

Специфика формирования бурозёмов острова Петрова (Лазовский заповедник, Приморский край)

Б. Ф. Пшеничников¹, М. С. Лящевская², Н. Ф. Пшеничникова^{2*}

¹Дальневосточный федеральный университет
Владивосток, 690950, Российская Федерация
e-mail: bikinbf@mail.ru

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН
Владивосток, 690022, Российская Федерация
e-mail: n.f.p@mail.ru; lyshevskay@mail.ru

Аннотация

Показано своеобразие морфологического строения почв острова Петрова на примере трёх элементов геоморфологического профиля — подножья, склона, водораздела. Бурозёмы подножья формируются под тисовым лесом в условиях делювиального поступления мелкозёма с вышележащего склона и прибойно-импульверизационного привноса морских вод, обуславливающего слабощелочную реакцию среды и активное развитие иллювиально-гумусового процесса почвообразования. Это обеспечивает преобладание чёрных и тёмно-серых тонов окраски всего профиля бурозёмов темных иллювиально-гумусовых (Mollic Cambisol). На склоне под липовым лесом формируются бурозёмы оподзоленные (Dustric Cambisols) с профилем, резко дифференцированным на генетические горизонты с чётко выраженным оподзоленным горизонтом AEL при отсутствии аккумулятивно-гумусового горизонта. Бурозёмы оподзоленные на водоразделе формируются под кедровым лесом в условиях денудационного сноса и отличаются от почв склона меньшей мощностью органогенно-гумусовой части профиля, а фрагментарность оподзоленного горизонта и наличие частиц древесного угля свидетельствуют об их пирогенезе.

Спорово-пыльцевые спектры генетических горизонтов позволили выделить период с более холодными климатическими условиями и господством хвойных пород, когда формировались оподзоленные бурозёмы, и период потепления с развитием широколиственных и хвойно-широколиственных лесов, когда в почвах активизировались аккумулятивно-гумусовый и иллювиально-гумусовый процессы, что обусловило маскировку морфологической выраженности оподзоленности профиля бурозёмов, развитых под тисовым лесом.

Ключевые слова: Остров Петрова, морфология почв, спорово-пыльцевые спектры, бурозёмы (Cambisols), эволюция почв, климатические изменения, голоцен.

Введение. Лазовский государственный природный заповедник имеет сложную и интересную историю становления и выделяется среди других заповедных территорий России высоким уровнем биологического разнообразия [1]. Уникальность растительного и животного мира его островной части привлекали и продолжают привлекать исследователей различных

*Сведения об авторах: Пшеничников Борис Федорович, д-р биол. наук, профессор, Дальневосточный федеральный университет, bikinbf@mail.ru; Лящевская Марина Сергеевна, канд. географ. наук, снс, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, lyshevskay@mail.ru; Пшеничникова Нина Федоровна, канд. биол. наук, снс, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, n.f.p@mail.ru

специальностей — геоботаников, зоологов, почвоведов, археологов. Особое внимание уделяется исследованию растительности острова Петрова и, в частности, представителю третичных реликтовых лесов — тису остроконечному (*Taxus cuspidata* Siebold et Zucc.). В работе В. М. Урусова и Л. И. Варченко «Экологический феномен острова Петрова» [2] тисовая роща о-ва Петрова справедливо названа самой загадочной экосистемой "с деревьями в основании до 80 см в диаметре, высотой 12–14 м и возрастом до 400 лет" [2, с. 165].

Изучение растительности обычно сопряжено с характеристикой среды её обитания — субстрата и, делая анализ растительности острова Петрова, авторы в той или иной степени рассматривают почвенные условия её произрастания. Так, Н. Е. Кабанов в работе «Растительность острова Петрова» [3], кратко описывает почвенный покров. Он отмечает, что на северном склоне острова развиты средне- и слабощелочные скелетные скрытоподзолистые почвы со сравнительно мощной лесной подстилкой и высокой её гумифицированностью, тогда как на южном склоне обильные дожди смывают почвенный слой вплоть до материнской породы.

