

Почвы заповедника «Ханкайский» (участки «Журавлиный» и «Чёртово болото»)

Е. А. Жарикова, О. М. Голодная*

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии
Дальневосточное отделение Российской академии наук
Владивосток, 690022, Российская Федерация
e-mail: ejarikova@mail.ru*

Аннотация

Рассмотрено разнообразие почв восточной и юго-восточной части заповедника «Ханкайский» и прилегающих территорий. Изучены особенности их морфологического строения и физико-химических свойств. Основные черты почвенного покрова обусловлены комплексом элементарных почвообразовательных процессов (ЭПП), среди которых преобладают аккумулятивно-гумусовый, выщелачивания, отбеливания, оглинивания, оглеения и осолодения. Для каждого подтипа почв характерен определённый набор ЭПП, определяющий своеобразие физико-химических свойств, что отражается в морфологическом строении профиля. Бурозёмы типичные (AY–BM–C) и дерново-буро-подзолистые почвы (AY–(AEL)–BEL–BT–C) выявлены преимущественно в охранной зоне заповедника, развиваются в автоморфных условиях на элювиальных отложениях под широколиственными лесами. Аллювиальные луговые глееватые почвы (AY–Bg–Cg) формируются на плоских выровненных пространствах, в поймах рек под разнотравно-вейниковой с осокой растительностью с подростом ивы и шиповника. Тёмногумусово-глеевые типичные почвы (AU–G(BG)–CG) и перегнойно-глеевые типичные почвы (H–G–CG) наиболее широко распространены на территории заповедника, развиваются в условиях затруднённого дренажа на обширных плоских равнинах озёрных террас под осоково-вейниковыми мокрыми лугами. Аквazёмы (AUaq–BGaq) развиты в условиях постоянного затопления под осоковыми болотами на месте заброшенных рисовых систем и под плавнями на породах тяжёлого гранулометрического состава. В почвенном покрове обследованных участков преобладают почвы гидроморфного ряда, как естественные, так и нарушенные в результате антропогенной деятельности. Отсутствие единой общепризнанной классификации почв России значительно затрудняет анализ имеющихся литературных и картографических материалов. На территории заповедника выявлены почвы, которые либо не учтены совсем, либо весьма условно могут быть внесены в современные систематические списки.

Ключевые слова: классификация почв, состав почвенного покрова, физико-химические свойства

Введение. Изучение закономерностей формирования почвенного покрова и выявление разнообразия почв заповедных территорий является одной из составляющих в решении проблем охраны, воспроизводства и

* Сведения об авторах: Жарикова Елена Анатольевна, канд. биол. наук, доцент, ст. науч. сотрудник ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток, e-mail: ejarikova@mail.ru; Голодная Ольга Михайловна, науч. сотрудник ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток, e-mail: omgolodnaya@mail.ru.

рационального использования ресурсов наземных экосистем. Заповедники являются резерватом эталонных и уникальных почв региона, поскольку сохраняют их в исходном природном, «целинном» состоянии, имеющем место быть до периода хозяйственного освоения территории [Костенков и др., 2000; Dobrovolskiy и др., 2006]. Выявление разнообразия и современного состояния почвенного покрова на заповедных территориях позволяет прогнозировать его возможную трансформацию под воздействием как природных факторов, так и антропогенного вмешательства [Пшеничников и др., 2014, 2018].

Водно-болотные комплексы являются национальным достоянием, часть их относится к землям особо охраняемых территорий, поскольку попадает под юрисдикцию Рамсарской конвенции. К этой категории относится и заповедник «Ханкайский», большую часть которого занимают подчинённые ландшафты (рис. 1).



А — южная часть Дальнего Востока России; расположение озера Ханка показано красной точкой (по <https://yandex.ru/maps/>); А — the southern part of the Russian Far East; the location of Lake Khanka is shown by a red dot; В — озеро Ханка, участки заповедника выделены красным цветом, охраняемые зоны — зелёным; цифры — названия участков: 1 — «Сосновый», 2 — «Мельгуновский», 3 — «Речной», 4 — «Журавлиный», 5 — «Чёртовое болото» (по <http://khanka-lake.ru/>); [В — Lake Khanka, the areas of the Reserve are colored red, the security zones are green, the numbers are the names of the clusters: 1 — “Sosnovyy [Pine]”, 2 — “Melgunovskiy”, 3 — “Rechnoy [River]”, 4 — “Zhuravlinyy [Crane]”, 5 — “Chertovo boloto [Damn swamp]”].

Рисунок 1 – Заповедник «Ханкайский»
Figure 1 – “Khankaikiy” Nature Reserve

Территория заповедника состоит из нескольких отдельных участков, расположенных на южном, восточном и западном побережьях

оз. Ханка (рис. 1.В). Его основной задачей является охрана мест массового гнездования, пролёта и зимовок птиц, а также фауны гидробионтов оз. Ханка.

Сохранение почв как основного компонента экосистемы, определяющего её стабильность и устойчивость, как и выявление угрозы появления процессов, способных негативно воздействовать на состояние почвенного покрова заповедника, является частью основной задачи. Наиболее полную информацию о почвенном покрове может дать инвентаризация почв заповедной территории, а полученные данные являются унифицированной информацией для «Единого государственного реестра почвенных ресурсов России» [2014].

До настоящего времени целенаправленные исследования почвенного покрова Ханкайского заповедника не проводились, хотя выявление состава и свойств целинных почв как эталонных объектов для сравнения с антропогенно изменёнными аналогами в подчинённых ландшафтах юга Дальнего Востока должно быть приоритетом. В данной работе представлены результаты исследований почв участков «Журавлиный» и «Чёртово болото» Ханкайского заповедника. Обследованные участки типичны для Приханкайской равнины, условия почвообразования на них различаются слабо, поэтому приводим характеристику более обширной территории.

Материал и методика. Приханкайская равнина является тектонической депрессией, в которой в кайнозойский период происходило отложение третичных и четвертичных осадков за счёт сноса с периферических горных сооружений и седиментации в озёрных водоёмах и водотоках, возникших в депрессии [Никольская, 1953]. В обрамлении этой депрессии развит пологосклонный холмисто-увалистый мелкосопочный рельеф. Исследованная территория представляет собой низкую аккумулятивную озерно-аллювиальную равнину с одиночными невысокими холмами (сопками). Наибольшая высота над уровнем моря составляет 147 м, наименьшая — 64 м [Belyanin, 2009].

Согласно геоботаническому районированию исследованные территории относятся к равнинным Восточно-Ханкайскому и Сунгачинскому районам Суйфуно-Ханкайского геоботанического округа [Куренцова, 1962]. На сохранившихся целинных участках широких долин растительность представлена луговыми вейниковыми и вейниково-осоковыми группировками. В замкнутых бессточных понижениях расположены травяные тростниково-осоковые болота. Суходольные злаково-разнотравные луга с отдельными видами древесной

растительности занимают небольшие площади, преимущественно на дренированных участках надпойменных террас. Лесная растительность распространена фрагментарно и занимает мелкосопочные формы рельефа. Вблизи оз. Ханка на переувлажнённых и заболоченных местах распространены заросли тростника, рогоза, камышей и другой болотной растительности, образующих «плавни» [Цибринская, 2010].

Почвообразующими породами на большей части территории являются четвертичные красноцветные глины и суглинки мощностью от 3–5 до 40 м, по долинам рек осадки представлены более грубозернистым материалом [Литология и геохимия..., 1979]. Суглинисто-глинистые осадки характеризуются низкими коэффициентами фильтрации и обладают тугопластичной консистенцией.

