Особенности химии атмосферных осадков станций Листвянка (Иркутская область) и Приморская (Приморский край) в 2005-2011 гг.// Оптика атмосферы и океана. 2013. Т.26, №6. С.466-471.

Погода во Владивостоке [Электронный ресурс] // Расписание погоды. – Режим доступа: http://rp5.ru/Архив_погоды_во_Владивостоке. – Дата обращения: 15.02.2017

Чудаева В.А., Чудаев О.В, Юрченко С.Г. Особенности химического состава атмосферных осадков на юге Дальнего Востока // Водные ресурсы. 2008. Т.35, №1. С.60-71.

Юрченко С.Г. Особенности химического состава атмосферных осадков во Владивостоке // Геосистемы и их компоненты в Северо-Восточной Азии: эволюция и динамика природных, природно-ресурсных и социально-экономических отношений. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. 2016. С.394-398.

СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА И ПИГМЕНТЫ ВОДОРОСЛЕЙ ПЕРИФИТОНА РЕК АЛЛЕНГА И ТЫНДА (БАССЕЙН РЕКИ ЗЕЯ)

Structure of zoobenthos and pigments of algae periphyton of the Allenga and Tygda Rivers (Zeya River Basin)

Н.М. Яворская

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск; yavorskaya@ivep.as.khb.ru

Бассейн р. Зея с севера, востока и запада ограничен высокими цепями гор, которые сочетаются с возвышенными плато, обширными равнинами, средневысотными грядами и увалами. Река Зея в общем стоке р. Амур составляет 40 %. Она берет начало на южном склоне Станового хребта и впадает в р. Амур у г. Благовещенска. Длина реки – 1242 км, площадь водосбора – 233 тыс. км^2. Русло разветвленное, с галечно-песчаными отмелями и перекатами. Система притоков р. Зея чрезвычайно разветвлена в нее входит с самыми малыми около 30 тыс. водотоков, из которых 43 длиннее 100 км каждый. К одним из последних относится р. Тында, впадающая с правого берега в р. Деп в 127 км от устья. Длина реки 105 км; водосборная площадь – 956 км^2. В р. Тында с правого берега в 67 км от устья впадает р. Алленга. Длина реки составляет 22 км (Гидроэкологический мониторинг…, 2010; Государственный водный реестр; Богатов, 1994).

В 1964 г. на р. Зея началось строительство Зейской ГЭС и в 1980 г. закончилось. Режим биогенных элементов, биопродуктивность водохранилища зависят от объема и качества поступающего стока, поэтому водохранилище и впадающие в него водотоки следует рассматривать как единое целое. Сток р. Зея в нижнем бьефе, на участке до устья р. Селемджа, поступает из водохранилища и составляет около 30 % общего стока, формирующего состав вод р. Амур ниже Благовещенска (Гидроэкологический мониторинг…, 2010).

Для определения современного экологического состояния рр. Алленга и Тында в июле 2014 г., июне 2015 и 2016 гг. проводились исследования структуры зообентоса и содержания фотосинтетических пигментов в водорослях перифитона.

Материал и методика

Материалом для определения фотосинтетических пигментов служили водоросли перифитона, населяющие гравийно-галечный субстрат рр. Алленга и Тында. Методом случайной выборки с глубины 0,1 м отбирались 2–3 камня, с которых в кювету с определенным объемом воды щеткой счищались водоросли-перифитона. Площадь камней рассчитывалась по их проекции на бумаге весовым методом. Водоросли перифитона концентрировались из 0,025 л воды через мембранные фильтры «Владипор» типа МФАС-ОС-3 и фильтры обеззоленные «синяя лента» (ТУ 6-09-1678-77). Определение пигментов перифитона проводилось по стандартной спектрофотометрической методике в 90 % ацетоновом экстракте с учетом методических уточнений М.А. Климина и С.Е. Сиротского (2005). Измерения выполнялись с помощью спектрофотометра UV mini–1240 фирмы Shimadzu. Расчет первичной продукции под 1 м^2 и определение трофического статуса протоки проведены по (Винберг, 1960).

Количественные бентосные пробы отобраны с глубины 0,01–0,5 м с помощью скребка конструкции С.Е. Сиротского (площадь захвата 0,08 м^2) и складного бентометра (площадь захвата 0,063 м^2) (Тиунова, 2003). Всего взято 14 проб, которые фиксировали 4 % раствором формалина и обрабатывали по общепринятой методике. Температура воды варьировала от 5,1 до 13,0 ºС. Грунт дна каменисто-галечный с примесью песка. Определение структуры сообществ выполнялось по классификации А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова, по которой доминанты от общей плотности (N, экз./м^2) или биомассы (B, г/м^2) составляли 15 % и более (Леванидов, 1977). Для определения экологического состояния рек использовался индекс Гуднайта и Уитлея и биотический индекс Вудивисса.

Результаты и обсуждение

Фотосинтетические пигменты водорослей перифитона. Среднее отношение каротиноидов к хлорофиллу *a* было 0,89, величина отношения хлорофилла *a* к хлорофиллу c_1+c_2 – 6,25. Содержание хлорофилла *b* в рр. Алленга и Тында составляло, по 0,4 мг/м^2, c_1+c_2 – 0,9 и 1,1 мг/м^2, каротиноидов – 6,1 и 5 мг/м^2. Показатели пигментного отношения (1,1 и 0,9) и индекса (2,5 и 2,4) характеризовали нормальное физиологическое развитие водорослей. Годовые для данных рек показатели продукции составили 1291 и 1271 ккал/м^2 (эвтрофный тип); вылов рыб – по 0,18 % от первичной продукции.

Структура зообентоса. Бентосное сообщество рр. Алленга и Тында включает всего 12 систематических групп животных (табл. 1).

Таблица 1. Средние значения плотности, биомассы и соотношение отдельных групп зообентоса в обследованных реках.