Подробно растительность острова Петрова описана Н. Г. Васильевым с соавторами [4]. Наибольший интерес вызывают характеристика высотного распределения растительности и выделенные ими типы растительности по геоморфологическому профилю острова: роща из тиса остроконечного, расположенная в нижней части северного склона (у его подножья); липняк папоротниковый с тисом, грабом и кедром, занимающий нижнюю треть северного склона; кедровник с дубом осочково-рододендровый на узком, часто скалистом водоразделе острова. Эти авторы впервые детально описали почвы острова Петрова как зональные почвы Юга Дальнего Востока — бурые лесные почвы. Согласно современной классификации [5], бурые лесные почвы в номенклатуре почв названы "бурозёмы", во Всемирной реферативной базе почвенных ресурсов [6] — камбисоли (Cambisol).

Н. Г. Васильев с соавторами [4] провели анализ морфологического строения и химических показателей почв на примере двух разрезов: под тисовыми насаждениями у подножья склона и липняком в средней части склона. Среди рассматриваемых почв авторы отметили двучленность профиля почвы в прибрежной части острова, что, по их мнению, связано с активным протеканием делювиальных процессов, вызывающих погребение древних почв. Такое предположение авторов находит подтверждение в современных данных по изучению почв Приморья [7], свидетельствующих о том, что реликтовые процессы почвообразования могут обуславливать своеобразие морфологии и физико-химических свойств современных бурозёмов и предопределять формирование полигенетических бурозёмов (БП) с профилем, включающим один современный и один или несколько погребённых почвенных профилей. Согласно

современным представлениям, среди зональных почв, развитых в элювиальных и трансэлювиальных ландшафтах, часто встречаются полигенетические почвы [8].

Своеобразие химических показателей в почве прибрежной части острова, в частности, величину рН, близкую к нейтральной, высокое содержание поглощённых оснований, авторы связывают с зольным составом растительного опада тисовой рощи, а повышенное содержание подвижного фосфора — с наличием археологических стоянок.

В связи с вышеизложенным, цель нашей работы — расширить представления о специфике формирования почв острова Петрова (Рис. 1).



Рис. 1. Район исследования

Fig. 1. Research area

Объект и методы исследования. Остров Петрова расположен в Японском море ($42^{\circ} 39,5' \text{ с. ш.}$, $133^{\circ} 48,4' \text{ в. д.}$; площадь — 36,6 га), вблизи побережья юго-востока Приморья и отделен от материка незамерзающим проливом шириной 650 м, входит в состав Лазовского заповедника. Согласно почвенно-географическому районированию [9] эта территория относится к горной Южно-Сихотэ-Алинской провинции горных бурых лесных почв Восточной бурозёмно-лесной области. Условия островной изоляции острова Петрова обусловили уникальность его почвенно-растительного покрова. Рельеф острова — низкогорный (наивысшая точка около 110 м над уровнем моря); сложен он преимущественно гранитами [2; 4]. Климат района исследования — типично муссонный [2; 4]. Одной из специфических особенностей формирования почвенно-растительного покрова острова является импульверизационный принос морской влаги на его территорию [10]. На острове Петрова, в отличие от материкового побережья, сохранились девственные лиановые хвойно-широколиственные и смешанные широколиственные леса с преобладанием или значительным участием тиса остроконечного, кедра корейского, липы амурской [4].

Полевые исследования почв проводились на основе сравнительно-географического метода, при изучении морфологического строения использовались морфологический, профильно-генетический, сравнительно-исторический методы [11]. Классификационная принадлежность почв определялась согласно современным представлениям [5] и авторским разработкам [12].

Были проведены полевые работы и заложены почвенные разрезы на трёх основных элементах геоморфологического профиля острова: у подножья, на склоне и на вершине, охватив, таким образом, наиболее характерные для острова типы растительности: тисовые насаждения, липовый лес с примесью кедра, граба, тиса и кедровый лес с дубом [13] (Рис. 2).