Поверхностные глинистые отложения тугопластичной консистенции со слабой водопроницаемостью являются зоной формирования верховодки, что способствует процессу заболачивания территории и развитию глееобразования в условиях избыточного увлажнения [Корляков, 1980; Росликова, 1996].

Основное влияние на климатические условия Приханкайской равнины оказывают муссонные и местные циркуляционные процессы. В летний период воздух хорошо прогревается, средняя температура в июле составляет +20 °С, в зимний период при господстве северо-западных ветров средняя температура в январе –21 °С. Длительность вегетационного периода составляет 146 дней, сумма активных температур равна 2488° (Астраханка). Отмечаются значительные колебания сезонных и суточных температур. Зимы преимущественно малоснежные, наибольшее количество осадков приходится на летне-осенний период, количество летних осадков превышает зимние более чем в 10 раз. Годовое количество осадков в северной части Ханкайско-Уссурийской равнины составляет 600–750 мм [Научно-прикладной..., 1988].

Неравномерное выпадение осадков в течение года и выровненный рельеф территории приводят к паводочному режиму рек в весенне-летний и летне-осенний периоды. В супераквальных зависимых ландшафтах это способствует формированию болот и болотных почв. Режим достаточного, а зачастую и избыточного увлажнения почв в течение тёплого периода года благоприятно влияет на развитие древесной и лугово-болотной растительности в ущерб степным формациям, характерным для этих широт в континентальных условиях. Период иссушения почв отмечается лишь весной при повышенной испаряемости, обусловленной господством сильных сухих ветров и повышенной

температурой воздуха, а в периоды переувлажнения в почве активно идут восстановительные процессы [Корляков, 1994].

Исследования почвенного покрова заповедника выполнялись с использованием сравнительно-географического, морфологического и сравнительно-аналитического методов. В различных типах ландшафтов было заложено 16 почвенных разрезов. Содержание гумуса определяли методом И. В. Тюрина, рН солевой и водный — потенциметрически, гидролитическую кислотность — по Каппену–Гильковицу, содержание обменных катионов в ацетатно-аммонийной вытяжке, подвижные соединения фосфора и калия — по методу Кирсанова [Агрохимические методы ..., 1975].

К сожалению, в настоящее время в России не существует единой общепризнанной классификации почв. Разные авторы используют региональную номенклатуру или авторские названия [Ярошенко, 1956; Иванов, 1964; Зимовец, 1967; Крейда, 1969; Костенков, 1976; Росликова, Рыбачук, Короткий, 2010], общесоюзную¹ [Егоров, Фридланд и др., 1977] или российскую классификацию почв [Шишов, Тонконогов и др., 2004; Полевой определитель..., 2008]. Это значительно затрудняет анализ имеющихся литературных и картографических материалов. В данной работе названия почв приведены преимущественно согласно субстантивно-генетической классификации почв России с указанием синонимов, встречающихся в литературе. Авторы «Классификации почв...» [2004] признают, что она постоянно совершенствуется, «Полевой определитель...» [2008] является её обновлённым вариантом, как и вариант на сайте "Классификации почв России"². Мы использовали уточнённую классификацию.

Результаты и обсуждение. Согласно почвенно-географическому районированию на исследуемой территории, относящейся к Уссурийско-Ханкайской провинции подзолисто-бурых лесных почв и луговых подбелов восточной бурозёмно-лесной области бурых и подзолисто-бурых лесных почв, преобладают умеренно промерзающие луговые и лугово-болотные почвы [Добровольский, Урусевская, 2006] (таблица).

¹ Государственная почвенная карта СССР. М-б 1 : 1 000 000. Лист L-53. – Москва: ГУГК, 1986.

²<http://soils.narod.ru/>.

Таблица. Основные почвы заповедника и прилегающих территорий
Table. The main soils of the reserve and surrounding areas

Отдел	Тип	Подтип	Строение профиля	Синонимы
Ствол постлитогенного почвообразования				
Текстурно-дифференцированные почвы	Дерново-буро-подзолистые	Типичные	AУ-(AELnn) – BEL–BT – C	Буро-подзолистые, лесные подбелы, бурые отбелённые, дерново-буро-подзолистые, подзолисто-бурозёмные
Структурно-метаморфические почвы	Бурозёмы	Типичные	AУ–BM–C	Бурые лесные, бурозёмы слабонасыщенные
Глеевые почвы	Тёмногумусово-глеевые	Типичные	AU–G(BG) – CG	Лугово-болотные, луговые глеевые, дерново-луговые глеевые, дерново-глеевые
	Перегнойно-глеевые	Типичные	H–BG–CG	Перегнойно-глеевые, луговые перегнойно-глеевые, аллювиально-болотные иловато-глеевые, иловато-болотные
	Перегнойно-глеевые	Гумусово-стратифицированные	Hg rh aq–BG–CG	
Ствол синлитогенного почвообразования				
Аллювиальные луговые*		Глееватые	AУ–Bg–Cg	Пойменные луговые, лугово-бурые, луговые дерново-глеевые, аллювиальные глееватые
Аквазёмы**			AUaq–BGaq	Почвы рисовых систем

Примечание. * Не отражены в «Классификации ...» [2004]; ** значатся в «Классификации...» [2004], но их нет в «Полевом...» [2008].

Бурозёмы типичные формируются на повышенных элементах рельефа, умеренно крутых склонах холмов на рыхлых щебнистых породах на территории, примыкающей к заповеднику (рис. 2).

В растительном покрове преобладают широколиственные леса из дуба, клёна, липы, граба с подростом деревьев, в кустарниковом ярусе широко встречаются леспедеца и рододендрон.

Под сухим опадом листьев и трав мощностью до 2 см залегает гумусовый горизонт АУ, мощность которого может достигать 25 см. Тёмно-серый с бурым оттенком, он, как правило, легкосуглинистый, комковато-порошистый, очень рыхлый, обильно пронизан корнями диаметром до 2 мм. Структурно-метаморфический срединный горизонт ВМ буровато-палевого цвета, легкосуглинистый, комковатой структуры, рыхлый, корни диаметром до 1 см в нем встречаются обильно, слой сильнокаменистый, но диаметр камней небольшой, до 1 см. Переходный к почвообразующей породе горизонт ВС ярко-бурый, легкосуглинистый,

бесструктурный, рыхлый, содержит много сильновыветрелого щебня, который легко крошится в руках и дресвы. В. В. Никольская [1953] указывает, что интенсивное температурное выветривание горных пород в бассейне Уссури связано с глубоким промерзанием почвы в условиях малоснежной зимы и длительным ее оттаиванием. В настоящий момент это один из типов почв, систематика и диагностика которого не вызывают принципиальных разногласий.



Бурозём типичный на умеренно крутом склоне (1) под широколиственным лесом (2) [Burozem Typical on a moderately steep slope (1) under broad-leaved forest (2)].