Группа	Показатели	р. Алленга			р. Тында	
		06.07.2014	30.06.2015	30.06.2016	06.07.2014	30.06.2016
Nematoda	N	0/0	80/0,9	120/1,0	80/0,2	8/0,1
	B	0/0	0,02/0,4	0/0,1	0,03/0,2	0/+
Oligochaeta	N	0/0	160/1,7	1592/12,9	16/+	24/0,3
	B	0/0	0,13/3,0	0,35/5,7	0/0	0,01/0,1
Hydrachnidae	N	313/5,0	400/4,3	528/4,3	352/0,8	41/0,5
	B	0,04/0,9	0,10/2,3	0,07/1,2	0,05/0,3	0/+
Ephemeroptera	N	800/12,9	1840/19,6	5104/41,3	7328/16,2	245/2,7
	B	2,08/50,8	1,55/36,9	2,82/45,7	1,22/6,8	0,60/8,7
Plecoptera	N	988/15,9	224/2,4	728/5,9	320/0,7	808/9,1
	B	0,95/23,2	0,26/6,1	0,27/4,4	0,13/0,7	1,64/23,9
Trichoptera	N	75/1,2	32/0,3	304/4,9	112/0,5	922/10,3
	B	0,09/2,1	0,02/0,4	1,04/33,6	2,56/28,6	3,67/53,4
Lepidoptera	N	0/0	0/0	0/0	0/0	8/0,1
	B	0/0	0/0	0/0	0/0	0,02/0,2
Diptera	N	88/1,4	0/0	304/2,5	0/0	16/0,2
	B	0,03/0,6	0/0	0,13/2,1	0/0	0,16/2,4
Blephariceridae	N	0/0	48/0,5	48/0,2	0/0	0/0
	B	0/0	0,06/1,5	0,05/0,4	0/0	0/0
Nymphomyiidae	N	0/0	16/0,2	32/0,3	0/0	0/0
	B	0/0	0/0	0/+	0/0	0/0
Chironomidae	N	972/62,7	1125/36,0	1032/25,0	1044/9,2	1704/76,5
	B	0,22/21,4	0,21/15,2	0,12/5,8	0,23/5,2	0,19/11,0
Simuliidae	N	50/0,8	3200/34,1	232/1,9	16376/72,4	24/0,3
	B	0,04/0,9	1,44/34,2	0,07/1,2	5,22/58,3	0,02/0,2
Всего		620	781	916	3481	686
		0,41	0,38	0,46	1,49	0,53

Примечание: N – экз./м^2, B – г/м^2, знаменатель – вклад группы в % («+» – менее 0,1%).

В бентосе р. Алленга в июле 2014 г. выявлено 7 систематических групп организмов. По плотности и биомассе доминировали хирономиды (62,7 % и 21,4 %) и веснянки (15,9 % и 23,2 %), и к ним присоединились поденки (50,8 %) по биомассе. К субдоминантам по плотности относились поденки и водяные клещи. По биомассе представители данной категории отсутствовали. В категорию второстепенных по плотности вошли прочие двукрылые и по обоим количественным показателям – ручейники.

В июне 2015 г. в бентосном сообществе р. Алленга обнаружено 10 групп животных. По обоим показателям преобладали хирономиды (36,0 % и 15,2 %) и веснянки (34,1 % и 34,2 %), и к ним присоединились мошки (19,6 % и 36,9 %). Субдоминантами по биомассе являлись веснянки. Представителей данной категории по плотности не было. В разряд второстепенных по плотности и биомассе вошли водяные клещи и олигохеты; по биомассе – блефарицериды; по плотности – веснянки.

В составе бентоса р. Алленга в июне 2016 г. отмечено 11 групп беспозвоночных. По количественным показателям главенствовали поденки (41,3 % и 45,7 %) и к ним присоединились хирономиды (25,0 %) по плотности и ручейники (33,6 %) по биомассе. К субдоминантам по плотности и по биомассе относились олигохеты; по биомассе – хирономиды; по плотности – веснянки. Категорию второстепенных по обоим показателям представляли прочие двукрылые, водяные клещи, мошки и ручейники; по плотности – нематоды.

В донном сообществе р. Тында в июле 2014 г. зафиксировано 8 систематических групп организмов. По плотности населения и биомассе доминировали мошки (72,4 % и 58,3 %), и к ним присоединились поденки (16,2 %) по плотности и ручейники (28,6 %) по биомассе. К субдоминантам по плотности и биомассе относились хирономиды и по биомассе – поденки. Второстепенные виды отсутствовали.

В июне 2016 г. в составе бентоса р. Тында зафиксировано 10 групп беспозвоночных. В бентосном сообществе по плотности главенствовали хирономиды (76,5 %), по биомассе – веснянки (23,9 %) и ручейники (53,4 %). В категорию субдоминантов по плотности вошли веснянки, по биомассе – хирономиды и поденки. Разряд второстепенных по биомассе представляли прочие двукрылые; по плотности – поденки и ручейники.

Таким образом, по годовым величинам первичной продукции рр. Алленга и Тында можно отнести к высокопродуктивным водотокам. В составе бентоса обследованных рек выявлено 11 систематических групп организмов, в т.ч. в р. Алленга – 11, в р. Тында – 10, среди которых лидировали реофильные виды амфибиотических насекомых (ручейники, мошки, хирономиды, поденки, веснянки). Редкими являлись личинки чешуекрылых (р. Тында). К наиболее интересной находке относится специализированное филогенетическое реликтовое сем. Nymphomyiidae (Яворская, Макарченко, 2015). Качество воды в рр. Алленга и Тында по индексу Гуднайта и Уитлея (от 0,04 до 17 %) и биотическому индексу Вудивисса (9 и 8 баллов) соответствует I и II классам («очень чистые» и «чистые») или ксено- и олигосапробной зонам.

Полученная информация необходима для разработки трофической классификации, районирования водных объектов, оценки их рыбопродуктивности и рационального использования водных ресурсов бассейна р. Амур.

Благодарности

Автор искренне благодарен С.Е. Сиротскому за организацию полевых исследований в 2014 г. и участие при отборе проб, и к.б.н. М.А. Климину за помощь при обработке проб водорослей перифитона (ИВЭП ДВО РАН, г. Хабаровск).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218 с.

Винберг Г.Г. Первичная продукция водоемов. Минск: Изд-во АН БССР, 1960. 329 с.

Гидроэкологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: ДВО РАН, 2010. 354 с.

Государственный водный регистр. URL: http: // www.textual.ru / (дата обращения: 13.03.2017 г.).

Климин М.А., Сиротский С.Е. Распределение фотосинтетических пигментов в профиле торфяных отложений как отражение колебаний климата в голоцене // Биогеохимические и геоэкологические процессы в экосистемах. Вып. 15. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 237–248.

Леванидов В.Я. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой // Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Труды БПИ. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. Т. 45 (148). С. 126–159.

Тиунова Т.М. Методы сбора и первичной обработки количественных проб // Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: мет. пособие / под ред. Т.М. Тиуновой. М.: ВНИРО, 2003.С. 5–13.

Яворская Н.М., Макарченко Е.А. Новые данные по таксономии, распространению и биологии архаичных двукрылых *Nymphomyia rohdendorfi* Makarchenko, 1979 (Diptera, Nymphomyiidae) // Евразиатский энтомол. журн. 2015. Т. 14. Вып. 6. С. 523–531.

ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ХАБАРОВСКА

Green Infrastructure of a Khabarovsk city

Г.Ю. Морозова, И.Д. Дебелая

ФГБУН Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, г. Хабаровск

e-mail: morozova-ivepdvo@mail.ru*;* debelaya@rambler.ru

Современные научно-практические исследования уделяют пристальное внимание проблемам формирования «зеленой инфраструктуры», основанной на сохранении и развитии системы открытых озелененных пространств для формирования комфортной городской среды (Морозова, Дебелая, 2017). Система озелененных пространств города – это компонент пространственного планирования и неотъемлемый фактор оптимизации его экологической среды (Морозова, Бабурин, 2011). Градорегулирование и территориальное планирование, основанное на приоритете экономического развития, недостаточное финансирование привели к возникновению проблем с сохранением, воспроизводством и расширением зеленых насаждений административного центра Дальневосточного федерального округа. В последние годы формирование Хабаровской агломерации и ТОСЭС «Хабаровск» сопровождается организацией новых производств, развитием транспортной и инженерной инфраструктуры, интенсивным землепользованием. Активизация хозяйственного освоения приводит к ухудшению экологического состояния урбанизированной территории. Основой «зеленой инфраструктуры» городской территории является озеленение, формирующее экологически безопасную, эстетически привлекательную и комфортную городскую среду. Оценка современного состояния зеленых насаждений выявила систематично снижающуюся долю озеленения общего пользования, особенно в центре города; высокий процент старовозрастных насаждений; снижение жизненного состояния растений под влиянием стрессов урбанизации; расширение ассортимента при реставрации и реконструкции городских озелененных объектов.

В зарубежной практике градостроительства и городского планирования широко используют новое научное понятие «Зеленая инфраструктура» (Green Infrastructure. EPA, 2017; Климанова и др., 2016; Подойницына, 2016). Уделяется пристальное внимание экологическому значению озелененной территории, является основой для формирования и развития Генерального плана города. В работах российских ученых, исследовавших европейские города, отмечено, что городское озеленение является главной составной частью зеленой инфраструктуры (Душкова, Кириллов, 2016).

Экосистемные функции зеленых насаждений в городах многогранны: растения участвуют в углеродных циклах и обеспечивают атмосферный воздух кислородом, очищают его от пыли и вредных газов; создают комфортный микроклимат, охлаждая городской «остров тепла»; нормализуют ветровой режим; сглаживают суточные и сезонные колебания влажности воздуха; увеличивают концентрацию отрицательно заряженных ионов; обладают бактерицидным действием; защищают от шума; создают среду обитания для других организмов; предохраняют почвы от эрозии; задерживают снежный покров; перехватывают поверхностный водный сток; нейтрализуют токсические вещества. В российской практике понятия «озеленение», «зеленый фонд города», «зеленая инфраструктура» включают в себя озеленение общего пользования, специального назначения и ограниченного пользования.

Цель работы: исследование системы озелененных территорий как главной составной части зеленой инфраструктуры Хабаровска.

Основными элементами зеленой инфраструктуры являются парки, скверы, рощи, бульвары, городские леса, сады, внутриквартальное озеленение, питомники, дендрарий, уличная древесно-кустарниковая растительность, газоны и санитарно-защитные зоны вокруг предприятий, фрагменты естественной растительности (луга, болота), растительность водоохранных зон, приусадебные и дачные участки.

Традиционно для России цифра площади зеленых насаждений в городах включает только насаждения общего пользования. И если, по примеру европейских городов, включить все озелененные территории общего, специального назначения и ограниченного пользования, то обеспеченность дальневосточников зелеными массивами окажется очень высокой. Например в Хабаровске площадь зеленых насаждений общего пользования за период 2012–2016 гг. выросла практически в 5 раз и составила 31 м^2/чел. за счет включения зеленых насаждений улиц, городских лесов и водно-болотных угодий о. Большой Уссурийский. Такая ситуация создает благоприятную статистику, в целом складывается общая благополучная картина, не раскрывающая всех проблем городского озеленения.

Для решения этих проблем была разработана концепция озеленения Хабаровска (Морозова и др., 2003), принципы которой актуальны и сегодня: создание непрерывной зеленой инфраструктуры

города, восстановление связи городского озеленения с пригородной зоной; формирование крупных озелененных территорий (парков), являющихся центрами сосредоточения высокого биоразнообразия; восстановление самобытных региональных черт флоры и растительности; увеличение биоразнообразия растений; обеспечение максимальной доступности озелененных территорий общего назначения для жителей; создание рациональной планировки озеленения, в соответствии с генеральным планом города; обеспечение возможности развития рекреационных зон одновременно с городом; создание зеленых насаждений экологически адаптированных к местным эколого-географическим и антропогенным условиям; защита зеленых насаждений, расположенных на территории города, независимо от форм собственности на земельные участки.

Зеленая инфраструктура Хабаровска сложилась за весь период становления города и в настоящее время продолжает развиваться. В последние годы интерес муниципальных властей и горожан к проблемам охраны, воспроизводства и расширения площади городского озеленения вырос. Мониторинг состояния насаждений Хабаровска (2002–2016 гг.) свидетельствует о том, что в развитии зеленой инфраструктуры достигнуты определенные успехи. В городе создана и развивается система озеленения, появились новые парки, расширена площадь городского питомника декоративных культур и в перспективе планируется ее увеличение в 1.4 раза, увеличена площадь санитарно-защитных зон. Для более эффективной реализации полномочий в области управления зелеными насаждениями программой «Улучшение экологического состояния города Хабаровска на 2011–2015 гг.» было предусмотрено совершенствование муниципальной нормативно-правовой базы в области развития зеленого строительства города.

Однако, несмотря на реализованные мероприятия, в городе отмечено повсеместное сокращение площади озелененных объектов общего пользования, находятся в запущенном состоянии озелененные объекты специального назначения и ограниченного пользования, сокращается разделительное озеленение автомагистралей. Возрастная структура зеленых насаждений на разных объектах крайне неравномерна. Около 75 % городских деревьев имеют возраст от 45 до 60 и более лет.

Дефектами зеленого строительства являются увлечение загущенными посадками, низкое качество контроля и ухода за насаждениями. Количество и качество зеленых насаждений не всегда увязано с экологическими условиями микрорайонов и жилых массивов. Площади внутри жилых кварталов, запроектированные при строительстве под создание зеленых зон, не обустроены, превращены в пустыри, используются под автостоянки и гаражи. В озеленении Хабаровска практически не применяются вертикальные посадки, используется бедный ассортимент кустарников, отсутствуют ухоженные газоны, особенно в периферийных районах города.

Система озеленения Хабаровска сложилась за более чем полуторавековой период. Зеленая инфраструктура является многофункциональной, способствует улучшению экологической ситуации на урбанизированной территории, сохранению индивидуального городского ландшафта, а также создает благоприятные условия для жизнедеятельности горожан, инвестиционного климата, активизации внутреннего и въездного туризма. Поддержание в жизнеспособном состоянии растительности, выполняющей важнейшие экологические функции, охрана зеленых насаждений, увеличение площади озелененных пространств и улучшение качества насаждений является своевременной и чрезвычайно актуальной задачей.

