

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ ПЕРИФИТОНА
НЕКОТОРЫХ РЕК АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Медведева, Т.В. Никулина

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, пр. 100-летия Владивостока, 159, г. Владивосток, 690022, Россия. E-mail: medvedeva@biosoil.ru; nikulinatv@mail.ru

Приведены результаты альгологического обследования ряда водотоков Амурской области, принадлежащих к бассейну р. Амур: реках Гулик, Буринда, Левая Буринда, Мадалан, Читкан, Уруша, Маломыр, Нагима, Джалинда, Мотовая, Большой Янкан; ручьях Сухоныр, Жедринский и Казачинский. Выявлен видовой состав водорослей перифитона, населяющих поверхность естественных субстратов. Всего было обнаружено 162 вида цианобактерий и водорослей из шести отделов: Цианобактерия – 7, Bacillariophytina – 134, Ochrophyta – 3, Charophyta – 8, Chlorophyta – 8, Rhodophyta – 1, Dinoflagellata – 1. Все обнаруженные виды водорослей являются типично речными, часто встречающимися в перифитоне рек юга Дальнего Востока.

Преобладающими видами, доминирующими в альгосообществах обследованных рек были *Encyonema silesiacum*, *E. minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Odontidium mesodon*, *Ulnaria ulna*, *Achnanthes minutissimum*, *Cocconeis euglypta* (диатомовые водоросли). В ряде водотоков определяющее значение в структуре сообществ играли красные (*Audouinella chalybea*), охрофитовые (*Bumilleria*, *Tribonema*, *Vaucheria*), зеленые (*Microspora*, *Oedogonium*, *Ulothrix*) и харовые нитчатые водоросли (*Spirogyra*, *Mougeotia*). В р. Мотовая зафиксировано доминирование динофитовых водорослей рода *Gymnodinium*. Наиболее бедные водорослевые сообщества отмечены в ручьях Жедринский и Казачинский, находящихся в границах Албынского золотоносного рудника и, скорее всего, подверженных влиянию загрязненных водных потоков, возникающих при добыче россыпного золота.

Значения численности водорослей перифитона складывались преимущественно за счет диатомовых. Максимальные показатели численности отмечены для р. Джалинда (6899,16 млн кл./м²), минимальные – в руч. Жедринский (88,92 млн кл./м²) и р. Левая Буринда (103,09 млн кл./м²). Наибольшая биомасса водорослей наблюдалась в р. Маломыр (74,685 г/м²), минимальная – в ручьях Жедринский и Казачинский (0,009 и 0,013 г/м², соответственно).

Проведена оценка экологического состояния природных вод методом Пантле-Бука в модификации Сладчека по наличию водорослей – индикаторов органического загрязнения. Значения индекса сапробности по отдельным водотокам изменялись в пределах от 1,02 (руч. Казачинский) до 1,84 (р. Буринда). Обследованные участки рек принадлежат к олигосапробной и бетамезосапробной зонам, что соответствует II и III классам чистоты, воды классифицируются как чистые и слабозагрязненные, имеющие слабую степень естественного органического загрязнения.

RESULTS OF THE STUDY ON PERIPHYTON ALGAE IN SOME
RIVERS OF THE AMUR REGION

L.A. Medvedeva, T.V. Nikulina

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, 159 Stoletiya Vladivostok Avenue, Vladivostok, 690022, Russia E-mail: medvedeva@biosoil.ru; nikulinatv@mail.ru

Samples of periphyton algae were collected in watercourses belonging to the Amur River basin: rivers Gulik, Burinda, Levaya Burinda, Madalan, Chitkan, Urusha,

Malomyr, Nagima, Dzhallinda, Motovaya, Bolshoy Yankan; the Sukhonyr, Zhedrinsky and Kazachinsky streams. The species composition of periphyton algae inhabiting the surface of natural substrates was identified. A total of 162 algae species from six divisions were found: Cyanobacteria – 7, Bacillariophytina – 134, Ochrophytina – 3, Charophyta – 8, Chlorophyta – 8, Rhodophyta – 1, Dinoflagellata – 1. All identified algae species are typical river diatoms, often found in the periphyton of rivers in the south of the Far East. The predominant species dominating in the algal communities of the surveyed rivers were *Encyonema silesiacum*, *E. minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Odontidium mesodon*, *Ulnaria ulna*, *Achnanthes minutissimum*, *Cocconeis euglypta* (diatoms). In a number of watercourses the determining role in the algal community was played by rhodophyte (*Audouinella chalybea*), ochrophyte (*Bumilleria*, *Tribonema*, *Vaucheria*), green (*Microspora*, *Oedogonium*, *Ulothrix*) and filamentous charophyte algae (*Spirogyra*, *Mougeotia*). In the Motovaya River, the dominance of dinophyte algae of the genus *Gymnodinium* was recorded. The poorest algae fouling was noted in the Zhedrinsky and Kazachinsky streams, located within the boundaries of the Albinsky gold mine and most likely exposed to the influence of turbid flows arising during gold mining.

An assessment of the ecological state of the watercourses was carried out using the Pantle-Buk method modified by Sladечek based on the presence of algae – indicators of organic pollution. The saprobity index values for individual watercourses varied within the range from 1,02 (Kazachinsky stream) to 1,84 (Burinda River). The surveyed sections of the rivers belong to the oligosaprobic and betamesosaprobic zones, which corresponds to II and III classes of purity, the waters are classified as clean and slightly polluted with a low degree of natural organic pollution.

The quantity values of the periphyton algae were mainly due to diatoms. The maximum numbers were noted for the river Dzhallinda (6899,16 mln cells/m²), the minimum for the Zhedrinsky stream (88,92 mln cells/m²) and for the Levaya Burinda River (103,09 mln cells/m²). The highest algae biomass was observed in the Malomyr River (74,685 g/m²), the minimum – in the Zhedrinsky and Kazachinsky streams (0,009 and 0,013 g/m², respectively).

Введение

Обширная территория Амурской области до недавнего времени почти не была затронута альгологическими исследованиями. Более ста лет назад сведения о водорослях торфяных болот в бассейне р. Зея и первая информация о водорослях р. Амур были опубликованы Б.В. Скворцовым (Скворцов, 1917, 1918). С конца 20-го века известны работы об альгофлоре р. Амур и ее притоков на территории Амурской области (Стрижова и др., 1991; Оглы, Назарова, 1997; Оглы, 1998; Оглы, Качаева, 1999; Краснова и др., 2013; 2016; Никулина, 2019). Сведения о видовом составе и структуре сообществ водорослей бассейна р. Зея и Зейского водохранилища были представлены в ряде публикаций Л.А. Медведевой с соавторами (Медведева, 2008, 2010 а, б, 2016, 2021, 2023; Медведева, Сиротский, 2010; Медведева, Семенченко, 2019). Имеются некоторые данные о пресноводных водорослях природных заповедников «Зейский» и «Норский» (Медведева, 2010 в, г). Выявлена богатая и разнообразная альгофлора природного заповедника «Хинганский» (Кухаренко, 1998; Kukhareno, 2002; Никулина, 2013).