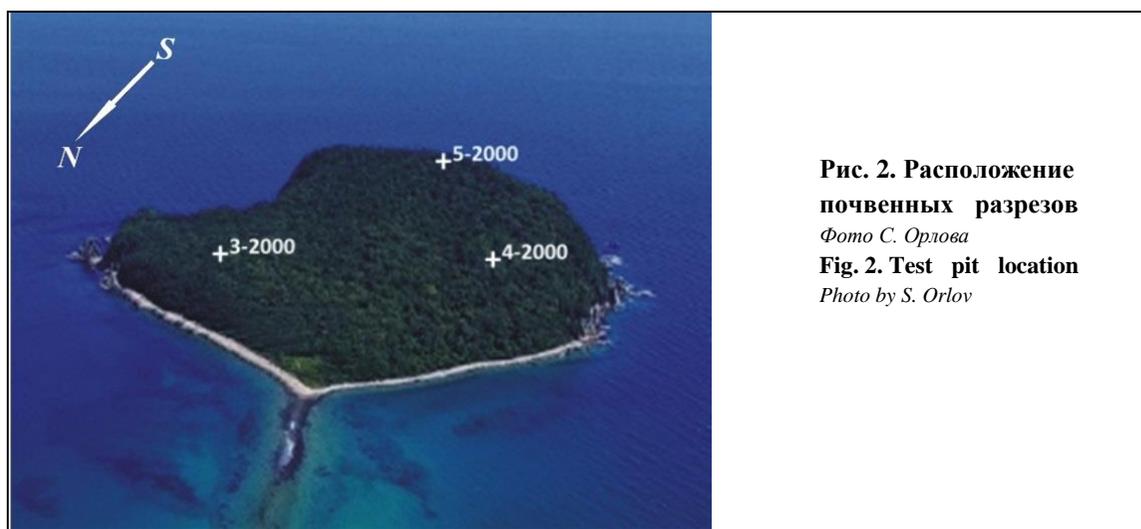


Рис. 2. Расположение почвенных разрезов

Фото С. Орлова

Fig. 2. Test pit location

Photo by S. Orlov

Изменения в растительности обуславливают изменения в почвенном покрове, что находит отражение, в первую очередь, в морфологическом строении почв. Морфология почв, как отмечает Б. Г. Розанов [14], представляет собой концентрированное отражение её генезиса и истории развития. В морфологическом строении профиля наиболее полно отражаются процессы, протекающие в почвах, что особенно важно учитывать в условиях, когда наблюдается неоднократное антропогенное воздействие на один из самых динамичных и уязвимых компонентов почвообразования – растительность. В этой связи весьма актуально изучение морфологического строения почв под сохранившимися до наших дней участками девственных лесов.

С целью реконструкции пространственно-временной динамики почвообразования из почвенных разрезов по генетическим горизонтам отбирались образцы для выполнения спорово-пыльцевого анализа. Химическая обработка образцов для палинологического анализа проводилась с использованием общепринятых методик: щелочной Поста и сепарационной Гричука [15; 16]. Палиноморфы изучались с помощью светового биологического

микроскопа Axio Cam при увеличении 400. При интерпретации данных спорово-пыльцевых спектров¹ пыльца и споры разделялись на три группы: пыльца деревьев и кустарников, пыльца трав, споры, далее определялось процентное участие каждого таксона в своей группе.

Результаты и их обсуждение. Специфика условий формирования почв острова Петрова проявляется в своеобразии строения почвенных профилей, представленных на фото почвенными микромонолитами (Рис. 3).