Для целенаправленного формирования зеленой инфраструктуры Хабаровска необходимо поддержание в жизнеспособном состоянии растительности, выполняющей важнейшие экологические функции; сохранение биоразнообразия; охрана зеленых насаждений; увеличение площади зеленых насаждений общего пользования. Сотрудничество муниципальных органов управления с академическими, ведомственными, общественными организациями и волонтерским движением будет способствовать внедрению передовых технологий озеленения и улучшению экологического состояния урбанизированной территории.

Список литературы

Душкова Д.О., Кириллов С.Н. Зеленая инфраструктура города: опыт Германии // Вестник Волгоградского гос. ун-та. Серия 3. Экономика. Экология. 2016. № 2 (35). С. 136-147.

Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Курбаковская А.В. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады // География и природные ресурсы. 2016. № 2. С. 191-200.

Морозова Г.Ю., Бабурин А.А. Проблемы и перспективы зеленого стротельства для устойчивого развития города Хабаровска // Проблемы озеленения населенных пунктов: материалы городской научно-практической конф. Владивосток: Изд-во Дальневост. Федерал. ун-та, 2011. С. 168-176.

Морозова Г.Ю., Дебелая И.Д. Формирование комфортной городской среды на примере Хабаровска // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 19. № 2. С. 144-150.

Морозова Г.Ю., Нарбут Н.А., Бабурин А.А., Скачков В.Б., Горнова М.И., Ахтямов М.Х., Воронов Б.А., Росликова В.И. Концепция озеленения Хабаровска. Владивосток-Хабаровск: ДВО РАН, 2003. 38 с.

Подойницына Д.С. Критический анализ концепции «Зеленая инфраструктура» // Architecture and Modern Information Technologies. 2016. № 1 (34). 12 с.

Green Infrastructure. EPA. [Электронный ресурс] – http://water.epa.gov/infrastructure/greeninfrastructure/gi_what.cfm (дата обращения 12.04.2017)

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОИЗУЧЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

The prospect of a poorly known mineral waters of the Far East

С. В. Сидоренко

ФГБОУ ВО ДВГМУ МЗ РФ, ФГБУН ИВЭП ДВО РАН, г. Хабаровск, Sidorenko.fesmu@yandex.ru

Геологические условия Дальнего Востока обусловили многочисленные проявления минеральных вод, разнообразных по составу и температуре. Многие их них, например, Кульдур, Анненские Воды, Шмаковка и другие, широко известны в России и за ее пределами.

Не менее ценны по составу, свойствам и местонахождению многие другие минеральные воды, источники и проявления которых расположены в редких по красоте пейзажа лечебных местностях и находящиеся вблизи от существующих городов и поселков и транспортной инфраструктуры региона.

Проведенные за последние десятилетия специальные обследования значительно обогатили наши знания о гидроминеральных ресурсах, однако, существует еще ряд малоизученных минеральных источников, представляющих определенную ценность для бальнеологии.

Одним из таких ресурсов является источник Чипали, который располагается в 40 км от города Советская Гавань и 18 км от берега Татарского пролива. Результаты количественного химического анализа минеральной воды источника Чиполи представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты количественного химического анализа минеральной воды источника Чиполи (Завгорудько В.Н. и др., 2012)

№ п/п	Наименование ингредиента	Единицы измерения	п. Чиполи, скважина
1	Цветность	Град. цвет-ти.	<5
2	Кальций	мг/дм^3	3,3
3	Магний	мг/дм^3	0,7
4	Натрий	мг/дм	14,6
5	Калий	мг/дм^3	<1,0
6	Хлорид - анион	мг/дм^3	<2,0
7	Сульфат - анион	мг/дм	2,2
8	Гидрокарбонаты	мг/дм^3	53
9	Аммоний - ион	мг/дм^3	<0,30
10	Нитрат - анион	мг/дм^3	0,20
11	Нитрит - анион	мг/дм^3	<0,030
12	Кремний	мг/дм^3	10,0
13	Фториды	мг/дм^3	<0,02
14	Минерализация	мг/дм^3	76

Анализ термальной воды, отобранной 12-13.07.2008 года, показал, что воды являются слабоминерализованными, щелочными с небольшим содержанием кремнистой кислоты (28-30 мг/дм^3). Тем не менее, это биологически активный элемент, который позволяет отнести данные воды к азотно-кремнистым термальным водам (Завгорудько В.Н. и др., 2012).

Азотно-кремнистые термальные воды являются одними из наиболее распространенных на Дальнем Востоке. На некоторых из них давно функционируют бальнеолечебницы и санатории - Анненские воды, Кульдур, Тумнин и др.

Многолетние исследования показали высокую эффективность данных вод в лечении целого ряда сложных заболеваний. Азотно-кремнистая вода имеет сложный, многофакторный механизм действия. В настоящее время доказаны большинство фрагментов действия АКТВ: адаптогенное, десенсибилизирующее, иммуномодулирующее, эмульгирующее, отхаркивающее и муколитическое действие, стимуляция мерцательного эпителия, стимуляция

антисвертывающей системы крови, повышение эластичности стенок сосудов, антиоксидантное и мембраностабилизирующее действие АКТВ (Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., 1982; Сидоренко С.В., 2007). Помимо целебного действия воды, район источника Чиполи обладает прекрасными характеристиками для развития рекреационного туризма (Завгорудько В.Н., 2014).

Для дальневосточников всегда особую значимость имели местные курорты. Во-первых, пребывание на них исключало меридианальные, сложные и дорогие проездные нагрузки. Во-вторых, нахождение недалеко от места проживания более комфортно психологически. И, в-третьих, и это особо важно, люди чувствовали более высокую эффективность оздоровления с применением местных природных лечебных факторов (Завгорудько В.Н. и др., 2016; Завгорудько Т.И. и др., 2011).

Научно-обоснованное применение природных лечебных факторов для восстановления здоровья применительно к местным условиям районов проживания, позволит существенно усилить потенциал жителей и уменьшить демографические проблемы при освоении этого слабозаселенного региона России. Здоровье можно приобрести не только в экзотических странах, но и на территории проживания – на Востоке России.

Малодоступность западных курортов для дальневосточников ставит перед исследователями задачу более детального изучения местных природных лечебных факторов с целью расширения возможностей их использования у больных с различной патологией. Возможно, малоизученный на сегодняшний день источник Чипали, при дальнейшем детальном исследовании, проявит свои бальнеологические характеристики и послужит основой создания санаторно-рекреационного комплекса в будущем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И. Экономическая эффективность лечения детей с хроническим тонзиллитом на курортах Дальнего Востока //Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 1982. № 2. - С. 61.