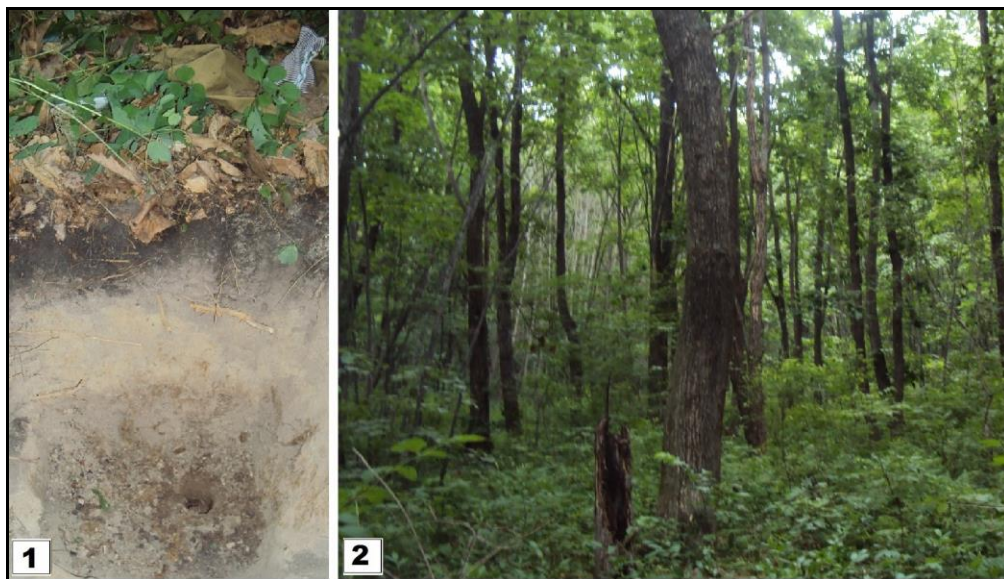
Рисунок 2 – Бурозём типичный

Figure 2 – Burozem Typical

Содержание гумуса в поверхностном горизонте выше среднего (10,76 %), вниз по профилю оно резко снижается и составляет в слое ВС 1,11 %. В гумусовом горизонте наблюдается среднекислая среда (рН сол. 4,9), в более глубоких слоях — очень сильнокислая (рН сол. 3,5), гидролитическая кислотность по всему профилю повышенная и высокая 6,85–9,44 смоль(экв)/кг почвы. Сумма поглощённых оснований в поверхностном слое высокая, 25,75 смоль(экв)/кг, в более глубоких слоях — средняя (15,62 смоль). Степень насыщенности основаниями почвенного поглощающего комплекса (ППК) снижается по профилю от повышенной (79 %) до средней (57 %) из-за резкого уменьшения содержания кальция. Содержание магния при этом, наоборот, несколько возрастает. Почвы богаты элементами питания, содержание подвижного

фосфора оценивается как повышенное — 8,5 мг/100 г почвы, содержание подвижного калия очень высокое только в верхнем слое (28,8 мг/100 г почвы). В глубине профиля оно очень низкое для фосфора и низкое для калия.

Дерново-буро-подзолистые почвы выявлены преимущественно в охранной зоне заповедника. Формируются на повышенных элементах рельефа, на средних частях пологих склонов сопок, реже — на нижних (глееватые разновидности), на суглинистых или глинистых отложениях с низкой фильтрационной способностью под пологом широколиственного леса, в составе которого встречаются дуб, берёза, орех маньчжурский, ольха, ильм, осина, подрост деревьев. В напочвенном покрове хорошо развито разнотравье (злаки, осоки, папоротник, бобовые, ландыш, подмаренник), проективное покрытие достигает 80 % (рис. 3).



Дерново-буро-подзолистая почва (1) в средней части склона под широколиственным лесом (2) [Podzolised-brownzems (1) in the middle part of the slope under broad-leaved forest (2)].

Рисунок 3 – Дерново-буро-подзолистая почва
Figure 3 – Podzolised-brownzems

Под опадом листьев и трав мощностью 1–2 см под влиянием аккумулятивно-гумусового процесса формируется слой АУ мощностью от 12 до 20 см. Он темно-серого цвета с бурым оттенком, среднесуглинистый, с хорошо выраженной ореховато-зернистой структурой, рыхлый, обильно пронизан корнями диаметром до 3 мм. Ниже расположен элювиальный горизонт АЕL_{np} мощностью до 10 см.

Палево-серый, легкосуглинистый, пылевато-слоистый, с белёсой присыпкой структурных элементов, рыхлый, содержит обилие плотных мелких Fe-Mn конкреций, в нем наблюдается обилие корней диаметром до 5 мм, переход ясный.

Причиной интенсивного протекания в этих почвах элювиального процесса является переменный характер окислительно-восстановительного режима. Осветление средней части профиля происходит из-за совместного воздействия процессов стяжения железа и марганца в конкреции и лессиважа при слабом гумусово-кислотном воздействии [Корнблум, Зимовец, 1961; Зимовец, 1967; Иванов, 1976; Росликова, 1996]. Горизонт ВЕL светло-бурый, тяжелосуглинистый, комковатый, плотный, содержит мелкие Fe-Mn конкреции. Слой ВТ окрашен неоднородно, на буром фоне выделяются тёмно-бурые пятна, он тяжелосуглинистый, глыбистая структура распадается на призматические отдельности с хорошо выраженными многослойными глинистыми или гумусово-глинистыми кутанами, горизонт очень плотный. По мнению Таргульяна с соавторами [1978], интенсивность внутрипочвенного выветривания в нем самая низкая в профиле. Горизонт ВС тёмно-бурый, тяжелосуглинистый, плохо оструктурен, глыбистый, очень плотный, слитный.

Процесс собственно подзолообразования (обесцвечивания минеральной толщи за счёт выноса соединений железа и марганца при кислотном гидролизе в условиях промывного режима) в этих почвах не выявлен. Несмотря на это, термин *подзолистые* присутствует в названии данных почв в «Классификации и диагностике...» [2004], «Полевом определителе почв» [2008] и в «Едином государственном реестре почвенных ресурсов России (подзолисто-бурозёмные почвы)» [2014].

Содержание гумуса в поверхностном слое высокое 14,81 %, резко падает с глубиной до 0,74 %, хотя в текстурном слое наблюдается небольшое повышение его содержания (1,23 %) по сравнению с осветлённой толщей (0,91 %), что, возможно, является результатом иллювиирования. Реакция среды (обменная кислотность) среднекислая в поверхностном слое (рН сол. 4,8), в остальной части профиля — очень сильнокислая (рН сол. 3,2–3,6), значения гидролитической кислотности высокие и очень высокие по всему профилю (9,36–17,68 смоль(экв)/кг). Распределение поглощённых оснований в почвенной толще имеет чётко выраженный элювиально-иллювиальный характер. Сумма поглощённых оснований и степень насыщенности основаниями ППК в гумусовом слое характеризуются как повышенные (49,36 смоль(экв)/кг и 80 %), в

остальной части профиля средние, наименьшие значения присущи осветлённым горизонтам (16,10 смоль(экв)/кг и 62 %). Биогенная аккумуляция способствует накоплению подвижных элементов питания в гумусовом горизонте, содержание подвижного фосфора в нём среднее (4,1 мг/100 г), подвижного калия — высокое 22,0 мг/100 г, нижележащие горизонты обеднены элементами питания, распределение их по профилю носит элювиально-иллювиальный характер.

Аллювиальные луговые глееватые почвы формируются на плоских выровненных пространствах, в поймах рек под разнотравно-вейниковой с осокой растительностью с подростом ивы и шиповника на территории заповедника (северо-западнее с. Лебединое) (рис. 4). Развиты в условиях периодического затопления паводковыми водами при близком уровне залегания грунтовых вод. Для почв характерны процессы гумусонакопления, гидрогенной аккумуляции железа, оглеения.



Аллювиальная луговая глееватая почва (1) на озёрной равнине под разнотравно-вейниковым лугом (2) [Alluvials meadow gleyic soil (1) on mesodepressions of floodplains under forb–reed grass–sedge meadows (2)].