Цель нашей работы: дополнить сведения о составе пресноводных водорослей водотоков Амурской области и провести оценку экологического состояния вод методом Пантле-Бука в модификации Сладечека по наличию водорослей – индикаторов органического загрязнения.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили альгологические пробы, собранные в летний период 2008–2009 гг. Д.В. Коцюком (к. б. н., руководитель Хабаровского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ХабаровскНИРО)).

Пробы водорослей перифитона были отобраны в водотоках, принадлежащих к бассейну р. Амур: реках Гулик (правый приток р. Зея), Буринда (левый приток р. Амур), Левая Буринда (левый приток р. Буринда), Мадалан (правый приток р. Ольдой), Читкан (правый приток р. Большой Мадалан), Уруша (левый приток р. Амур), Маломыр (левый приток р. Нижняя Стойба), Нагима (правый приток р. Малый Уркан), Джалинда (правый приток р. Ульма), Мотовая (правый приток р. Гилюй), Большой Янкан (правый приток р. Янкан) и ручьях Сухоныр (левый приток р. Нижняя Стойба), Жедринский (правый приток р. Эльгакан), Казачинский (правый приток р. Харга) (табл. 1).

Р. Гулик – участок на 45 км трассы «г. Зея – Золотая Гора – Береговой», Зейский р-н. 21.07.2008. Дно ложа водотока каменистое – средние и крупные окатанные камни. На момент забора проб ширина реки от 2 до 4 м. Глубина в плесовой части до 0,8 м, в районе переката – до 0,3 м. Вода в реке бесцветная и прозрачная до дна. Измеренные в момент отбора проб температура воды, величины минерализации и сатурации (содержание растворенного кислорода) приведены в таблице 1.

Р. Буринда – участок в 8 км к югу от п. Талдан, Сковородинский р-н. 19.07.2008. Дно ложа водотока – средние и крупные окатанные камни. Ширина реки 1,5–3 м. Глубина в плесовой части до 0,8 м, а в районе переката до 0,2 м. Вода в реке бесцветная и прозрачная до дна.

Таблица 1

Положение и координаты обследованных водотоков

Название	Положение	Координаты		Т° С	Минерализация, рртп	Насыщение О ₂ , %
		с.ш.	в.д.			
Р. Гулик	правый приток р. Зея	54.055033	126.938383	1,8	11,9	86
Р. Буринда	левый приток р. Амур	53.637067	124.830833	10,8	10,0	88
Р. Левая Буринда	левый приток р. Буринда	53.599250	124.913500	8,6	9,5	79
Р. Мадалан	правый приток р. Ольдой	54.057217	123.389633	22,4	0,8	91
Р. Читкан	правый приток р. Большой Мадалан	54.022867	123.091900	21,3	6,6	72
Р. Уруша	левый приток р. Амур	54.069733	122.854250	24,1	7,0	82
Р. Нагима	правый приток р. Малый Уркан	54.174683	124.639533	14,3	8,8	84
Р. Джалинда	правый приток р. Ульма	54.194350	124.522133	19,6	7,8	84
Р. Мотовая	правый приток р. Гилюй	54.088899	127.208001	нет данных		
Р. Большой Янкан	правый приток р. Янкан	54.260767	124.306150	17,9	7,5	78
Р. Маломыр	левый приток р. Нижняя Стойба	53.073683	131.705333	13,4	8,0	74
Руч. Сухоныр	левый приток р. Нижняя Стойба	53.413667	131.697850	6,0	11,6	91
Руч. Жедринский	правый приток р. Эльгакан	52.966983	133.636617	12,0	9,8	88
Руч. Казачинский	правый приток р. Харга	52.977033	133.604967	6,5	11,3	90

Р. Левая Буринда – левый приток р. Буринда, Сковородинский р-н. 20.07.2008. Дно ложа водотока илистое, с выходами гальки, гравия и песка. На момент забора проб ширина реки составила 2–6 м. Глубина в плесовой части до 0,7 м, а в районе переката до 0,1 м. Вода в реке бесцветная и прозрачная до дна.

Р. Мадалан – участок в 2,2 км на север от автомобильной дороги «Амур» (система рек Большой Мадалан – Ольдой – Амур), Сковородинский р-н. 16.07.2008. Дно ложа водотока – средние и крупные неокатанные камни. На момент забора проб ширина реки составила от 10 до 14 м. Глубина в плесовой части до 1,0 м, в районе переката до 0,4 м. Вода в реке бесцветная, на перекатах – прозрачная до дна. На плесах вода мутная, коричневато-зеленого цвета, с запахом болота или тины. В 25 м ниже моста, с левого берега, в заливе наблюдаются красно-бурые обрастания дна. Прозрачность на плесе оставляет 0,6 м.

Р. Читкан – участок в 200 м ниже по течению от железнодорожного моста (система рек Читкан – Большой Мадалан – Ольдой – Амур), Сковородинский р-н. 16.07.2008. Дно ложа водотока – средние и крупные неокатанные камни. На момент забора проб ширина реки составила 5–9 м. Глубина в плесовой части до 0,8 м, в районе переката до 0,3 м. Вода в реке на перекатах бесцветная и прозрачная до дна. На плесах вода мутная коричневато-зеленого цвета, с запахом болота или тины.

Р. Уруша – участок в 3,75 км к северо-западу от п. Уруша, Сковородинский р-н. 15.07.2008. Дно водотока – средняя и крупная галька, а также средние и местами крупные камни. На момент отбора проб ширина реки составила от 15 до 17 м. Вода в реке бесцветная и прозрачная до дна.

Р. Нагима – участок в 15 км восточнее поселка Соловьевск (система рек Нагима – Уркан – Зея), Тындинский р-н. 15.08.2009. Дно ложа водотока – старые отработанные отвалы драг. На момент забора проб ширина реки составила от 2 до 6 м. Глубина в плесовой части до 0,9 м, в районе переката до 0,2 м. Вода в реке бесцветная и прозрачная до дна.

Р. Джалинда – участок в 7,1 км восточнее поселка Соловьевск (система рек Джалинда – Уркан – Зея), Тындинский р-н. 15.08.2009. Дно ложа водотока – старые отработанные отвалы (средние обломочные и окатанные камни старых отвалов). На момент забора проб ширина реки составила от 8 до 11 м. Глубина в плесовой части до 1,6 м, а в районе переката до 0,4 м. Вода в реке мутная, так как выше по течению производятся старательские работы. На перекатах вода прозрачная до дна, на плесе прозрачность не превышает 0,6 м.