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В. Горячие воды холодного побережья. Хабаровск: ДВГМУ, 2012.- 168 с.

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В., Завгорудько Г.В. Рекреационный туризм как составляющая часть экологического туризма и перспективы его развития на Камчатке //Лечебная физкультура и спортивная медицина. 2014. № 1 (121). С. 52-56.

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В., Завгорудько Г.В. Организация лечения на курортах с азотно-кремнистыми термальными водами. - Хабаровск: Изд. ДВГМУ, 2016. - 152с.

Завгорудько Т.И., Завгорудько В.Н., Сидоренко С.В., Чаков В.В. Возможности пелоидотерапии в реабилитации детей с дизметаболической нефропатией, осложненной инфекцией мочевой системы //Дальневосточный медицинский журнал. 2011. № 4. С. 54-56.

Сидоренко С.В., Завгорудько Т.И., Завгорудько В.Н., Езерский Р.Ф., Торгашева О.В. Применение дальневосточных минеральных вод в реабилитации детей с оксалатной нефропатией //Дальневосточный медицинский журнал. 2007. № 4. С. 11-12.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТОРФА НА ИММУННЫЙ СТАТУС ДЕТЕЙ С ПЕРИНАТАЛЬНЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

The effect of drugs from the Far East peat on the immune status of children with perinatal lesions of the central nervous system

Т. И. Завгорудько[1], В. В. Кортелев[1], Е. В. Богомолова[1], Н. А. Горовенко[2]

[1] ФГБОУ ВО Дальневосточный государственный медицинский университет Минздрава России; vzavgorudko@mail.ru

[2] КГБУЗ "Центр по профилактике и борьбе со СПИД и инфекционными заболеваниями" МЗ ХК, г. Хабаровск

В Хабаровском крае на территории Среднеамурской депрессии эксплуатируются такие крупные мелиоративные системы, как «Аванская», «Вознесенская», «Бичевская» и ряд других. Первые из перечисленных до настоящего времени используются в качестве сельскохозяйственных угодий, в результате чего полностью лишены торфяного (органического слоя). В отличие от них, торфяники «Бичевского» месторождения предназначались для заготовки и использования фитодетрита разной степени разложения в качестве подстилок скоту и оструктуривателей местных почв тяжелого механического состава. Другим эффективным способом рационального использования нижних хорошо разложившихся слоев торфа является их выборочная заготовка (5–10 т) для производства торфяных пелоидов, использующихся для профилактики и лечения широкого перечня заболеваний взрослого и детского населения дальневосточного региона (Сидоренко и др., 2015; Кулаков, Сидоренко, 2017).

Физическое развитие и состояние здоровья детей тесно связано с регионом проживания, где имеются свои природные и климатические особенности (Завгорудько В.Н. и др., 2016), которые обуславливают рост заболеваемости нервной системы у детей. Среди поражений нервной системы перинатальные поражения головного мозга достигают в общей популяции детей 15–20 % и продолжают расти (Gonzalez F.F., Miller S.P., 2006). У детей, перенесших перинатальное поражение центральной нервной системы, чаще, чем в общей популяции, встречаются иммунодефицитные состояния.

Одним из перспективных направлений в профилактике и лечения детей с перинатальным поражением ЦНС являются использование препаратов из дальневосточного торфа. Торф содержит уникальный комплекс биологически активных соединений, среди которых большое значение придается гуминовым кислотам, являющихся сложной смесью высокомолекулярных и полифункциональных соединений алициклической, гидроароматической, ароматической и гетероциклической природы (Завгорудько Т.И. и др., 2011; Сидоренко и др., 2007, Сидоренко, 2008).

Химические и биологически активные вещества, проникая через кожу, попадают в кровоток, оказывая общее действие. Особенно заметно их влияние при воспалительных процессах. Активация клеточных реакций, стимуляция деятельности фибробластов способствует восстановлению тканей, поврежденных воспалением. Наблюдается торможение процессов свободно – радикального окисления (Завгорудько и др., 2012).

Под нашим наблюдением находилось 28 детей со сниженной резистентностью (основная группа) в возрасте от 6 до 11 лет (6 девочек и 22 мальчика) с основным диагнозом: резидуальная энцефалопатия.

Комплекс получаемой традиционной реабилитационной терапии детей данной группы был расширен за счет включения лекарственного электрофореза воротниковой зоны с препаратом «РЕЛИКТ-05К», курсом №10, лечебные свойства которого подтверждены бальнеологическим заключением Российского научного центра восстановительной медицины и курортологии (Кулаков, Сидоренко, 2017).

Контрольную группу составили 22 ребенка в возрасте от 6 до 11 лет (10 девочек и 12 мальчиков) с резидуальной энцефалопатией, получающих традиционную реабилитационную терапию (физиолечение, лечебную физкультуру) без применения пелоидотерапии.

Материалом для исследования служил анализ крови до и после лечения с определением содержания общих иммуноглобулинов классов IgA, IgM, IgG и ЦИК в сыворотке крови с использованием метода ИФА.

Статистический анализ данных выполнялся с использованием программы MS Excel 2007, фактические данные представлены виде (M±m), уровень значимости при проверке статистических

гипотез принимался за 0,05.

На фоне проведенной пелоидотерапии у детей основной группы с достоверностью (p>0.01) отмечалось повышение IgM с 0,97±0,05 до 1,33±0,13 г/л и ЦИК с 18,35±1,4 до 22,35±1,8 МЕ/мл, имеется тенденция к росту IgA с 1,46±0,18 до 1,66±0,10 г/л и снижение IgG с 16,77±1,22 до 15,05±1,50 г/л. В контрольной группе достоверных изменений иммуноглобулинов и ЦИК сыворотки крови не наблюдалось, а имелась только тенденция к нормализации показателей.

Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что под влиянием неспецифического действия препаратов из дальневосточного торфа на иммунную систему у детей с перинатальным поражением ЦНС, происходит коррекция иммунного статуса и повышение общей резистентности организма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В. Горячие воды холодного побережья. Хабаровск: ДВГМУ, 2012. - 168 с.

Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В., Завгорудько Г.В. Организация лечения на курортах с азотно-кремнистыми термальными водами. - Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2016. – 152 с.

Завгорудько Т.И., Сидоренко С.В., Завгорудько В.Н., Чаков В.В. Возможности пелоидотерапии в реабилитации детей с дизметаболической нефропатией, осложненной инфекцией мочевой системы //Дальневосточный медицинский журнал, 2011. №4. - С.54-56

Кулаков В.В., Сидоренко С.В. Минеральные воды и лечебные грязи Приамурья. – Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2017 – 474 с.

Сидоренко С.В. Природные лечебные факторы Дальнего Востока и возможности их применения у детей с заболеваниями почек обменного генеза // Дальневосточный медицинский журнал. – 2008. - №1. – С. 126-128.