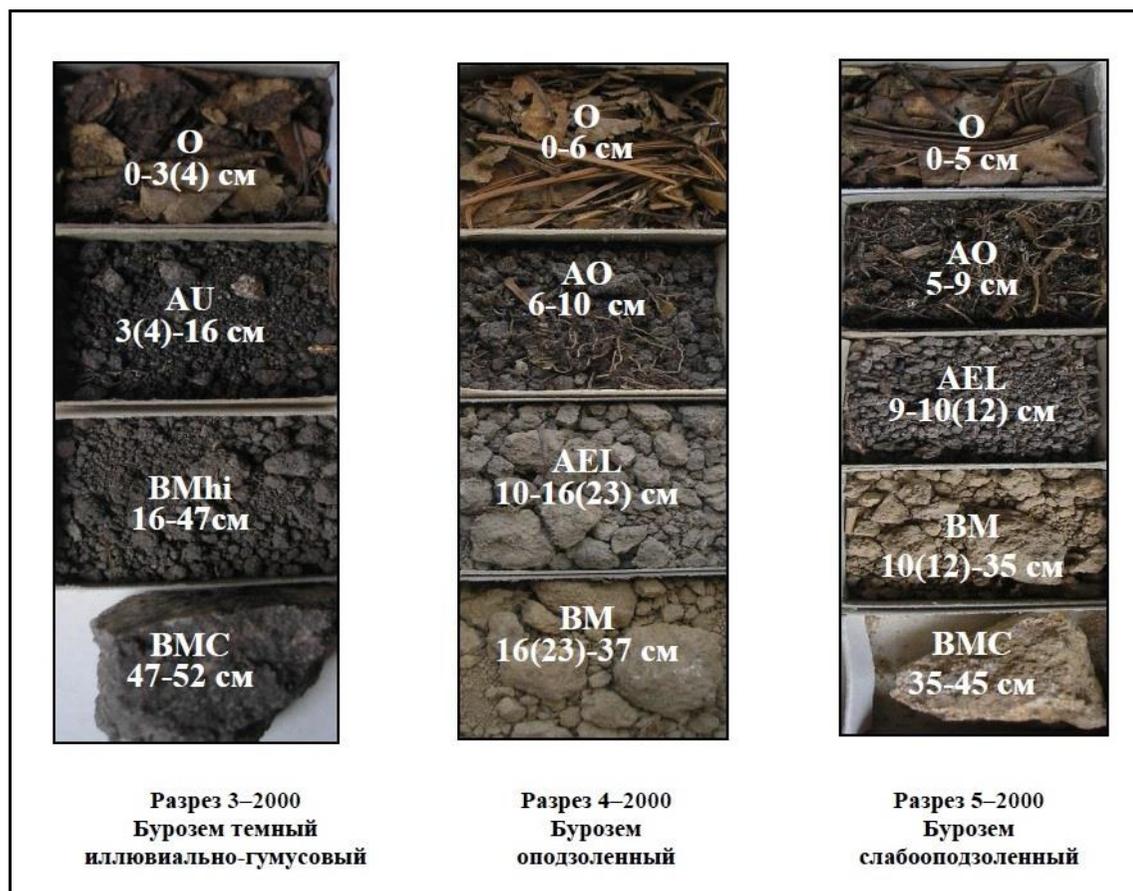


Рис. 3. Структура почвенных профилей бурозёмов о-ва Петрова (фото почвенных микромонолитов)
Fig. 3. Structure of burozem soil profiles in Petrov Island (photo of soil micromonoliths)

Остановимся подробнее на анализе морфологического строения исследуемых почв острова на указанных выше трёх участках геоморфологического профиля.

Разрез 3-2000. Заложен на о-ве Петрова на высоте 7 м над уровнем моря у подножья северного склона под тисовой рощей в 25 м от берегового вала. Поверхность слабонаклонная (3–5°), волнистая из-за приствольных повышений у

¹ Спорово-пыльцевым спектром называется процентное содержание в одной пробе пыльцевых зёрен и спор разных таксонов, выделенных при анализе.

стволов тиса. Растительность: в древостое тис остроконечный (кроны тиса плотно сомкнуты, из-за чего освещение ослаблено) с примесью липы амурской (*Tilia amurensis* Rupr.), бархата амурского (*Phellodendron amurense* Rupr.), ясеня маньчжурского (*Fraxinus mandshurica* Rupr.); подлесок и травостой слабо развиты и представлены соответственно редкими особями рододендрона остроконечного (*Rhododendron mucronulatum* Turcz.) и лесным маком японским (*Hylomecon vernalis* Maxim.). Почва: бурозём тёмный иллювиально-гумусовый.

О 0–3(4) см. Подстилка, рыхлая, состоит из опада листовых пород (80 % от веса), в том числе и принесённых ветром с вышележащего крутого склона, и опада тиса (до 20 % от веса, состоящего из хвои, веточек, плодов), слаборазложившаяся в верхней и среднеразложившаяся в нижней части, переход ясный.

AU 3(4)–16 см. Чёрный, свежий, легкосуглинистый, мелкокомковато-порошистый, густо переплетён мелким и средними корешками (особенно в верхней части горизонта), присутствуют обломки пород (до 20 % от объёма почвенной массы) размером 1–4 см, покрытые темными минерально-гумусовыми плёнками, переход постепенный.

BMhi 16–47 см. Темно-серый (при подсыхании и разминании почвенная масса светлеет и приобретает буроватый оттенок), влажный, мелкокомковато-зернистый, среднесуглинистый, скелет (размером 1–3 мм) составляет 20–30 % от объёма почвы, имеются корни (от 0,3 до 0,5 мм в диаметре, отдельные до 3 см), переход резкий.