Р. Мотовая – нет данных.

Р. Большой Янкан – участок в районе моста через дорогу М-56-п. Янкан, в 1,2 км южнее от пос. Янкан (система рек Большой Янкан – Крестовка – Малый Ольдой – Ольдой – Амур), Тындинский р-н. 07.07.2009. Дно ложа водотока – средние и крупные неокатанные и окатанные камни. Ширина реки составила от 5 до 9 м. Глубина в плесовой части до 1,2 м, в районе переката до 0,5 м. Вода в реке бесцветная на перекатах и плесах прозрачная до дна. Температура воды составила 17,9° С, минерализация 7,5 ррт, содержание растворенного кислорода 78 %.

Р. Маломыр – участок в 30 км к югу от поселка Стойба (система рек Маломыр – Нижняя Стойба – Стойба – Селемджа), Селемджинский р-н. 24.07.2008. Дно ложа водотока гравийно-галечно-песчаное с окатанными и неокатанными камнями; на камнях четко выражен наилок. Практически по всей долине ручья идут старые отвалы дражных разработок. На момент забора проб ширина реки составила от 2 до 3 м. Глубина в плесовой части до 0,4 м, а в районе переката до 0,2 м. Вода в реке прозрачная до дна.

Руч. Сухоныр – левый приток р. Нижняя Стойба, Селемджинский р-н. 24.07.2008. Дно ложа водотока – средние и крупные обломочные камни. Ширина реки составила от 1 до 3 м, глубина до 0,5 м. Практически вся долина ручья несет на себе следы золотодобычи.

Руч. Жедринский – участок восточнее пос. Златоустовск (система рек Жедринский – Харга – Селемджа), Селемджинский р-н. 07.07.2009. Дно ложа водотока гравийно-галечное с окатанными камнями. На камнях четко выражен небольшой наилот. Ширина реки составила 2 м. Глубина в плесовой части до 0,25 м, в районе переката до 0,1 м. Вода в реке прозрачная до дна.

Руч. Казачинский – участок на северной окраине пос. Златоустовск (система рек Казачинский – Харга – Селемджа), Селемджинский р-н. 07.07.2009. Дно ложа водотока гравийно-галечное с неокатанными камнями. На момент забора проб ширина реки от 2 до 3 м. Глубина до 0,2 м. Вода в реке прозрачная до дна.

Качественные пробы водорослей собирали методом очистки обрастаний с поверхности камней (4–5 камней) жесткой щеткой и фиксировали 4 % формалином. Для ряда водотоков были отобраны также количественные пробы для получения данных о численности и биомассе водорослей перифитона. Эти пробы просчитывались в счетной камере собственной конструкции ($V_{\text{кам.}} = 10^{-2} \text{ см}^3$). При этом определялись виды и роды водорослей, проводилось измерение размеров их клеток, талломов, колоний для дальнейшего расчета объема, и подсчитывалось количество клеток всех видов водорослей и цианобактерий, отмеченных в камере. Далее, согласно общепринятым формулам (Водоросли..., 1989) рассчитывались численность (млн кл./м²) и биомасса (г/м²) каждого вида, и в конечном итоге – определялись количественные характеристики всех отделов, т. е. данные по общей численности и биомассе цианобактерий и водорослей на обследованных участках водотоков. На основании полученных данных можно охарактеризовать видовой состав альгофлоры обследованных водотоков, оценить численность и биомассу водорослей, дать оценку экологического состояния рек и ручьев по сапробиологическим показателям.

Всего было отобрано 40 качественных и количественных проб, обработка которых проводилась по общепринятым методикам (Голлербах, Полянский, 1951; Водоросли..., 1989). Определение видового состава цианобактерий и водорослей из всех отделов, за исключением диатомовых, осуществляли при камеральной обработке проб в фиксированном состоянии с использованием световых микроскопов «Alphaphot-2 YS-2» (Nikon), «Jenaval» и «Axioskop 40» (Carl Zeiss Jena) при увеличениях в 400 и 1000 раз. Для диатомового анализа были изготовлены постоянные препараты перекисным способом, с прокаливанием водорослей в перекиси водорода при нагревании. При выявлении видового состава альгофлоры были использованы следующие определители: Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953; Косинская, 1960; Виноградова и др., 1980; Мошкова, Голлербах, 1986; Krammer, Lange-Bertalot, 1986, 1988, 1991a, b; Hartley et al., 1996; Krammer, 2000, 2002.

Оценка экологического состояния водотоков проведена биологическим методом анализа качества воды по индикаторным организмам (водорослям), а именно – методом Пантле-Бука (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (1967). Согласно этому широко применяемому методу, каждый показательный организм имеет индивидуальный индекс сапробности (s). Степень сапробности водоема также характеризуется индексом сапробности (S), который рассчитывается на основании списка видов водорослей-индикаторов, обнаруженных в нем, и их количественных показателей. Нами были использованы рассчитанные табличные

величины сапробных значений каждого показательного вида (Барина и др., 2019). Частота встречаемости (*h*) индикаторных видов учитывалась по шестибальной шкале С.М. Вислоуха (Кордэ, 1956). Видовые таксоны водорослей приведены в соответствии с мировой базой данных AlgaeBase (Guiry, Guiry, 2024). Внутри отделов водоросли расположены в алфавитном порядке.

Результаты и обсуждение

В результате обследования вышеперечисленных четырнадцати рек и ручьев Амурской области выявлен видовой состав цианобактерий и водорослей, населяющих поверхность естественных субстратов. Всего было обнаружено 162 вида водорослей: Cyanobacteria – 7, Bacillariophytina – 134, Ochrophytina – 3, Charophyta – 8, Chlorophyta – 8, Rhodophyta – 1, Dinoflagellata – 1 (табл. 2, 3).

Таблица 2

Таксономический состав водорослей обследованных водотоков (2008–2009 гг.)

№	Высший таксон	Род	Вид
1	CYANOBACTERIA	6	7
2	BACILLARIOPHYTINA	51	134
3	OCHROPHYTINA	3	3
4	CHAROPHYTA	6	8
5	CHLOROPHYTA	8	8
6	RHODOPHYTA	1	1
7	DINOFLAGELLATA	1	1
Всего		76	162

Преобладающими видами, доминирующими в сообществах водорослей обрастаний обследованных рек, можно назвать *Encyonema silesiacum*, *E. minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Odontidium mesodon*, *Ulnaria ulna*, *Achnantheidium minutissimum*, *Cocconeis euglypta* (диатомовые водоросли). В ряде водотоков определяющее значение в альгосообществе играли красные (*Audouinella chalybea*), охрофитовые (*Bumilleria*, *Tribonema*, *Vaucheria*), зеленые (*Microspora*, *Oedogonium*, *Ulothrix*) и харовые нитчатые водоросли (*Spirogyra*, *Mougeotia*).