Рисунок 4 – Аллювиальная луговая глееватая почва

Figure 4 – Alluvials meadow gleyic soil

Г. И. Иванов [1964] описывает их как лугово-бурые почвы лёгкого гранулометрического состава, развитые на первой надпойменной террасе на слоистых отложениях. Н. А. Крейда [1969] считает их луговыми дерново-глеевыми почвами на речных двучленных отложениях Т. В. Афанасьева с соавторами [1979] относит подобные почвы к типу аллювиальных луговых почв (подтип собственно аллювиальных луговых

почв), которые развиваются на слоистых и неяснослоистых аллювиальных отложениях преимущественно суглинисто-глинистого состава. В субстантивно-генетической классификации [Шишов, Тонконогов и др., 2004] данные почвы не нашли своего отражения. Их, с некоторым допущением, можно отнести к пойменным луговым почвам [Единый государственный..., 2014].

С поверхности до глубины 3 см формируется плотная дернина. Горизонт АУ мощностью до 24 см окрашен неравномерно, на серовато-буром фоне выделяются многочисленные мелкие ржаво-бурые пятнышки, по краям хорошо выраженных крупноореховатых структурных отдельностей наблюдаются ржавые илистые примазки. Слой среднесуглинистый, рыхлый, в нем обильно встречаются тонкие корни. Для горизонта Вg также характерна неравномерная окраска, он бурого цвета с крупными ярко-бурыми, темными и сизоватыми пятнами. По гранулометрическому составу неоднороден, тяжелосуглинистый с примесью ярко-бурой супеси, комковато-глыбистый, уплотнённый. В нем обильно встречаются неплотные Fe-Mn стяжения диаметром до 5 мм, которые легко режутся лопатой, оставляя мажущий след на стенке разреза, и тонкие корни. Горизонт ВСg ярко-бурый с многочисленными сизыми пятнами, преимущественно супесчаный, глеевые пятна легкосуглинистые, бесструктурный, рыхлый, в нем встречаются отдельные тонкие корни.

Содержание гумуса в поверхностном слое максимально, оценивается как низкое (1,51 %), в остальных слоях гумусированность практически отсутствует (0,21–0,33 %). Реакция среды слабокислая в гумусовом слое (рН сол. 5,4) и нейтральная в остальной части профиля (рН сол. 6,2–6,8). Гидролитическая кислотность очень низкая по всему профилю (0,49–2,05 смоль(экв)/кг), при этом самые высокие её значения отмечены в гумусовом слое. По мнению Н. А. Крейды [1969], именно гумусовые вещества и придают почве слабокислую реакцию в верхнем горизонте. Содержание поглощённых оснований высокое (28,77–34,77 смоль(экв)/кг), почвенный поглощающий комплекс практически полностью насыщен ими (93–97 %). Обращает на себя внимание значительное содержание натрия в почвенном поглощающем комплексе в нижних горизонтах (10,8–14,0 % от суммы поглощённых оснований). Н. М. Костенков и А. М. Толкач [1980] указывают, что подобное накопление натрия может быть вызвано поднятием в засушливый период грунтовых вод с высоким уровнем минерализации (которые выявлены

вдоль восточного побережья оз. Ханка) либо грунтовых вод с низкой минерализацией, но повышенным содержанием натрия. Судя по полученным данным, можно предположить наличие в этих почвах процесса осолодения. С этим вполне согласуется низкое содержание подвижных элементов питания по всему профилю (0,7–4,7 мг/100 г почвы P_2O_5 и 3,3–5,2 мг K_2O).

Тёмногумусово-глеевые типичные почвы на территории заповедника широко распространены на обширных плоских равнинах озёрных террас под вейниково-разнотравными лугами на тяжёлых практически водонепроницаемых отложениях при близком уровне залегания грунтовых вод (рис. 5). Вертикальная фильтрация влаги в глубокие слои практически исключается, поэтому почвы подвержены длительному сезонному переувлажнению (чаще поверхностно-грунтовому) [Корляков, 1980]. Почвенный профиль слабодифференцирован, формируется в условиях преимущественно восстановительного глеевого гидроморфизма минеральных горизонтов средней и нижней части профиля, который ведёт к активному развитию процесса оглеения. Закисные соединения железа, образующиеся при этом, являются причиной появления в глубине профиля сизых и сизо-чёрных тонов, разрушения структуры почв, снижения порозности. Хорошо развитая луговая растительность, интенсивный биологический круговорот, продолжительный тёплый период и сухая весна стимулируют процесс гумусонакопления, который приводит к образованию мощного гумусово-аккумулятивного слоя толщиной до 70 см. П. Я. Ярошенко [1956] данные почвы выделял как дерново-глеевые почвы сырых осоково-вейниковых лугов с хорошо оструктуренным комковатым гумусовым горизонтом мощностью до 50 см, регулярно заливаемых верховодкой. В своих ранних работах Г. И. Иванов относил данные почвы к дерново-лугово-глеевым, формирующимся под вейниково-осоковой и осоковой растительностью в понижениях первой надпойменной террасы р. Уссури, которые испытывают чрезмерное переувлажнение. Б. А. Неунылов [1961] описывал их как иловато-подзолисто-глеевые почвы плоских участков на платообразных водоразделах или на пойменных террасах в равнинной зоне и указывал, что процессу оглеения в них способствуют не только слабая дренированность грунтов, но и наличие сезонной мерзлоты, удерживающейся 6–7 месяцев в году. В дальнейшем Г. И. Иванов [1964], Н. А. Крейда [1969], Т. В. Афанасьева с соавторами [1979], А. С. Корляков [1980], Н. В. Крапивенцев [1980] относили их к отдельному типу

луговых глеевых почв. В «Едином государственном реестре почвенных ресурсов России» [2014] они выделены как лугово-болотные почвы.

Под опадом трав мощностью 1–2 см формируется тёмногумусовый горизонт АU толщиной до 35 см, задернованный до глубины 7–10 см. Однородной окраски, тёмно-серый, почти чёрный, среднесуглинистый, комковато-зернистый, плотный, липкий, он содержит множество тонких корней и единично корни диаметром до 5 мм. Слой АU2 тёмно-серый, почти чёрный, среднесуглинистый, с очень хорошо выраженной творожисто-икрянистой структурой, плотный, липкий, с обилием тонких корней. Нижележащий горизонт Вg практически всегда мокрый, часто из него сочится вода, тёмно-серый с ржавыми примазками, тяжелосуглинистый, зернисто-комковатый, плотный, липкий, в нем встречаются тонкие корни. Слой G неоднородной окраски, сизый с многочисленными ржавыми пятнами, глинистый, бесструктурный, плотный, встречаются отдельные тонкие корни. Горизонт СG бурый с сизыми пятнами, глинистый, бесструктурный, пластичный, очень плотный.



Тёмногумусово-глеевая типичная почва (1) плоской равнины озёрных террас под вейниково-разнотравным лугом (2) [Dark-humus gley soil (1) on a flat plain of lake terraces under a reed grass and meadow grassin (2)].