Сидоренко С.В., Завгорудько Т.И., Богомолова Е.В. Основные пути устойчивого развития осушенных торфяников южной части Хабаровского края /В книге: Регионы нового освоения: Современное состояние природных комплексов и вопросы их охраны. Сборник материалов конференции с международным участием. 2015. С. 226-227.

Сидоренко С.В., Завгорудько Т.И., Завгорудько В.Н., Езерский Р.Ф., Торгашева О.В. Применение дальневосточных минеральных вод в реабилитации детей с оксалатной нефропатией //Дальневосточный медицинский журнал. 2007. № 4. С. 11-12.

Gonzalez F.F., Miller S.P. (2006). Does perinatal asphyxia impair cognitive function without cerebral palsy. Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed, 91(6), F454-F459.

СОДЕРЖАНИЕ

Воронов Б.А.
ПРИРОДНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ В ПРИАМУРЬЕ 3
Ким В.И., Махинов А.Н.
ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУР: ПОЗИТИВНЫЕ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ 4
Батжаргал Д., Батсух Н.
ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ БАССЕЙНА Р. ОРХОН 7
SAMBUU Gantumur, GANTUMUR Haliun
ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE MEGAPOLIS SOILS (ULAANBAATAR, MONGOLIA) 10
Шеин Е.В., Дембовецкий А.В.
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ПЕРЕНОСА ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ 12
Якубовская А.Я.
СОВРЕМЕННАЯ ПРИБОРНАЯ БАЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ 15
CHANG Liping
TEMPORAL-SPATIAL ANALYSIS OF DYNAMIC CHANGE FOR GRASSLAND IN THE WESTERN PART OF SONGNEN PLAIN OF CHINA 17
Kharitonova G., Bayasgalan A., Krutikova V., Berdnikov N., Sambuu G., Kharitonov E.
BARITE CONCRETIONS OF GOBI DESERT (MONGOLIA) 18
Kot F. S.
A SPECIFIC Rb-Li BIOGEOCHEMICAL PROVINCE IN THE EASTERN MEDITERRANEAN 20
LI He
THE TRAJECTORIES OF CHINA’S RESOURCE-DEPENDENT CITIES: 1990-2010 21
Mamedov A.I., Husiyev E.K.
FORAGE ALLOMETRY: LINKING TO CLIMATE CHANGE IN SALT AFFECTED SEMI-ARID LAND 22
Pachepsky Ya.
SOIL AND PUBLIC HEALTH: INVISIBLE LINKS AND CONSEQUENTIAL INTERACTIONS 23
Sambuu G., Gantumur H.
GEOECOLOGICAL CONDITION OF THE TERRITORY GAS STATIONS CITY ULAANBAATAR 24
YAN Fengqin, ZHANG Shuwen
TERRESTRIAL NET PRIMARY PRODUCTIVITY IN THE SANJIANG PLAIN DURING 1954-2014 AS INFLUENCED BY MULTIPLE ENVIRONMENTAL CHANGES 26
YANG Jiuchun, CHANG Liping, ZHANG Shuwen, YU Lingxue
GRASSLAND DEGRADATION MONITORING IN WESTERN HULUN BUIR PLATEAU 27
YU Lingxue
EFFECTS OF GLOBAL CLIMATE CHANGE ON VEGETATION PHENOLOGY IN NORTHEAST CHINA DURING 1982 TO 2015 29
ZHANG Shuwen
TEMPORAL AND SPATIAL CHANGES IN SNOW COVER AND THE CORRESPONDING RADIATIVE FORCING ANALYSIS IN SIBERIA FROM THE 1970s TO THE 2010s 30
Абрамова Е.Р., Брянин С.В.
ДЕСТРУКЦИЯ ОПАДА НАДЗЕМНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ПОСТПИРОГЕННЫХ ЛЕСАХ ЗЕЙСКОГО ЗАПОВЕДНИКА 31
Аднагулов Э. В.
К ОЦЕНКЕ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЗЕМНОВОДНЫХ И ПРЕСМЫКАЮЩИХСЯ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ 34
Акименко Н.Ю.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД 37
Андреева Д.В.
УСТОЙЧИВОСТЬ БАКТЕРИОБЕНТОСА РЕКИ АМУР К ТЯЖЕЛЫМ МЕТАЛЛАМ 39

Антонова Л.А.
ИНВАЗИИ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В ЛЕСНЫЕ ЦЕНОЗЫ ЮГА ХАБАРОВСКОГО КРАЯ 43
Базарова В.Б., Климин М.А., Копотева Т.А.
ДИНАМИКА ЛЕТНЕГО ВОСТОЧНО-АЗИАТСКОГО МУССОНА НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА В ГОЛОЦЕНЕ 45
Бакланов П.Я.
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ЕВРАЗИИ 48
Бисеров М. Ф., Осипов С.В.
ПОЙМЕННЫЕ СУКЦЕССИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА И НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ РОДА *PHYLLOSCOPUS* (SYLVIIDAE) В БУРЕИНСКОМ ЗАПОВЕДНИКЕ 49
Бисикалова Е. А., Шибнева И. В.
ФЕНОЛОГИЯ ЧЕРЁМУХИ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PADUS AVIUM* MILL.) В ЗАПОВЕДНИКЕ “КЕДРОВАЯ ПАДЬ” 53
Бочарников В.Н., Ермошин В.В., Егидарев Е.Г.
БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПРИБРЕЖНО-МОРСКОЙ ТЕРРИТОРИИ ТИХООКЕАНСКОЙ РОССИИ: ОПЫТ РАЙОНИРОВАНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ 56
Видищева Г.Г.
ПУТИ СНИЖЕНИЯ СБРОСОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ СО СТОЧНЫМИ ВОДАМИ 61
Волкова Т.В.
ПОЧВЕННЫЕ ФИТОНЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ 64
Волосникова Г.А., Никитина В.А.
ОБОСНОВАНИЕ РЕГИОНАЛЬНОГО НОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО УЧАСТКА БАССЕЙНА Р. АМУР: ЗЕЯ 67
Гаретова Л.А., Фишер Н.К.
СОСТАВ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ДОННЫХ ОСАДКОВ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА 71
Глаголев В.А., Зубарева А.М.
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ПОЖАРООПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЧИСЛЕННОСТИ И РАЗМЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ 75
Гладкова Г.А., Сибирина Л.А.
ОЛЬХА ЯПОНСКАЯ (*ALNUS JAPONICA*) В ПРИМОРСКОМ КРАЕ: ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ 78
Голозубова Ю.С., Бузолева Л.С., Богатыренко Е.А.
МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БУХТЫ НАХОДКА ПОД ДЕЙСТВИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕССА 82
Гольева А.А.
ВОЗМОЖНОСТИ МИКРОБИОМОРФНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В ПРОШЛОМ 84
Горбатенко Л.В.
КАЧЕСТВО ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОД БАССЕЙНА РЕКИ АМУР 86
Григорьева Е.А.
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ДИНАМИКА ТЕПЛООБЕСПЕЧЕННОСТИ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ЮГЕ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ 90
Гусев М.Н., Помигуев Ю.В.
СОСТАВ И СВОЙСТВА РУСЛООБРАЗУЮЩЕГО АЛЛЮВИЯ РЕКИ АМУР НА УЧАСТКЕ ОТ УСТЬЯ РЕКИ ЗЕЯ ДО ХИНГАНСКОГО УЩЕЛЬЯ 94
Гуров А.А.
КАРТЫ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ КАК ОСНОВА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО БИОСФЕРНОГО РАЙОНА) 98
Дембовецкий А.В., Шеин Е.В., Скворцова Е.Б., Абросимов К.Н.
МИКРОТОМОГРАФИЯ ПОЧВ БУГРОВ БЭРА 102
Дорожко С.И.
ЮРИДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ 104