Ниже приводится краткое описание альгофлоры обследованных рек и ручьев (видовой состав цианобактерий и водорослей, выявленных в обрастаниях твердых субстратов, доминирующие виды), а также оценка качества вод этих водотоков по сапробности индикаторных организмов. Для ряда водотоков (пр. Большой Янкан, Мотовая, Джалинда, Нагима, Левая Буринда, Маломыр и руч. Жедринский и Казачинский) указаны количественные показатели – данные о численности и биомассе водорослей.

Р. Гулик (правый приток р. Зея). В обрастаниях камней р. Гулик отмечено 53 вида диатомовых водорослей. Из них численно преобладали *Encyonema silesiacum*, *Meridion circulare*, *Achnantheidium minutissimum*, *Odontidium hyemale* и *Gomphonema parvulum*, остальные водоросли имели незначительные оценки обилия – от 1 до 3 (единично–нередко).

Значение индекса сапробности равно 1,21, что соответствует олигосапробной зоне и II классу чистоты воды (табл. 4).

Видовой состав альгофлоры водотоков бас. Амур (2008–2009 гг.)

№ п/п	Таксон	Водоток										Сухоныр	Желтин-ский	Казачин-ский
		Гулик	Буринда	Л. Буринда	Мадалан	Читкан	Уруша	Маломыр	Нагима	Джалгинда	Мотовая	Б. Янкан		
1	2 Phylum CYANOBACTERIA	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16
1.	<i>Heteroleibleinia kossinskajae</i> (Elenkin) Anagnostidis et Komárek [= <i>Lyngbya kossinskajae</i> Elenkin]											3		
2.	<i>Lyngbya</i> sp. 1											3	2	
3.	<i>Lyngbya</i> sp. 2												3	
4.	<i>Microcoleus autumnalis</i> (Gomont) Strunecky, Komárek et J.R.Johansen [= <i>Phormidium autumnale</i> (C. Agardh) Gomont]												3	
5.	<i>Phormidium</i> sp.												2	
6.	<i>Tapinothrix janthina</i> (Bornet et Flahault) Bohunicá et J.R.Johansen [= <i>Homoeothrix janthina</i> Geitler]			2							2	3		
7.	<i>Tolypothrix distorta</i> Kützing ex Bornet et Flahault						4							
	Phylum HETEROKONTOPHYTA Subphylum BACILLARIOPHYTINA													
8.	<i>Achnanthes coarctata</i> (Brébisson ex W.Smith) Grunow							1						
9.	<i>Achnanthes</i> sp. 1			1-2								1		3
10.	<i>Achnanthes</i> sp. 2		2	2									3	
11.	<i>Achnanthidium lineare</i> W.Smith [= <i>Achnanthes linearis</i> (W. Smith) Grunow	2					1	1						
12.	<i>A.minutissimum</i> (Kützing) Czamecki	4		1			6	4	2	3	2			
13.	<i>Adlafia minuscula</i> (Grunow) Lange-Bertalot [= <i>Navicula minuscula</i> Grunow]												2	
14.	<i>Amphipleura pellucida</i> (Kützing) Kützing	1		1		1				3				
15.	<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg		1											
16.	<i>A. ovalis</i> (Kützing) Kützing	1				1	1	1		1				

[illegible]

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
45.	<i>Epithemia adnata</i> (Kützing) Rabenhorst		3	2	1		1-3								
46.	<i>E. porcellus</i> Kützing [= <i>Epithemia adnata</i> var. <i>porcellus</i> (Kützing) R. Ross]		3	2	1	1									
47.	<i>E. turgida</i> (Ehrenberg) Kützing												2		
48.	<i>Eumotia bilunaris</i> (Ehrenberg) Mills	1		1	1	2	1					2			2
49.	<i>E. formica</i> Ehrenberg					1									
50.	<i>E. groenlandica</i> (Grunow) Norpel-Schempp et Lange-Bertalot		1												
51.	<i>E. implicata</i> Nörpel, Lange-Bertalot et Alles	1					1								
52.	<i>E. incisa</i> Gregory			1											
53.	<i>E. minor</i> (Kützing) Grunow			2											
54.	<i>E. pectinalis</i> (Kützing) Rabenhorst					1									
55.	<i>E. praerupta</i> Ehrenberg		3	1-2											
56.	<i>E. septentrionalis</i> Østrup	1													
57.	<i>Fragilaria capucina</i> Desmazières				3-4		3					5			4
58.	<i>F. recapitellata</i> Lange-Bertalot et Metzeltin [= <i>Fragilaria vaucheriae</i> var. <i>capitellata</i> (Grun.) R. Ross]												5		
59.	<i>F. vaucheriae</i> (Kützing) J.B. Petersen	3			4			3	2	4	1	5	5		
60.	<i>Fragilaria</i> sp.													2	2
61.	<i>Fragilariforma mesolepta</i> (Rabenhorst) Kharitonov [= <i>Fragilaria capucina</i> var. <i>mesolepta</i> (Rabenhorst) Rabenhorst]					4-5	2								
62.	<i>Frustulia amphipleuroides</i> (Grunow) A. Cleve								1						
63.	<i>F. rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni				1			1		1					
64.	<i>F. vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	1		1	1			1							
65.	<i>Gogorevia exilis</i> (Kützing) Kulikovskiy et Kociolek [= <i>Achnanthes exigua</i> Grunow]	1-2				1-2	1-2								
66.	<i>Gomphonema clevei</i> (Fricke) Gil [= <i>Gomphonema clevei</i> Fricke]						1								
67.	<i>Gomphonella olivacea</i> (Hornemann) Rabenhorst [= <i>Gomphonema olivaceum</i> (Hornemann) Dawson ex Ross et Sims]			1-3	6	1	1	3	4	3	1-2	2			

[illegible]