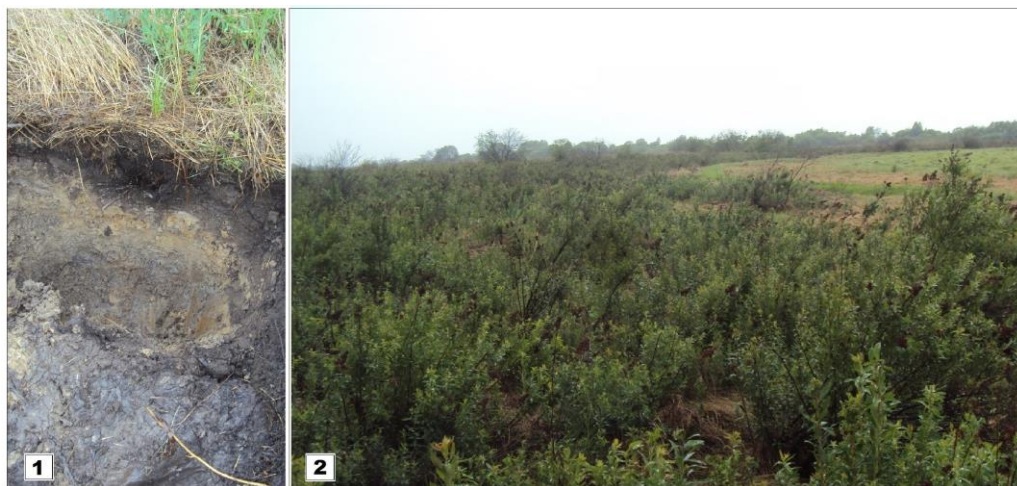
Рисунок 5 – Тёмногумусово-глеевая типичная почва

Figure 5 – Dark-humus gley soil

Содержание гумуса в верхнем горизонте варьирует от среднего до высокого (6,18–14,96 %), реакция среды слабокислая (рН сол. 5,0–5,3), стабильна по всей толще. Величина гидролитической кислотности средняя в верхней части профиля и низкая в глубоких слоях (8,56–

2,93 смоль(экв)/кг). Сумма поглощённых оснований очень высокая (43,84–50,41 смоль(экв)/кг), профиль практически полностью насыщен ими (85–94 %). Содержание доступного фосфора очень высоко в гумусово-аккумулятивном слое (18,1 мг/100 г почвы) и ничтожно в остальной части профиля (0,2 мг), количество доступного калия варьирует от повышенного до очень высокого (14,7–29,6 мг).

Перегнойно-глеевые типичные почвы широко распространены на территории заповедника. Формируются в поймах рек в неглубоких понижениях рельефа на аллювиальных отложениях тяжёлого гранулометрического состава под болотной растительностью, иногда под ивняками (рис. 6). Испытывают постоянное переувлажнение. В почвах активно протекают процессы болотный (накопление органического вещества и оглеения) и оглеения. Для них характерен мажущийся чёрный перегнойный слой, постепенно переходящий к глеевому горизонту. Восстановительный глеевый гидроморфизм минеральных горизонтов наблюдается по всему профилю. При вскрытии отмечается запах сероводорода.



Перегнойно-глеевая типичная почва (1) в пойме под болотной растительностью (2) [Mucky gley soil (1) in floodplains under marsh vegetation (2)].

Рисунок 6 – Перегнойно-глеевая типичная почва
Figure 6 – Mucky gley soil

В монографии «Классификация и диагностика почв СССР» (1977) указаны как лугово-болотные перегнойные почвы, *подтип* лугово-болотных почв. Г. И. Иванов [1964] выделяет их как лугово-болотные иловато-глеевые почвы пониженных бессточных участков под сырыми и мокрыми вейниково-осоковыми и осоковыми лугами постоянного

избыточного переувлажнения, которые высыхают лишь в случае очень засушливых периодов. Н. М. Костенков [1976] и А. С. Тур с соавторами [1985] рассматривают их как перегнойно-глеевые.

Слой неразложившихся и слаборазложившихся влажных растительных остатков на поверхности почвы может достигать 3–5 см. Перегнойный горизонт Н мощностью 23–35 см темно-бурый, почти чёрный, среднесуглинистый, бесструктурный, мажет, очень рыхлый, обильно пронизан корнями. Горизонт ВG окрашен неоднородно, на буром фоне выделяются крупные сизые и ржавые пятна, глинистый, комковато-глыбистый, уплотнён, в нем обильно встречаются тонкие корни. Глеевый горизонт G сизый с обилием ржавых пятен, глинистый, ореховато-призматической структуры, иногда бесструктурный, рыхлый либо слабо уплотнён.

Поверхностный слой богат органическим веществом, содержание гумуса достигает 15 % (потеря при прокаливании может составлять 17–20 %). Кислотность варьирует от очень сильнокислой до среднекислой (рН сол. 3,8–4,8). Гидролитическая кислотность в гумусово-аккумулятивном горизонте высокая и очень высокая (9,64–18,37 смоль(экв)/кг), в глеевом снижается до средней и очень низкой (5,6–2,3 смоль(экв)/кг). Сумма поглощённых оснований повышенная и высокая (16–38 смоль(экв)/кг), степень насыщенности ими ППК колеблется от низкой до высокой (60–92 %). Содержание доступных элементов питания высоко только в перегнойном горизонте.

Перегнойно-глеевые стратифицированные почвы залегают узкой полосой на окраине плавней под изреженной травянистой растительностью (тростник, осока, гигрофильные травы), проективное покрытие до 20 %, либо вдоль дамб бывших мелиоративных систем (рис. 7). Постоянно переувлажнены, в профиле доминирует восстановительная обстановка, присутствует запах сероводорода по всей толще. При колебании уровня воды в озере могут длительное время находиться в затопленном состоянии.

Верхний стратифицированный горизонт Нg gh aq мощностью до 40 см неоднородной окраски, сильно пятнистый: на темно-сером фоне обильно крупные сизые, ржавые и темно-бурые пятна с черными линзами, представляет собой смесь суглинка (песка) с глинистыми линзами, прослеживается неясно выраженная слоистость в виде чередования слоёв заиленного тонкого песка и слаборазложившихся растительных остатков, бесструктурный, очень рыхлый, содержит обильно корни и органические остатки разной степени разложения.

В слое ВG на темно-буром фоне выделяются крупные глинистые сизые и суглинистые черные линзы, он бесструктурный, рыхлый, содержит много корней и органических остатков. Горизонт СG также неоднородно окрашен, на коричнево-буром фоне выделяются крупные сизые пятна, он супесчаный, бесструктурный, рыхлый.



Перегнойно-глеевая стратифицированная почва (1) вблизи насыпной дамбы на бывшей мелиоративной системе (2) [Mucky gley soil (1) in floodplains under marsh vegetation (2)].

Рисунок 7 – Перегнойно-глеевая стратифицированная почва

Figure 7 – Mucky gley stratified soil

Содержание гумуса в стратифицированном слое варьирует от среднего до высокого (4,05–10,33 %). Реакция среды близка к нейтральной (рН сол. 5,9) в поверхностном слое и среднекислая в глубине профиля (рН сол. 4,6), гидролитическая кислотность очень низкая с поверхности и средняя в глеевом горизонте (2,11–5,62 смоль(экв)/кг). Сумма поглощённых оснований уменьшается с глубиной от высокой до средней (37–19 смоль(экв)/кг), степень насыщенности ППК основаниями высокая (более 78 %). Содержание доступных элементов питания неравномерно по профилю и не превышает средних значений.

Аквazёмы развиты в условиях постоянного затопления под осоковыми болотами, на месте заброшенных рисовых систем, под плавнями на породах тяжёлого гранулометрического состава. В большинстве классификаций не выделяются, хотя отдельные авторы используют этот термин для почв рисовых систем [Росликова и др., 2010].

В. А. Серышев [2017] относит подобные затопленные почвы к аквалитозёмам минерально-гумусовым сульфидным. При организации заповедника часть мелиоративных систем была выведена из сельскохозяйственного использования, на них начался процесс зарастания и возобновления естественной растительности. При подъёме уровня оз. Ханка эта территория оказалась затопленной. В почвах установились устойчивые восстановительные условия, при отборе образцов присутствует запах сероводорода. Вследствие нарушения естественного окислительно-восстановительного режима данных почв в результате антропогенной деятельности в почвах хорошо выражены уплотнение поверхностного слоя, нарушение структуры, сильное оглеение. На поверхности находится слой слабоизменённых растительных остатков (стебли, корни, корневища) толщиной 3–5 см. Мощность гумусового горизонта 10–15 см, тёмно-серый, почти чёрный, среднесуглинистый, бесструктурный, содержит неразложившиеся растительные остатки. Глеевый горизонт Gaq неоднородной окраски, бурый с сизыми пятнами либо сизый со ржавыми пятнами, глинистый, бесструктурный.