Ермакова Ю.И.
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ СТАНЦИЯ КАК МАЛОЕ ИННОВАЦИОННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ В ИНФРАСТРУКТУРЕ ВУЗА НА ПРИМЕРЕ ХАБАРОВСКА 105
Желонкина Е.Э.
АНТРОПОГЕННОЕ ВЛИЯНИЕ НА ПРИРОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА НА ПРИМЕРЕ БЕЛОЯРСКОГО РАЙОНА 108
Завгорудько В.Н., Завгорудько Т.И., Завгорудько Г.В.
РЕКРЕАЦИОННЫЙ РЕСУРС КАК ФАКТОР ЭФФЕКТИВНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ОПЕРЕЖАЮЩЕГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. КОМСОМОЛЬСКА-НА-АМУРЕ) 111
Захарченко Е.Н.
ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВОДНО-БОЛОТНЫХ УГОДИЙ В ПРИОХОТЬЕ И НА МАТЕРИКОВОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА 114
Ивашов П.В.
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ЗЕЙРЕГИТ — ВОДА 118
Имранова Е.Л., Кириенко О.А.
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ НА ПРОЦЕССЫ САМООЧИЩЕНИЯ ЛУГОВОЙ ПОЧВЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ 120
Казаченко И.П.
КАРТОФЕЛЬНАЯ И ПОЛЫННАЯ ЦИСТООБРАЗУЮЩИЕ НЕМАТОДЫ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ 123
Калманова В.Б.
ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИИ В СОВРЕМЕННОМ ГОРОДСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ 126
Касаткин А.С.
ЧИСТАЯ ПЕРВИЧНАЯ ПРОДУКЦИЯ ДРЕВОСТОЕВ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ 129
Ким В.И., Махинов А.Н.
ВЛИЯНИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ РЕКИ АМУР: ПОЗИТИВНЫЕ И НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ 133
Климин М.А., Остроухов А.В., Купцова В.А., Чаков В.В.
ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗРЕЗА ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БОЛОТА АРГУЛАД (О. БОЛЬШОЙ ШАНТАР) 136
Климина Е.М.
ВЫЯВЛЕНИЕ КЛЮЧЕВЫХ ЛАНДШАФТНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ 140
Компаниченко В.Н.
ГЕОХИМИЧЕСКАЯ И ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНЫХ ГИДРОТЕРМАЛЬНЫХ ЭКОСИСТЕМ 142
Кондратьева Л.М.
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ВО ЛЬДАХ РЕКИ АМУР В РАЙОНЕ ХАБАРОВСКА 144
Кондратьева Л.М., Кулаков В.В., Андреева Д.В., Уткина А.С.
ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В СИСТЕМЕ ВОДА-ПОРОДА ПРИКРЕПЛЕННЫМИ МИКРООРГАНИЗМАМИ 148
Копотева Т.А.
ПИРОГЕННЫЕ СУКЦЕССИИ В МОХОВОМ ЯРУСЕ НА МЕЗОТРОФНОМ БОЛОТЕ В ПРИАМУРЬЕ 152
Кошелева Ю.А.
СОДЕРЖАНИЕ Rb В ПОЧВАХ ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ПРИМОРСКОГО КРАЯ 156
Кошкин Е.С.
К ФАУНЕ ВЫСШИХ РАЗНОУСЫХ ЧЕШУЕКРЫЛЫХ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА “ДУССЕ-АЛИНЬ” (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ) 159
Кошкин Е.С., Антонов А.Л.
О НОВОЙ НАХОДКЕ ЭПИКОПЕИ (*EPICOPEIA MENCIA* MOORE, 1874) (LEPIDOPTERA, EPICOPEIIDAE) В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ 161
Крюкова М.В.
ДИНАМИКА ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПОЙМЫ Р. АМУР В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ПАВОДКА 2013 Г. 162
Кулаков В.В., Андреева Д.В., Козырев Р.С., Матвеенко Д.В., Штенгелов Р.С.
МОНИТОРИНГ ЕСТЕСТВЕННОГО И НАРУШЕННОГО РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В АМУРО-ТУНГУССКОМ МЕЖДУРЕЧЬЕ 165