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
94.	<i>N. rhynchocephala</i> Kützing			1				1			1				
95.	<i>N. slesvicensis</i> Grunow						1								
96.	<i>N. viridula</i> (Kützing) Ehrenberg		1												
97.	<i>Navicula</i> sp.											1			1
98.	<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer				1										
99.	<i>N. ampliatus</i> (Ehrenberg) Krammer			1											
100.	<i>N. bisulcatum</i> (Lagerstedt) Cleve	1		1											
101.	<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow						1								
102.	<i>N. brevissima</i> Grunow		2	1											
103.	<i>N. capitellata</i> Hustedt	2													
104.	<i>N. dissipata</i> (Kützing) Rabenhorst [= <i>Nitzschia dissipata</i> (Kützing) Grunow]	1		1				4		4	1				
105.	<i>N. linearis</i> W. Smith	1-3		2		3	1	3	1	4					3
106.	<i>N. nana</i> Grunow	1	1		1										
107.	<i>N. palea</i> (Kützing) W. Smith	2			2	2-3	2-3	4		5	1			2	
108.	<i>N. paleacea</i> (Grunow) Grunow			1		2		3	3	4	2-3				
109.	<i>N. vermicularis</i> (Kützing) Hantzsch					1									
110.	<i>Nitzschia</i> sp.											1	1		
111.	<i>Odontidium hyemale</i> (Roth) Kützing [= <i>Diatoma hiemale</i> (Roth) Heiberg]	4			1					1	1	1			
112.	<i>O. mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing [= <i>Diatoma mesodon</i> (Ehrenberg) Kützing]	3		4			1	4		1	3		5	2	
113.	<i>Pinnularia alpina</i> W. Smith			1											
114.	<i>P. borealis</i> Ehrenberg	1	1				1								
115.	<i>P. crucifera</i> A. Cleve			1											
116.	<i>P. microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve													1	
117.	<i>Pinnularia</i> sp.			1											
118.	<i>Placoneis elginensis</i> (Gregory) Cox			1											
119.	<i>Planolithidium ellipticum</i> (Cleve) Edlund [= <i>Planolithidium lanceolatum</i> var. <i>ellipticum</i> (Cleve) Bukhtiyarova]	1						1							

[illegible]

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
143.	<i>Tribonema affine</i> (Kützing) G.S.West											4			
144.	<i>Vaucheria</i> sp. ster.							4				2			
	Phylum CHAROPHYTA														
145.	<i>Cosmarium punctulatum</i> Brébisson						3								
146.	<i>C. tinctum</i> Ralfs						1-2								
147.	<i>C. undulatum</i> Corda ex Ralfs									1					
148.	<i>Gonatozygon monotaenium</i> De Bary						1								
149.	<i>Klebsormidium rivulare</i> (Kützing) M.O.Morison et Sheath [=Chlorhormidium rivulare (Kützing) Starmach]								2						
150.	<i>Mougeotia</i> sp. ster.					2	5								
151.	<i>Spirogyra</i> sp. ster.				6	6	4	1							
152.	<i>Spondyliosium planum</i> (Wolle) West et G.S.West						1								
	Phylum CHLOROPHYTA														
153.	<i>Ankistrodesmus fusiformis</i> Corda						1								
154.	<i>Bulbochaete debaryana</i> Wittrock et Lundell						3-4								
155.	<i>Microspora williana</i> Lagerheim											5			
156.	<i>Oedogonium</i> sp. ster.				2-3	2	2					4			
157.	<i>Pediastrum tetras</i> (Ehrenberg) Ralfs						1								
158.	<i>Acutodesmus acutiformis</i> (Schröder) P.M.Tsarenko et D.M.John [=Scenedesmus acutiformis Schroder]						1								
159.	<i>Phaeoschizochlamys delicatula</i> (West) R.A.Andersen [=Schizochlamyella delicatula (G.S. West) Korschikov.						1								
160.	<i>Ulothrix zonata</i> (F. Weber et Mohr) Kützing						1			2		3			
	Phylum RHODOPHYTA														
161.	<i>Audouinella chalybea</i> (Roth) Bory [=Chantransia chalybea (Roth) Fries]				5										
	Phylum DINOFLAGELLATA														
162.	<i>Gymnodinium</i> sp.										6				

Таблица 4

Сапробные показатели обследованных водотоков (2008–2009 гг.)

Водоток	Индекс сапробности	Класс чистоты воды
Гулик	1,21	II
Буринда	1,84	III
Левая Буринда	1,18–1,28	II
Мадалан	1,38	II
Читкан	1,33	II
Уруша	1,3	II
Нагима	1,4	II
Джалинда	1,37	II
Мотовая	1,48–1,52	II–III
Большой Янкан	1,35	II
Маломыр	1,33	II
Сухоныр	1,27	II
Жедринский	1,2	II
Казачинский	1,02	II

Р. Буринда (левый приток р. Амур). В обрастаниях камней р. Буринда обнаружено 39 таксонов диатомовых водорослей. Практически все виды отмечены с невысокой частотой встречаемости: от 1 до 3 (единично–нередко) и только виды *Meridion circulare* и *M. constrictum* имели наиболее высокую оценку частоты встречаемости 4 (оч. часто). Двадцать восемь таксонов из 39 считаются показателями качества воды и являются в основном олиго- и бетамезосапробионтами, то есть видами, характерными для практически чистых и слабо загрязненных вод: *Meridion circulare*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Hannaea arcus*. Однако присутствие вида *Epithemia adnata*, имеющего $s = 2,5$ и частоту встречаемости 3 (нередко), привело к тому, что суммарный индекс сапробности оказался равным 1,84, что соответствует бетамезосапробной зоне самоочищения и III классу чистоты (слабо загрязненные воды).

Р. Левая Буринда (левый приток р. Буринда). Нами просмотрены две пробы из р. Левая Буринда, отобранные на плесе и перекате, в которых обнаружены только диатомовые водоросли (31 вид – на плесе и 32 – на перекате). Для этих участков был выявлен практически идентичный видовой состав, но отмечены различия по количественным показателям – обрастания водорослей на перекате реки имели более высокие значения биомассы. В качестве доминантов отмечены олигосапробионты *Cocconeis placentula*, *Encyonema minutum*, *E. silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, а также бетамезосапробионты *Gomphonella olivacea*, *Ulnaria ulna*.

Индексы сапробности плеса и переката были близки: 1,18 и 1,28, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты, и свидетельствует о достаточной чистоте обследованных участков реки (табл. 4).

Общие показатели численности и биомассы водорослей р. Левая Буринда оказались наиболее низкими, по сравнению с другими обследованными реками, и были равны: $N = 103,09$ млн кл./м² и $B = 0,0948$ г/м² (табл. 5).

Р. Мадалан (правый приток р. Ольдой). Состав водорослей перифитона реки представлен 41 таксоном из трех отделов – Bacillariophytina, Rhodophyta

Таблица 5

Количественные показатели альгосообществ в обследованных водотоках (2009 г.)