BMC 47 см и ниже. Крупные обломки почвообразующей породы в виде массивной плиты (размером 0,5 × 1 м) с единичными обломками размером 5–7 см, скелет покрыт органо-минеральными плёнками темно-серого цвета, которые прочно удерживаются на поверхности обломков, но легко растворяются водой, окрашивая её в черно-коричневый, темно-кофейный цвет.

Формирование рассматриваемого профиля бурозёма обусловлено, прежде всего, своеобразием растительности и его геоморфологическим положением у подножья склона. Здесь вероятны делювиальное поступление мелкозёма и дополнительный привнос опада с вышележащего крутого склона, а также приборно-импульверизационный привнос морских вод. Геохимическое воздействие моря обуславливает слабощелочную реакцию среды, образование фульватно-гуматного гумуса и активное развитие иллювиально-гумусового процесса почвообразования [16]. Все это создаёт благоприятные условия для образования большого количества подвижных органоминеральных соединений и активного иллювиирования их вниз по профилю. Об этом свидетельствуют наличие кутан на обломках породы и изменение окраски структурных отдельностей при разминании почвенной массы последних. Высокая скелетность всего профиля почв обеспечивает свободный внутриверхний дренаж даже в

условиях большого количества годовых осадков (750–850 мм, в отдельные годы 1000–1200 мм).

По набору генетических горизонтов исследуемые почвы, по нашему мнению, весьма проблематично отнести к бурым лесным типичным почвам. Согласно Г. И. Иванову [17; 18] и Н. А. Крейде [19], бурые лесные почвы характеризуются наличием в профиле подстилки, аккумулятивно-гумусового горизонта А и иллювиального горизонта В или, в ряде случаев — наличием между ними переходного горизонта АВ, имеющего черты как вышележащего горизонта А, так и нижележащего горизонта В. В рассматриваемых почвах тисовых насаждений под аккумулятивно-гумусовым горизонтом вскрывается не переходный, а самостоятельный иллювиально-гумусовый горизонт ВМ_{hi}, формирование которого мы связываем с активным иллювиированием гумуса. В связи с вышеизложенным, данные почвы целесообразно рассматривать не как бурые лесные, а, согласно современным представлениям, как бурозёмы тёмные иллювиально-гумусовые [20]. Подобные почвы были выделены и описаны нами в прибрежной части восточного макросклона Сихотэ-Алиня [21] и на ряде островов залива Петра Великого [22].

Почвы, развитые под липняком в средней части склона, характеризуются нижеприведённым морфологическим строением.

Разрез 4-2000. Заложён на о-ве Петрова на высоте 50 м над уровнем моря в средней части северо-западного склона крутизной 35–30°. Растительность: липовый лес с примесью тиса, граба и кедра; подлесок слаборазвит; в травяном покрове (проективное покрытие 40 %) преобладает папоротник щитовник Буша (*Dryopteris buschiana* Fomin). Почва: бурозём оподзоленный.

О 0–6 см. Подстилка, рыхлая, слаборазложившаяся, состоящая преимущественно из листьев липы и папоротника с примесью (до 6 % от веса) хвои кедра и тиса, переход ясный.

АО 6–10 см. Хорошо разложившиеся растительные остатки от темно-серого до чёрного цвета, густо переплетённые корешками и пронизанные мицелием гриба белого цвета, мелкозёмистая масса светло-серая (при подсыхании с белесоватым оттенком), мелкокомковато-зернистой структуры, прочно удерживается корешками, переход резкий.

АЕL 10–16(23) см. Светло-серый (при подсыхании становится белесовато-серым), неравномерный по мощности, уплотнён, при нажатии ножом рассыпается на мелкокомковато-пылеватые структурные отдельности, среднесуглинистый, нижняя граница неровная, обломки скелета (до 10 % от объёма почвенной массы) хорошо отмыты и имеют светло-серый цвет, корни преимущественно мелкие (до 0,5 мм в диаметре), крепко удерживают минеральные частички, переход заметный, неровный.

ВМ 16(23)–37 см. Бурый, влажный, тяжелосуглинистый, плотный, порошисто-мелкозернистый, щебнистый (до 40 % от объёма составляет скелет размером от 1 до 7 см), единичные корни до 5 см в диаметре, переход постепенный.

ВМС 37–43 см. Делювиальные отложения желтовато-светло-серого цвета с незначительным содержанием (до 5 %) мелкозёма.