Купцова В.А.
ФИТОМАССА И ПРОДУКЦИЯ СФАГНОВЫХ МХОВ ПОСЛЕ МЕЛИОРАЦИИ НА МЕЗОТРОФНЫХ БОЛОТАХ В ПРИАМУРЬЕ 169
Куренщиков Д.К.
ВСПЫШКА ЧИСЛЕННОСТИ КОЛЬЧАТОГО ШЕЛКОПРЯДА (*MALACOSOMA NEUSTRIA, LASIOCAMPIDAE, LEPIDOPTERA*) В ПРИАМУРЬЕ: ВТОРОЙ ГОД 173
Лапина Е.Е.
ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ) 175
Левшина С.И.
ОЦЕНКА ОРГАНИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЛЬДА Р. АМУР (РАЙОН ХАБАРОВСКА) 179
Мазиров М.А., Шеин Е.В., Болотов А.Г., Микайылов Ф.Д., Мартынов А.И.
ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС И ТЕПЛОПЕРЕНОС ПРИ АНТРОПОГЕННОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ АГРОЛАНДШАФТОВ 183
Матюшкина Л.А.
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ В ТЕКСТУРНО-ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ПРОФИЛЕ ЛУГОВЫХ ПОДБЕЛОВ СРЕДНЕАМУРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ 186
Махинов А.Н., Ким В.И., Матвеенко Д.В., Козырев Р.С.
ТЕРРИГЕННЫЙ МАТЕРИАЛ В КЕРНАХ ЛЬДА (НИЖНЕЕ ТЕЧЕНИЕ Р. АМУР) 190
Махинов А.Н., Махинова А.Ф.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В БАССЕЙНЕ АМУРА 193
Makhinova Aleksandra F., Makhinov Alexey N.
INFLUENCE OF OPERATION OF DEPOSITS ON MIGRATION ACTIVITY OF ELEMENTS AND FORMATION OF GEOCHEMICAL FLOWS IN SOILS OF PRIAMURYE 196
Мирзеханова З.Г.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ КОНЦЕПЦИИ “ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА” В РЕАЛИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОЙ ВОСТОЧНОЙ ПОЛИТИКИ 199
Михайловская Т.О., Шваров А.П., Дембовецкий А.В.
ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ ПОЧВ ПОСЛЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ШАРОВОЙ МОЛНИЕЙ 203
Моторыкина Т.Н.
ВЛИЯНИЕ СЕНОКОШЕНИЯ НА ЛУГОВЫЕ СООБЩЕСТВА 205
Нарбут Н.А.
ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РЕГИОНАХ НОВОГО ОСВОЕНИЯ 208
Никитина Л.И., Жуков А.В.
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА ЦИЛИОФАУНЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ 211
Новороцкая А.Г.
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ АЯНА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ) 215
Озерский А.Ю.
ГИДРОКСИДНЫЙ И ФТОРИДНЫЙ ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ТИПЫ ВОД 219
Озерский Д.А., Пушкарева О.В., Иванова Т.П.
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ ПЕРСПЕСПЕКТИВНЫХ НЕФТЕГАЗОВЫХ УЧАСТКОВ ТУНГУССКОЙ СИНЕКЛИЗЫ 223
Орехова Т.П.
ВЛИЯНИЕ УРОЖАЯ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД НА ПРОЦЕСС СЕМЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ДЕРЕВЬЕВ В ЛЕСАХ ЗАПОВЕДНИКА “УССУРИЙСКИЙ” 227
Остроухов А.В.
ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ С БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) ДЛЯ КРУПНОМАСШТАБНОГО ЛАНДШАФТНОГО КАРТИРОВАНИЯ ТРУДНОДОСТУПНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА БАЗЕ ГПЗ "БОЛОНЬСКИЙ") 230
Полевская О.С., Голубева Е.М.
ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ПРИ КАРСТООБРАЗОВАНИИ 234

Потурай В.А.
МОЛЕКУЛЯРНО-МАССОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ КОНТИНЕНТАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА 238
Росликова В.И.
ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ В ИЗУЧЕНИИ ПОЧВ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЛАНДШАФТОВ В ПРИАМУРЬЕ 242
Сашникова Д.А., Кошельков А.М., Матвеенко Т.И.
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ГОРОДА ХАБАРОВСК 245
Сибирина Л.А., Гладкова Г.А.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ДУБОВЫХ ЛЕСОВ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ 246
Соколова Г.В., Верхотуров А.Л.
АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТОКА АМГУНИ, БУРЕИ, БИРЫ (НАЗЕМНЫЕ И СПУТНИКОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ) 249
Старожилов В.Т.
ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ ОСНОВ ПРИКЛАДНОГО ИЗУЧЕНИЯ ГЕОСИСТЕМ ТИХООКЕАНСКОГО ЛАНДШАФТНОГО ПОЯСА 253
Стенина А.С., Генкал С.И., Шестеркин В.П., Ким В.И., Крутикова В.О., Харитонова Г.В.
ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ В ЛЕДОВЫХ ВЗВЕСЯХ СРЕДНЕГО АМУРА 256
Телицын Г.П.
ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАДЫМЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИИ КРУПНЫМИ ЛЕСНЫМИ ПОЖАРАМИ 258
Ткаченко К.Н.
К ВОПРОСУ ОБ ОБИТАНИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕСНОГО КОТА В ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ 261
Трибун М.М.
ИНФУЗОРИИ РУЧЬЯ ЧХОНГЕЧХОН (Г. СЕУЛ, РЕСПУБЛИКА КОРЕЯ) 263
Чаков В.В.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ В БАЛЬНЕОЛОГИИ 265
Шалдыбин М.В., Харитонова Г.В., Остроухов А.В., Крутикова В.О., Лопушняк Ю.М., Деева Е.С., Шестеркин В.П.
МИНЕРАЛОГИЯ И СОСТАВ СОВРЕМЕННЫХ РЕЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ Р. БУРЕЯ) 268
Шевцов М.Н.
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВАНИЯ ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА 270
Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М.
ВЛИЯНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА НА СОДЕРЖАНИЕ И СТОК ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ РЕКИ АМУР В ПЕРИОД ЛЕДОСТАВА 273
Шестеркина Н.М., Шестеркин В.П.
ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕК ПРИОНОНСКОЙ РАВНИНЫ 277
Шкуратова Д.А.
ВЛИЯНИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ 279
Шлотгауэр С.Д.
ЭВОЛЮЦИЯ РОДА *SAXIFRAGA L.* НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ 280
Юрченко С.Г.
ВЛИЯНИЕ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ И МОРСКИХ ИСТОЧНИКОВ НА ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ ПОБЕРЕЖЬЯ АМУРСКОГО ЗАЛИВА 282
Яворская Н.М.
СТРУКТУРА ЗООБЕНТОСА И ПИГМЕНТЫ ВОДОРОСЛЕЙ ПЕРИФИТОНА РЕК АЛЛЕНГА И ТЫНДА (БАССЕЙН РЕКИ ЗЕЯ) 285
Морозова Г.Ю., Дебелая И.Д.
ЗЕЛЕНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА ХАБАРОВСКА 287
Сидоренко С.В.
ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ МАЛОИЗУЧЕННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОД ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА 291
Завгорудько Т.И., Кортелев В.В., Богомолова Е.В., Горовенко Н.А.
ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТОВ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТОРФА НА ИММУННЫЙ СТАТУС ДЕТЕЙ С ПЕРИНАТАЛЬНЫМ ПОРАЖЕНИЕМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ 293

Научное электронное издание

Российская конференция с международным участием

РЕГИОНЫ НОВОГО ОСВОЕНИЯ:

ЕСТЕСТВЕННЫЕ СУКЦЕССИИ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ

4–7 октября 2017 г.
г. Хабаровск

Сборник материалов

Печатается по решению организационного комитета конференции

Компьютерная верстка, дизайн: Э.В. Аднагулов, Е.В. Харитонов
Редактор: Г.В. Харитонова

Фото на обложке: © А.В. Соколов (ИВЭП ДВО РАН), 2006

Подписано в печать 29.09.2017. Формат 60x84 1/8
Усл. печ. л. 34,29. Объем 25 Мб.
Институт водных и экологических проблем ДВО РАН
680000 Хабаровск, ул. Дикопольцева, 56
Тел.: (4212) 22-75-73; 32-57-55
E-mail: ivep@ivep.as.khb.ru; http://ivep.as.khb.ru