По своим физико-химическим и агрохимическим показателям эти почвы заметно отличаются. Содержание гумуса в них преимущественно близко к среднему (3,77–6,99 %). Реакция среды в поверхностном слое может варьировать от очень сильнокислой до близкой к нейтральной (рН сол. 3,5–6,0), гидролитическая кислотность — от средней до очень высокой (3,41–14,56 смоль(экв)/кг). Сумма поглощённых оснований повышенная и высокая (22,85–50,86 смоль(экв)/кг), степень насыщенности ППК средняя и повышенная (70–94 %). Содержание подвижного фосфора не превышает средних значений, содержание подвижного калия находится в пределах от повышенного до очень высокого (15,2–56,4 мг).

Заключение. В почвенном покрове участков «Журавлиный» и «Чёртово болото» преобладают почвы гидроморфного ряда (тёмногумусово-глеевые и перегнойно-глеевые), как естественные, так и нарушенные в результате антропогенной деятельности.

Основные черты почвенного покрова заповедника обусловлены комплексом элементарных почвообразовательных процессов, среди которых преобладают аккумулятивно-гумусовый, оглеения, выщелачивания, отбеливания, оглинивания, сочетание которых и

определяет отличительные черты морфологического строения почвенных профилей рассматриваемой территории.

Почвы хорошо гумусированы, за исключением аллювиальных луговых глееватых. Бурозёмы и дерново-буро-подзолистые почвы характеризуются средне- и сильнокислой реакцией среды, аллювиальные луговые и тёмногумусовый глеевые — слабокислой, перегнойно-глеевые стратифицированные — слабокислой и нейтральной. В аквазёмах она варьирует в широких пределах — от очень сильнокислой до близкой к нейтральной. В перегнойно-глеевых почвах реакция среды сильно- и среднекислая.

Почвенный поглощающий комплекс (ППК) перегнойно-глеевых стратифицированных, аллювиальных луговых и тёмногумусовых глеевых почв практически полностью насыщен основаниями. В бурозёмах, дерново-буро-подзолистых почвах и аквазёмах степень насыщенности варьирует от средней до повышенной. Преобладающим катионом повсеместно является кальций.

Наибольшее количество доступных питательных элементов (фосфора и калия) отмечается в верхних горизонтах бурозёмов, тёмногумусовых глеевых и дерново-буро-подзолистых почв.

Поскольку вопросы систематики и диагностики почв все ещё остаются во многом дискуссионными, а существующие классификации не учитывают многие особенности почвообразования на Дальнем Востоке, в настоящее время крайне сложно дать названия некоторым почвам по какой-либо единой существующей схеме. На территории заповедника выявлены почвы, которые либо не учтены совсем, либо весьма условно могут быть внесены в современные систематические списки. Для уточнения генетических особенностей почв необходимо проведение дальнейших полевых и аналитических работ.

Литература

- Агрохимические методы исследования почв / ред. А. В. Соколов. – Москва: Наука, 1975. 656 с.
- Афанасьева Т. В., Василенко В. И., Терешина Т. В., Шерemet Б. В. Почвы СССР / ред. Г. В. Добровольский. – Москва: Мысль, 1979. 380 с.
- Государственная почвенная карта СССР. М: 1:1000000. Лист L–53. – Москва: ГУГК, 1986.
- Добровольский Г. В., Урусевская И. С. География почв. – Москва: МГУ, 2006. 460 с.
- Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. – Москва: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева, 2014. 768 с.
- Жарикова Е. А., Голодная О. М. Заповедник «Ханкайский» (краткий обзор) // Биота и среда заповедных территорий. 2020. № 1. С. 115–124.

- Зимовец Б. А. Почвенно-геохимические процессы муссонно-мерзлотных ландшафтов. – Москва: Наука, 1967. 167 с.
- Иванов Г. И. Почвы Приморского края. – Владивосток: Дальневост. кн. изд., 1964, 107 с.
- Иванов Г. И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. – Москва: Наука, 1976. 200 с.
- Шишов Л. Л., Тонконогов В. Д., Лебедева И. И., Герасимова М. И. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- Егоров В.В., Фридланд В.М., Иванова Е.Н., Розов Н.Н. и др. Классификация и диагностика почв СССР. – Москва: Колос, 1977. 224 с.
- Корляков А. С. Оценка почвенных условий Уссури-Сунгачинской рисовой системы // Почвы рисовых полей Дальнего Востока / отв. ред. Н. М. Костенков, В. И. Ознобихин. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. С. 52–59.
- Корляков А. С. Лугово-болотные почвы зоны рисосеяния Приморья // Генезис и биология почв юга Дальнего Востока: к 70-летию со дня рождения Г. И. Иванова / отв. ред.: Л. Н. Щапова, В. И. Ознобихин. – Владивосток: ДВО РАН, 1994. С. 274–285.
- Корнблом Э. А., Зимовец Б. А. О происхождении почв с белесым горизонтом на равнинах Приамурья // Почвоведение. 1961. № 6. С. 55–66.
- Костенков Н. М. Генетические и химические особенности рисовых почв Приморья // Луговые почвы Приморья / отв. ред. Г. И. Иванов. – Владивосток: ДВНЦ, 1976. С. 3–61.
- Костенков Н. М., Ознобихин В. И., Голодная О. М. Система охраны и Красная книга почв Дальнего Востока // Вестн. ДВО РАН. 2000. № 4 (92). С. 74–84.
- Костенков Н. М., Толкач А. М. К вопросу об осолодении луговых глеевых почв Приморья // Глеевые процессы и физико-химические свойства почв юга Дальнего Востока. – Владивосток. 1980. С. 62–68.
- Крапивенцев Н. В. Химическая и водно-физическая характеристика луговых глеевых и лугово-бурых почв // Глеевые процессы и физико-химические свойства почв юга Дальнего Востока. – Владивосток, 1980. С. 69–75.
- Крейда Н. А. Гидроморфные почвы Приморья // Ученые зап. ДВГУ. Сер. почв.-ботан. 1969. Т. 25. С. 1–67.
- Куренцова Г. Э. Растительность Приханкайской равнины и окружающих предгорий. – М.; Л.: АН СССР, 1962. 139 с.
- Литология и геохимия озерных отложений гумидной зоны (на примере озера Ханка) / ред В. Ф. Игнатова. – Москва: Наука, 1979. 124 с.
- Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Приморский край. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. Ч. 1–6. Вып. 26. 416 с.
- Неунылов Б. А. Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока. – Владивосток: Прим. кн. изд-во, 1961. 240 с.
- Никольская В. В. Рельеф Приуссурийских равнин и его значение для сельского хозяйства Приморского и Хабаровского краев // Материалы по физической географии юга Дальнего Востока / отв. ред. Б. П. Колесников, Г. Д. Рихтер, В. В. Никольская. – М: АН СССР, 1953. С. 64–111.
- Полевой определитель почв / зав. редакционно-издательской группой К. Т. Острикова. – Москва: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с.
- Пшеничников Б. Ф., Пшеничникова Н. Ф. Бурозёмы архипелага Римского-Корсакова // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2014. № 2. С. 123–143.
- Пшеничников Б. Ф., Лящевская М. С., Пшеничникова Н. Ф. Специфика формирования бурозёмов острова Петрова (Лазовский заповедник, Приморский край) // Биота и среда заповедных территорий. 2018. № 3. С. 5–20.