№	Водоток	N / B					
		Cyano- bacteria	Dinofla- gellata	Bacillario- phytina	Ochro- phytina	Chloro- phyta	Всего
1	Левая Буринда	<u>64,28</u> 0,001	-	<u>38,81</u> 0,094	-	-	<u>103,09</u> 0,095
2	Нагима	-	-	<u>117,36</u> 0,120	-	<u>90,47</u> 0,0109	<u>207,82</u> 0,131
3	Джалинда	-	-	<u>6705,88</u> 24,31	-	<u>193,28</u> 1,256	<u>6899,16</u> 25,566
4	Мотовая, участок 1	<u>122,13</u> 0,001	<u>1101,93</u> 0,077	<u>203,86</u> 0,177	-	-	<u>1427,92</u> 0,256
5	Мотовая, участок 2	-	<u>3230,51</u> 0,226	<u>71,86</u> 0,058	-	-	<u>3302,38</u> 0,284
6	Большой Янкан	<u>242,8</u> 0,002	-	<u>222,16</u> 0,018	-	<u>4,86</u> 0,267	<u>469,82</u> 0,453
7	Маломыр	-	-	<u>1238,37</u> 0,896	<u>18,99</u> 72,175	<u>18,99</u> 1,614	<u>1276,35</u> 74,685
8	Жедринский	<u>70,68</u> 0,002	-	<u>18,24</u> 0,007	-	-	<u>88,92</u> 0,009
9	Казачинский	<u>184,9</u> 0,003	-	<u>20,0</u> 0,006	-	<u>52,4</u> 0,003	<u>257,3</u> 0,013

Примечание. В числителе: N – численность водорослей (млн кл./м²), в знаменателе: B – биомасса, (г/м²).

и Chlorophyta. Определяющее значение в альгосообществе играют красные и харовые нитчатые водоросли – *Audouinella chalybea* и *Spirogyra* sp. ster., а также диатомовые *Encyonema minutum*, *Gomphonella olivacea*, *Gomphonema parvulum* и *Melosira varians*.

Индекс сапробности равен 1,38, что соответствует олигосапробной зоне самоочищения, II классу чистоты – практически чистые, свободные от органического загрязнения воды.

Р. Читкан (правый приток р. Большой Мадалан). В обрастаниях камней обнаружено 40 таксонов диатомовых и зеленых водорослей. Большее число видов зарегистрировано с низкой частотой встречаемости (единично – нередко) и только для нескольких видов водорослей отмечены высокие оценки обилия, так *Encyonema silesiacum* и *Navicula radiosa* имеют частоту встречаемости равную 4 (часто), *Fragilariforma mesolepta* – 4–5 (часто-оч. часто), *Spirogyra* sp. ster. – 6 (масса).

Индекс сапробности равен 1,33, что соответствует олигосапробной зоне и II классу чистоты воды.

Р. Уруша (левый приток р. Амур). В июле 2008 г. альгофлора представлена 60 видами, разновидностями и форм водорослей. Наиболее разнообразными в видовом отношении оказались диатомовые (46 внутривидовых таксонов). Преобладающими в альгосообществе обследованного участка реки являются виды диатомовых и зеленых водорослей – *Achnantheidium minutissimum*, *Cocconeis euglypta*, *Tabellaria flocculosa* и *Mougeotia* sp. ster.

Индекс сапробности равен 1,30, что соответствует олигосапробной зоне самоочищения, II классу чистоты – практически чистые, свободные от органического загрязнения воды.

Р. Нагима (правый приток р. Малый Уркан). Отмечены водоросли из групп Bacillariophytina и Chlorophyta, всего 16 видов, разновидностей и форм. В качестве

преобладающего в альгосообществе можно назвать вид *Gomphonella olivacea* (Bacillariophytina), его численность равна 31,78 млн кл./м², остальные виды встречались единично. Количественные показатели водорослей р. Нагима имеют невысокие значения: $N = 207,82$ млн кл./м² и $B = 0,1313$ г/м² (табл. 5).

Индекс сапробности был равен 1,4, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды: практически чистые воды (табл. 4).

Р. Джалинда (правый приток р. Ульма). Альгофлора реки представлена 27 видами и разновидностями диатомовых водорослей, в качестве доминантов отмечены *Melosira varians* и *Navicula cryptocephala*, субдоминанта – *Nitzschia palea*. Наиболее высокие значения численности и биомассы отмечены для доминирующего вида *Melosira varians* ($N = 3731,09$ млн кл./м² и $B = 22,39$ г/м²), благодаря которому и суммарное значение количественных показателей водорослей перифитона оказалось высоким: $N_{\text{общ.}} = 6899,16$ млн кл./м² и $B_{\text{общ.}} = 25,57$ г/м² (табл. 5).

Индекс сапробности был равен 1,37, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды: практически чистые воды (табл. 4).

Р. Мотовая (правый приток р. Гилюй). В обрастаниях камней на двух участках р. Мотовая отмечено 23 вида, разновидности и форм водорослей из трех отделов – Cyanobacteria, Dinoflagellata и Bacillariophytina. На первом участке (участок 1) численно преобладали два вида водорослей из динофитовых и диатомовых – *Gymnodinium* sp. и *Odontidium mesodon*, их значения численности составляли 1101,93 млн кл./м² и 179,98 млн кл./м², соответственно. Общие значения численности и биомассы водорослей на обследованном участке реки составили: $B_{\text{общ.}} = 1427,92$ млн кл./м² и $B_{\text{общ.}} = 0,26$ г/м² (табл. 5).

Индекс сапробности был равен 1,52, что соответствует бетамезосапробной зоне, III классу чистоты воды: слабо загрязненные воды (табл. 4).

На втором участке р. Мотовая (участок 2) зафиксировано доминирование динофитовых водорослей *Gymnodinium* sp., их значения численности и биомассы были максимальными в альгосообществе данного участка реки ($N = 3230,51$ млн кл./м² и $B = 0,23$ г/м²). Общие показатели численности и биомассы динофитовых и диатомовых водорослей составили: $N_{\text{общ.}} = 3302,38$ млн кл./м² и $B_{\text{общ.}} = 0,28$ г/м² (табл. 5).

Индекс сапробности был равен 1,48, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды: практически чистые воды (табл. 4).

Р. Большой Янкан (правый приток р. Янкан). В сложении обрастаний в р. Б. Янкан принимали участие водорослей и цианобактерий, диатомовых, зеленых и охрофитовых водорослей. Здесь отмечены в больших количествах виды, имеющие нитчатые формы или строение слоевища и колоний в виде нитей. Это: *Lyngbya* (цианобактерии), *Melosira varians* (диатомовые), *Bumilleria*, *Tribonema*, *Vaucheria* (охрофитовые), *Microspora*, *Oedogonium*, *Ulothrix* (зеленые). Состав диатомовых водорослей отличался значительным видовым разнообразием, например, здесь отмечены виды родов *Surirella*, *Cymbella*, *Cymatopleura*, *Eunotia*. Доминировали ксено-олигосапробионт *Encyonema silesiacum*, олиго-бетамезосапробионты *Cymbella neocistula*, *Encyonema minutum*, *Fragilaria vaucheriae*, *Meridion circulare*. Общие значения численности водорослей складывались, главным образом, за счет цианобактерий и диатомовых ($N_{\text{общ.}} = 469,82$ млн кл./м²), а биомасса – за счет диатомовых и зеленых водорослей ($B_{\text{общ.}} = 0,453$ г/м²) (табл. 5).