Рассматриваемые почвы формируются в условиях свободного дренажа, их профиль резко дифференцирован на генетические горизонты. Для него характерно наличие чётко выраженного оподзоленного горизонта АЕL мощностью от 6 до 13 см и отсутствие аккумулятивно-гумусового горизонта АУ. Своеобразие почв проявляется в том, что в их профиле под грубогумусовым горизонтом АО выделяется горизонт, сочетающий в себе морфологические признаки как аккумуляции гумуса, так и оподзоленности. Аккумуляция гумуса обуславливает серую окраску этого горизонта, а оподзоленность проявляется в светлых тонах окраски и появлении белесоватого оттенка по мере подсыхания почвенной массы. С учётом этого, данный горизонт диагностируется как АЕL.

Почвы водораздельной части острова характеризуются нижеприведённым морфологическим строением одного из разрезов.

Разрез 5-2000. Заложён на привершинной части водораздела о-ва Петрова (около 100 м над уровнем моря), на расстоянии около 7 м от скалистого обрыва к морю. Растительность: кедровник с примесью липы, дуба и единично тиса; травостой (проективное покрытие до 30 %) представлен майником широколистным (*Maianthemum dilatatum* (Wood.) Nels. et Macbr.). Почва: бурозём слабооподзоленный.

О 0–5 см. Подстилка из веточек и листьев дуба, липы и хвои кедра (до 15 % от веса), рыхлая, слаборазложившаяся, переход резкий.

АО 5–9 см. Темно-серый с буровато-кофейным оттенком, который придаётся смесью хорошо- и среднеразложившихся растительных остатков; мелкозёмистая масса серого, светло-серого цвета, мелкокомковато-зернистой структуры, густо переплетена мелкими корешками и мицелием гриба белого цвета, переход резкий.

АЕL 9–(10–12) см. Прерывистый (в виде линз мощностью 1–3 см, длиной до 15 см), пёстрый по цвету; смесь светло-желтовато-серых с серыми и светло-серыми мелкокомковато-зернистыми отдельностями, свежий, линзы легко крошатся ножом на комочки размером от 1 до 3 мм, присутствуют частицы древесного угля, переплетён мелкими корешками, обломки породы размером от 0,5 до 2 см, переход резкий.

ВМ (9–12)–35 см. Желтовато-бурый, влажный, тяжелосуглинистый, плотный, скелет размером 5–10 см составляет 40–50 % от объёма, много мелких

корней (от 0,5 до 1 см в диаметре), отдельные корни до 5 см в диаметре, переход постепенный.

ВМС 35–45 см. Желтовато-серый, каменистый с примесью небольшого количества мелкозёма.

Профиль почв резко дифференцирован. По набору генетических горизонтов он сходен с вышеописанным разрезом 4-2000, заложенным под липовым лесом, но отличается значительно меньшей мощностью (9–12 см против 16–23 см) органогенно-гумусовой части профиля (горизонт O–AO–AEL). Наличие частичек древесного угля в оподзоленном горизонте свидетельствует о пирогенезе этих почв. На формирование почв водораздела значительное влияние оказывает денудационный процесс, вызывающий снос мелкозёмистой составляющей верхней части профиля и омолаживание почв. С этим, очевидно, связаны уменьшение мощности и фрагментарность в первую очередь органогенно-гумусовой части профиля по сравнению с почвами средней части склона. Активизации омолаживания профиля способствует и пирогенный фактор, уничтожающий подстилку и способствующий развитию эрозионных процессов. О прохождении пожара свидетельствует наличие частиц древесного угля в горизонте AEL.

Ранее нами [23] было показано, что сопряжённый анализ спорово-пыльцевых спектров, полученных из генетических горизонтов исследуемых почв (Рис. 4), и морфологического строения рассматриваемых бурозёмов позволил прояснить причины своеобразия их формирования и подтвердить наши предположения относительно их генезиса и эволюции.