- Росликова В. И. Марганцево-железистые образования в почвах равнинных ландшафтов гумидной зоны. – Владивосток: Дальнаука, 1996. 292 с.
- Росликова В. И., Рыбачук Н. А., Короткий А. М. Атлас почв юга Дальнего Востока России (Приханкайская низменность). – Владивосток: Дальнаука, 2010. 247 с.
- Серышев В. А. Супераквалный диагенез почв и классификация аквалитоземов. – Иркутск: Изд. ИГУ, 2017. 247 с.
- Таргульян В. О., Ивлев А. М., Куликов А. В. Внутрипочвенное выветривание основных пород в хелювиальной и элювиально-глеевой обстановках (на базальтовых плато Дальнего Востока) // Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах. – Москва: Наука, 1978. С. 7–65.
- Тур А. С., Корляков А. С., Носовский В. С. Комплексное освоение земель под рис в Приморском крае. – Владивосток: ВНИИГиМ, 1985. 106 с.
- Цибринская Н. А. Краткий очерк растительности участков «Журавлиный» и «Речной» Ханкайского заповедника (Спасский район Приморский край) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2010. № 3. С. 78–79.
- Ярошенко П. Д. К вопросу о генезисе растительности и почв Приханкайской равнины // Вопросы сельского и лесного хозяйства Дальнего Востока. Вып. 1. – Владивосток: Прим. кн. изд-во, 1956. С.17–28.
- Belyanin P. S. Special features of landscape structure of the Prikhankaiskaya plain and its mountain surroundings // Geography and Natural Resources. 2009. V. 30, № 4. P. 371–375.
- Dobrovolskiy G. V., Chernova O. V., Semenyuk O. V., Bogatyrev L. G. Principles of Selecting Reference Soils for the Red Data Book of Russian Soils // Eurasian Soil Science. 2006. Vol. 39, N 4. P. 347–353.

Soils of the Khankaiskiy Nature Reserve: the Zhuravlinyy and Chertovo boloto clusters

E. A. Zharikova, O. M. Golodnaya

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity

Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Vladivostok, 690022, Russian Federation

**e-mail: ejarikova@mail.ru*

Abstract

Field and analytical works made it possible to specify the composition of the soil cover in the western and southwestern part of the Khankaiskiy Nature Reserve and adjacent territories (Primorye Territory). 6 soil types belonging to 2 soil orders have been described in this region, and their morphology and physicochemical properties have been studied. Several major pedogenic processes predominate: humus-accumulative process, leaching, bleaching, argillization, gleying, and solodization. Each subtype of soils characteristic of a particular set of elementary soil processes that identifies the uniqueness of the physico-chemical properties, which is reflected in the morphological structure of the profile. Typical burozems (AY–BM–C) are formed on elevated elements of topography under broadleaved forests growing on well-drained loose gravelly substratum in reserve buffer zone. Podzolised-brownzems (AY–(AELnn)–BEL–BT–C) are formed on elevated elements of topography on the upslope and middle slope positions. These soils develop under the canopy of broadleaved (alder, oak) or mixed forests from loamy or clayey parent materials with the low infiltration capacity in reserve buffer zone.

Alluvial meadow soils (AY–Bg–Cg) are formed in mesodepressions of floodplains under forb–reed grass–sedge meadows and willow trees. Dark-humus gley soils (AU–G(BG) – CG) are found in the hollows on the slopes of local ridges and develop under conditions of impeded drainage and seasonal overmoistening of the soil under sedge–reed grass, or forb–reed grass meadows and heavy-textured parent materials. Mucky gley soils (H–BG–CG) are widespread in the reserve. They are formed in floodplains in shallow depressions of relief on alluvial deposits of heavy under marsh vegetation, sometimes under willow. Experiencing constant waterlogging. Aquasemes Акваземы (AUaq–BGaq) are developed in constant flooding under sedge bogs, on the site of abandoned rice systems, under the swamps on the rocks of heavy texture. Hydromorphic soils, both natural and disturbed as a result of anthropogenic activity, predominate in the soil cover of the “Crane” and “Devil's Swamp” sections. Some soils that are missing in the new classification system of Russian soils were identified. It is suggested that they should be included in this classification system.

Keywords: soil classification, composition of the soil cover, physicochemical properties of soils.

References

- Sokolov A. V. (ed.), 1975, *Agrokhimicheskiye metody issledovaniya pochv* [Agrochemical Methods of Soil Study], 656 p., Nauka, Moscow [in Russian].
- Afanas'eva T. V., Vasilenko V. I., Tereshina T. V., and Sheremet B. V., 1979, *Pochvy SSSR* [Soils of the USSR], 380 p., Mysl', Moscow [in Russian].
- Belyanin P. S. Special features of landscape structure of the Prikhankaiskaya plain and its mountain surroundings, *Geography and Natural Resources*. 2009. T. 30. № 4. C. 371–375.
- Dobrovol'skii G. V. and Urusevskaya I. S. (eds.), 2006, *Soil Geography*, 460 p., MGU, Moscow [in Russian].
- Dobrovol'skii G. V., Chernova O. V., Semenyuk O. V., Bogatyrev L. G., 2006, Principles of Selecting Reference Soils for the Red Data Book of Russian Soils, *Eurasian Soil Science*, vol. 39, no. 4, pp. 347–353.
- Joint State Register of Soil Resources of Russia*, viewed 15 December 2019, from URL: <http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/1DB.html>.
- Zimovets B. A., 1967, *Pochvenno-geokhimicheskie protsessy mussonomerzlotnykh landshaftov* [Soil-Geochemical Processes in Monsoon Permafrost Landscapes], 167 p., Nauka, Moscow [in Russian].
- Zharikova E. A., Golodnaya O. M. "Khankaiskiy" Nature Reserve (Short Review), *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, no. 1, pp. 115–124.
- Ivanov G. I., 1964, *Pochvy Primorskogo kraya* [Soils of Primorye Territory], 107 p., Dal'nevostochnoye knizhnoye izdatel'stvo, Vladivostok [in Russian].
- Ivanov G. I., 1976, *Pochvoobrazovanie na yuge Dal'nego Vostoka* [Soil formation in the southern Far East], 200 p., Nauka, Moscow [in Russian].
- Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I., 2004, *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Soil Diagnostics of Russia], G. V. Dobrovol'skiy (ed.), 342 p., Oykumena, Smolensk [in Russian].
- Egorov V. V., Fridland V. M., Ivanova E. N., Rozov N. N., Nosin V. A., Friev T. A., 1977, *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Soil Diagnostics of Russia], 221 p., Kolos, Moscow [in Russian].

- Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I., 2004, *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and Soil Diagnostics of Russia], 342 p., Oykumena, Smolensk [in Russian].
- Korlyakov A. S., 1980, Otsenka pochvennykh usloviy Ussuro-Sungachinskoy risovoy sistemy [Assessment of soil conditions of the Ussuro-Sungachinsky rice system], in N. M. Kostenkov, V. I. Oznobikhin (responsible eds.), *Pochvy risovykh poley dal'negu Vostoka* [Soil of rice fields in the Far East], pp. 52–59, DVNTS AN SSSR, Vladivostok [in Russian].
- Korlyakov A. S., 1994, Lugovo-bolotnyye pochvy zony risoseyaniya Primor'ya [Meadow-bog soils in the rice-growing zone of Primorye], in L. N. Shchapova, V. I. Oznobikhin (eds.), *Genezis i biologiya pochv yuga Dal'negu Vostoka: k 70-letiyu so dnya rozhdeniya G. I. Ivanova* [Soil Genesis and Biology of the South of the Far East: on the 70th Birthday of G. I. Ivanov], pp. 274–285, DVO RAN, Vladivostok [in Russian].
- Kornblyum E. A., Zimovets B. A., 1961, The genesis of soils with a whitish horizon in the Amur plains, *Pochvovedenie*, no. 6, pp. 55–66 [in Russian].
- Kostenkov N. M., Oznobikhin V. I., Golodnaya O. M., 2000, Protection system and Red Data Book for soils of the Far East, *Bulletin of the Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences*, no. 4 (92), pp. 74–84.
- Kostenkov N. M., 1976, Geneticheskiye i khimicheskiye osobennosti risovykh pochv Primor'ya, in G. I. Ivanov (ed.), *Lugovyye pochvy Primor'ya* [Meadow soils of Primorye], pp. 3–61, Far Eastern Scientific Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok [in Russian].
- Kostenkov N. M., Toikach A. M., K voprosu ob osolodeni lugovykh gleyevykh pochv Primor'ya [On the question of the salinization of meadow gley soils of Primorye], in N. M. Kostenkov, V. I. Oznobikhin (responsible eds.), *Gleyevyye protsessy i fiziko-khimicheskiye svoystva pochv yuga Dal'negu Vostoka* [Glue processes and physicochemical properties of soils in the south of the Far East], pp. 62–68, Far Eastern Scientific Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok [in Russian].
- Krapiventsev N. V., 1980, Khimicheskaya i vodno-fizicheskaya kharakteristika lugovykh gleyevykh i lugovo-burykh pochv [Chemical and water-physical characteristics of meadow gley and meadow brown soils], in N. M. Kostenkov, V. I. Oznobikhin (responsible eds.), *Gleyevyye protsessy i fiziko-khimicheskiye svoystva pochv yuga Dal'negu Vostoka* [Glue processes and physicochemical properties of soils in the south of the Far East], pp. 69–75, Far Eastern Scientific Center, Academy of Sciences of the USSR, Vladivostok [in Russian].
- Kreyda N. A., 1969, Gidromorfnyye pochvy Primor'ya, [Hydromorphic soils of Primorye], *Uchenyye zapiski Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo universiteta*, vol. 25, pp. 1–67 [in Russian].
- Kurentsova G. E., 1962, *Rastitel'nost' Prikhankayskoy ravniny i okruzhayushchikh predgoriy* [Vegetation of the Khanka Plain and the surrounding foothill], 139 p., AN SSSR, Moscow; Leningrad [in Russian].
- Ignatova V. F. (ed.), 1979, *Litologiya i geokhimiya ozernykh otlozheniy gumidnoy zony (na primere ozera Khanka)* [Lithology and Geochemistry of Modern Lacustrine Sediments in Humid Zone (with Reference to Lake Khanka)], 124 p., Nauka, Moscow [in Russian].
- Reference Book on Climate in the Soviet Union, Ser. 3: Long-Term Data. Primorskii Region*, 1988, Parts 1–6, No. 26, Gidrometeoizdat, Leningrad [in Russian].

- Neunlyov B. A. 1961. *Povyshenie plodorodiya pochv risovykh polei Dal'nego Vostoka* [Increase in soil fertility of rice fields in the Far East], 240 p., Primorskoye knizhnoye iz-vo, Vladivostok [in Russian].
- Nikol'skaya V. V., 1953, Rel'yef Priussuriyskikh ravnin i yego znachenie dlya sel'skogo khozyaystva Primorskogo i Khabarovskogo krayer [Relief of the Priussurian plains and its significance for agriculture Primorsky and Khabarovsk territories], in B. P. Kolesnikov, G. D. Rikhter, V. V. Nikol'skaya (responsible eds.), *Materialy po fizicheskoy geografii yuga Dal'nego Vostoka* [Materials on the physical geography of the south of the Far East], pp. 64–111, AN SSSR, Moscow [in Russian].
- Ostrikova K. T. (ed.), *Polevoy opredelitel' pochv Rossii* [Field guide for soils of Russia], 2008, 182 p., Pochvennyy in-t im. V. V. Dokuchaeva, Moscow [in Russian].
- Pshenichnikov B. F. Pshenichnikova N. F., 2014, Burozomy arhipelaga Rimskogo-Korsakova [Burozems of Rimsky-Korsakov Archipelago], *Biodiversity and Environment of Far East Reserves*, no. 2, pp. 123–143 [in Russian].
- Pshenichnikov B. F., Lyashchevskaya M. S., Pshenichnikova N. F., 2018, Spetsifika formirovaniya burozomov ostrova Petrova (Lazovskiy zapovednik, Primorskiy kray) [Specificity of Burozem Formation in Petrov Island (Lazovsky Nature Reserve, Primorye Territory)], *Biodiversity and Environment of Protected Areas*, no. 3., pp. 5–20 [in Russian].
- Roslikova V. I., 1996, *Margantsevo-zhelezistyye obrazovaniya v pochvakh ravninnykh landshaftov gumidnoy zony* [Manganese–Iron Pedofeatures in Soils of Plains in the Humid Zone], 292 p., Dal'nauka, Vladivostok [in Russian].
- Roslikova V. I., Rybachuk N. A., Korotky A. M., 2010, *Atlas pochv yuga Dal'nego Vostoka Rossii (Prikhankayskaya nizmennost')* [Soil Atlas of the Russian Far East south (Prikhankaiskaya lowland)], 247 p., Dal'nauka, Vladivostok [in Russian].
- Seryshev V. A., 2017, *Superakval'nyy diagenез pochv i klassifikatsiya akvalitozemov* [Supraquial diagenesis of soils and classification of aquatic soils], 247 p., ISU, Irkutsk [in Russian].
- Targulian V. O., Ivlev A. M., Kulikov A. V., 1978, Vnutripochvennoye vyvetrivaniye osnovnykh porod v khelyuvial'noy i elyuvial'no-gleyevoy obstanovkakh (na bazal'tovykh plato Dal'nego Vostoka) [Intrasoil weathering of basic rocks in cheluvial and eluvial-gley situations (on the Far East basalt plateaus)], in V. O. Targulian (ed.), *Pochvoobrazovaniye i vyvetrivaniye v gumidnykh landshaftakh* [Soil Formation and Weathering in Humid Landscapes], pp. 7–65., Nauka, Moscow [in Russian].
- Tur A. S., Korlyakov A. S., Nosovskiy V. S., 1985, *Kompleksnoye osvoyeniye zemel' pod ris v Primorskom kraye* [Integrated development of land for rice in the Primorsky Territory], 106 p., VNIIGiM, Vladivostok [in Russian].
- Tsibrinskaya N. A., 2010, Kratkiy ocherk rastitel'nosti uchastkov «Zhuravlinyy» i «Rechnoy» Khankayskogo zapovednika (Spasskiy rayon Primorskiy kray) [A short description of plant kingdom of Zhuravliny and Rechnoi areas of Khankaisky reserve (Spassky district, Southeastern Russia)], *Bulletin of the North-East Science Center*, no. 3, pp., 78–79 [in Russian].
- Yaroshenko P. D., 1956, K voprosu o genezise rastitel'nosti i pochv Prikhankayskoy ravniny [On the question of the genesis of vegetation and soils of the Prikhankaiskaya plain], *Voprosy sel'skogo i lesnogo khozyaystva Dal'nego Vostoka* [Problems of Agriculture and Forestry of the Far East], issue 1. pp. 17–28 [in Russian].