Наличие массового развития альфа-бетамезосапробионта *Melosira varians* стало причиной увеличения значения индекса сапробности до 1,35, хотя он и остался в пределах олигосапробной зоны, II класса чистоты вод: практически чистые воды (табл. 4).

Р. Маломыр (левый приток р. Нижняя Стойба). Обрастания субстратов р. Маломыр представлены 33 видами, разновидностями и формами водорослей трех групп: Bacillariophytina, Ochrophytina и Chlorophyta. В альгосообществе по численности доминировали обычные для речных альгосообществ диатомовые водоросли *Meridion constrictum* ($N = 201,33$ млн кл./м²), *Encyonema silesiacum* ($N = 121,56$ млн кл./м²), *Meridion circulare* и *Achnanthes minutissimum* (N для обоих видов равна по 79,77 млн кл./м²). Общее значение численности водорослей на данном участке р. Маломыр складывалось, главным образом, за счет диатомей и составило 1276,35 млн кл./м². Обильное развитие охрофитовых водорослей рода *Vaucheria* определило биомассу водорослей перифитона в р. Маломыр в целом – 74,69 г/м² (табл. 5).

Индекс сапробности был равен 1,33, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды – практически чистые воды (табл. 4).

Руч. Сухоныр (левый приток р. Нижняя Стойба). В составе водорослей перифитона р. Сухоныр были обнаружены только диатомовые водоросли (23 вида), в качестве доминантов фигурировали виды ксено- и олигосапробионты *Fragilaria vaucheriae*, *F. recapitellata*, *Odontidium mesodon*, *Encyonema silesiacum*, *Gomphonema angustatum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare* и бетамезосапробионт *Ulnaria ulna*.

Индекс сапробности равен 1,27, что соответствует олигосапробной зоне самоочищения, II классу чистоты – практически чистые, свободные от органического загрязнения воды (табл. 4).

Руч. Жедринский (правый приток р. Эльгакан). В руч. Жедринский отмечены наиболее бедные обрастания водорослей. В пробе обнаружены нити нитчатых цианобактерий из родов *Lyngbya* и *Phormidium*, а также единичные клетки мелких диатомей. На камнях четко выражен наилкок, что, по-видимому, препятствовало развитию и вегетированию водорослей. Большинство найденных видов относится к олиго-ксено- и олиго-бетамезосапробионтам и являются показателями хорошего качества вод.

Численность и биомасса водорослей были наименьшими среди обследованных водотоков: $N_{\text{общ.}} = 88,92$ млн кл./м² и $B_{\text{общ.}} = 0,009$ г/м², соответственно (табл. 5).

Индекс сапробности равен 1,2, что соответствует олигосапробной зоне самоочищения, II классу чистоты вод (табл. 4).

Руч. Казачинский (правый приток р. Харга). Обрастания в руч. Казачинский были сформированы цианобактериями, зелеными (*Klebsormidium*) и диатомовыми водорослями. В сложении численности большую роль играли цианобактерии. Общая биомасса была невелика: $B_{\text{общ.}} = 0,013$ г/м² (табл. 5). Обнаруженные показательные организмы относились, по большей части, к группам олиго- и олиго-бетамезосапробионтов: *Meridion circulare* и виды рода *Encyonema*.

Индекс сапробности равен 1,02, что соответствует олигосапробной зоне, II классу чистоты воды (табл. 4).

Два последних водотока – небольшие ручьи, находящиеся в границах Албынского золотоносного рудника и, скорее всего, подвержены влиянию мутных потоков, возникающих при золотодобыче.

Заключение

В результате обследования ряда рек и ручьев Амурской области, относящихся к бассейну р. Амур, выявлен видовой состав водорослей перифитона, населяющих поверхность естественных субстратов. Всего было обнаружено 162 вида водорослей

из шести отделов: Cyanobacteria – 7, Bacillariophytina – 134, Ochrophytina – 3, Charophyta – 8, Chlorophyta – 8, Rhodophyta – 1, Dinoflagellata – 1.

Преобладающими видами, доминирующими и субдоминирующими в альго-сообществах обрастаний рек, можно назвать *Encyonema silesiacum*, *E. minutum*, *Gomphonema parvulum*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Odontidium mesodon*, *Ulnaria ulna*, *Achnantheidium minutissimum*, *Cocconeis euglypta* (диатомовые водоросли). В ряде водотоков определяющее значение в перифитонных сообществах играли красные (*Audouinella chalybea*), охрофитовые (*Bumilleria*, *Tribonema*, *Vaucheria*), зеленые (*Microspora*, *Oedogonium*, *Ulothrix*) и харовые нитчатые водоросли (*Spirogyra*, *Mougeotia*). В р. Мотовая зафиксировано доминирование динофитовых водорослей рода *Gymnodinium*. Наиболее бедные водорослевые обрастания отмечены в ручьях Жедринский и Казачинский, находящихся в границах Албынского золотоносного рудника и, скорее всего, подверженных влиянию мутных потоков, возникающих при золотодобыче.

Анализ качества воды обследованных водотоков по наличию индикаторных видов водорослей показал, что значения индекса сапробности изменялись в пределах от 1,02 (руч. Казачинский) до 1,84 (р. Буринда). Таким образом, обследованные участки рек принадлежат к олигосапробной и бетамезосапробной зонам, что соответствует II и III классам чистоты, а воды классифицируются как чистые и слабозагрязненные, имеющие слабую степень естественного органического загрязнения.

Значения численности водорослей перифитона складывались преимущественно за счет диатомей. Максимальные показатели численности отмечены для р. Джалинда (6899,16 млн кл./м²), минимальные – в руч. Жедринский (88,92 млн кл./м²) и в р. Левая Буринда (103,09 млн кл./м²). Наибольшая биомасса водорослей наблюдалась в р. Маломыр (74,685 г/м²), минимальная – в ручьях Жедринский и Казачинский (0,009 и 0,013 г/м², соответственно).

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность руководителю ХабаровскНИРО к. б. н. Д.В. Коцюку за предоставленные пробы водорослей.

Работа выполнена при поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, темы № 121031000147-6, № 124012400285-7.

Литература

- Барнинова С.С., Белоус Е.П., Царенко П.М. 2019. Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. Хайфа, Киев: Издательство University of Haifa Publisher, Haifa, Israel. 367 с.
- Виноградова К.Л., Голлербах М.М., Зауер Л.М., Сдобникова Н.В. 1980. Зеленые, красные и бурые водоросли. Л.: Наука. 248 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 13.).
- Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. и др. 1989. Киев: Наукова думка. 608 с.
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. 1953. Синезеленые водоросли. М.: Советская наука. 652 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 2).
- Голлербах М.М., Полянский В.И. 1951. Пресноводные водоросли и их изучение. М.: Советская наука. 199 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1).
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. Диатомовые водоросли. М.: Советская наука. 619 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4).
- Кордэ Н.В. 1956. Методика биологического изучения донных отложений озер (полевая работа и биологический анализ) // Жизнь пресных вод СССР. Т. 4. Ч. 1. М., Л.: Изд-во АН СССР. С. 383–413.
- Косинская Е.К. 1960. Десмидиевые водоросли. Конъюгаты, или сцеплянки (2). М.-Л.: Изд-во АН СССР. 706 с. (Флора споровых растений СССР. Т. 5. Вып. 1.)

- Краснова Е.Д., Никулина Т.В., Власова С.Н., Мардашова М.В. 2013.** Оценка санитарно-биологического состояния водоемов бассейна р. Гильчин в июне 2011 г. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Биологический. Т. 118. Вып. 5. С. 31–39.
- Краснова Е.Д., Никулина Т.В., Власова С.Н., Мардашова М.В., Смиренский С.М. 2016.** Гидробиологические исследования р. Гильчин и водоёмов её бассейна // Бассейн реки Гильчин: История. Водно-болотные угодья. Водные ресурсы. Владивосток: Дальнаука. С. 134–197.
- Кухаренко Л.А. 1998.** Водоросли // Флора и растительность Хинганского заповедника (Амурская область). Владивосток: Дальнаука. С. 11–32.
- Медведева Л.А. 2008.** Сообщества перифитонных водорослей водотоков бассейна Зейского водохранилища // Пресноводные экосистемы бассейна реки Амур. Владивосток: Дальнаука. С. 72–88.
- Медведева Л.А. 2010а.** Альгологические исследования водотоков бассейна реки Зeya и Зейского водохранилища // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука. С. 45–92.
- Медведева Л.А. 2010б.** Перифитонные водоросли Зейского водохранилища // Там же. С. 92–107.
- Медведева Л.А. 2010в.** Пресноводная биота Зейского и Норского заповедников. Зейский заповедник. Пресноводные водоросли // Там же. С. 206–213.
- Медведева Л.А. 2010 г.** Пресноводная биота Зейского и Норского заповедников. Норский заповедник. Пресноводные водоросли // Там же. С. 221–228.
- Медведева Л.А. 2016.** Особенности сообществ перифитонных водорослей реки Зeya после плотины Зейской ГЭС Амурская область // Жизнь пресных вод. Вып. 2. С. 116–127.
- Медведева Л.А. 2021.** Результаты альгологического обследования среднего течения реки Зeya (Амурская область) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 9. Владивосток: Дальнаука. С. 104–117.
- Медведева Л.А. 2023.** Эколого-географическая характеристика флоры диатомовых водорослей бассейна реки Зeya (Амурская область) // Ботан. журн. Т. 108. № 6. С. 37–55.
- Медведева Л.А., Семенченко А.А. 2019.** Структурные особенности водорослей перифитона в водотоках бассейна реки Зeya (Амурская область) // Биология внутренних вод. № 1. С. 23–30.
- Медведева Л.А., Сиротский С.Е. 2010.** Фитопланктон Зейского водохранилища // Гидробиологический мониторинг зоны влияния Зейского гидроузла. Хабаровск: Дальнаука. С. 107–114.
- Мошкова И.А., Голлербах М.М. 1986.** Зеленые водоросли. Класс улотриксые (1). Л.: Наука. 360 с. (Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10.).
- Никулина Т.В. 2013.** Дополнение к диатомовой флоре Хинганского государственного природного заповедника // X Дальневост. конф. по заповедному делу: материалы конф. Благовещенск: Изд-во БГПУ. С. 239–240.
- Никулина Т.В. 2019.** Видовой состав фитопланктона и оценка качества воды р. Амур в районе г. Благовещенск (весенне-летний период 2018 г.) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 8. Владивосток: Дальнаука. С. 114–125.
- Оглы З.П. 1998.** Альгологические исследования в Забайкалье // Ботаника на рубеже XX и XXI веков: материалы II (X) съезда РБО РАН. СПб: Наука. С. 121.
- Оглы З.П., Качаева М.И. 1999.** Биоразнообразие водных экосистем Забайкалья. Каталог водорослей Верхнеамурского бассейна. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 91 с.
- Оглы З.П., Назарова Е.И. 1997.** К вопросу альгологических исследований в Забайкалье // Флора, растительность и растительные ресурсы Забайкалья: материалы междунар. конф. Чита: Изд-во БНЦ. С. 16–18.
- Скворцов Б.В. 1917.** Водоросли верховьев р. Зеи Амурской области. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. 4. // Журн. Русс. Ботан. об-ва. Т. 2. С. 117–120.
- Скворцов Б.В. 1918.** К познанию водорослей Амурской и Забайкальской областей. Материалы по флоре водорослей Азиатской России. 10. // Журн. Русс. Ботан. об-ва. Т. 3, № 1–4. С. 18–22.
- Сладечек В. 1967.** Общая биологическая схема качества воды // Санитарная и техническая гидро-биология. М.: Наука. С. 26–31.
- Стрижова Т.А., Оглы З.П., Серебрякова М.С. и др. 1991.** Современные гидробиологические исследования рек верхнего Амура // Тез. докл. 6-го Всесоюз. съезда гидробиологов. Мурманск. С. 76.
- Guiry M.D., Guiry G.M. 2016–2025.** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org> (accessed 10.02.2025).
- Hartley B., Barber H.G., Carter J.R. 1996.** An Atlas of British Diatoms. Bristol: Biopress Ltd. 601 p.
- Krammer K. 2000.** The genus *Pinnularia* // Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 1. 703 p.

- Krammer K. 2002.** The genus *Cymbella* // Diatoms of the European Inland Waters and Comparable Habitats. Vol. 3. 584 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986.** Bacillariophyceae. Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Teil 1. Jena. 876 s.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1988.** Bacillariophyceae. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Teil 2. Stuttgart, New York. 596 s.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991a.** Bacillariophyceae. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Teil 2, 3. Stuttgart, Jena. 576 s.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1991b.** Bacillariophyceae. Achnanthaceae, *Navicula* und *Gomphonema*. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Teil 4. Stuttgart, Jena. 438 s.
- Kukhareenko L.A. 2002.** New species for algoflora of limnetic basins of the Russian Far East // Intern. J. of Algae. V. 4, is. 4. P. 112–121.
- Pantle F., Buck H. 1955.** Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas - und Wasserfach. Bd 96, N 18. 604 S.