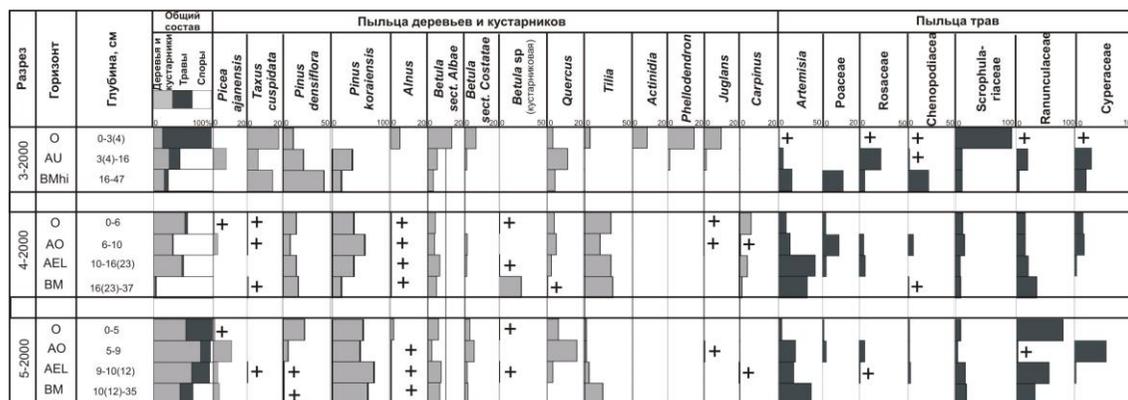


Рис. 4. Спорово-пыльцевая диаграмма бурозёмов острова Петрова

+ - единичные пыльцевые зерна

Fig. 4. Spore-pollen diagram for burozems in Petrov Island

+ - single pollen grains

Диаграмма спорово-пыльцевых спектров лесных подстилок рассматриваемых почвенных разрезов в целом отражает современную растительность острова Петрова. Присутствие пыльцы сосны густоцветковой в

составе этих спорово-пыльцевых спектров объясняется её ветровым переносом с южного побережья Приморья.

Спорово-пыльцевые спектры аккумулятивно-гумусовых и оподзоленных горизонтов соответствуют более холодным условиям субатлантического периода, на что указывает значительное количество пыльцы ели аянской (*Picea ajanensis* Fisch. ex Carr.) и сосны корейской (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.). Возможно, что время формирования отложений относится к Малому ледниковому периоду. В это время на территории Приморского края происходило понижение высотной границы хвойных лесов и расширение их площадей, увеличивалась "ледовитость" Японского моря и формировался более ранний снежный покров. Считается, что глобальная температура понижалась на 1–2,0 °С, а высота снежного покрова увеличилась. Малый ледниковый период ярко проявился не только в Приморье [24], но и на Японских [25], и Курильских островах [26].

Палиноспектры иллювиальных горизонтов ВМ и ВМh1, судя по присутствию пыльцы кустарниковых берёз и исчезновению пыльцы дуба, соответствуют холодным климатическим условиям, вероятно, на границе суббореального и субатлантического периодов голоцена (2690–1510 кал. л. н.), в результате снижения уровня инсоляции. Это похолодание носило глобальный характер, понижение среднегодовых температур относительно современных составляло 1,5–2,0 °С [27]. В составе растительности острова Петрова в этот период господствовали хвойные породы, в основном кедр, а на склонах были развиты липово-берёзово-кедровые группировки с папоротнико-разнотравными сообществами.

Авторские данные [23] свидетельствуют о взаимосвязи формирования, эволюции почв острова Петрова с динамикой биоклиматических условий в голоцене. В среднем голоцене климатические условия были умеренно-тёплые, с более мягкими зимами и со среднегодовой температурой и количеством осадков выше современных. В растительном покрове юго-восточного побережья Приморья доминировали дубово-берёзовые леса с участием кедра корейского [28]. Именно в это время сформировались горные бурые лесные почвы (бурозёмы), составляющие основной фон горных почв Сихотэ-Алиня [29]. В конце суббореала (3,2–2,5 кал. тыс. л. н.) началось похолодание, которое продолжилось в начале субатлантического периода и выразилось в появлении ассоциаций с кустарниковой берёзой (*Betula fruticosa* Pall.), ольховником и берёзой Эрмана (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar, *B. ermanii* Cham.), а также в увеличении роли хвойных пород. Во второй половине позднего голоцена широкое распространение в Юго-Восточном Приморье получили кедровые леса, большое участие в их составе принимали берёзы [30]. Отмеченные биоклиматические изменения в субатлантике привели к развитию в почвах этого периода грубогумусовых подстилок и к усилению элюво-иллювиальных процессов [29]. При этом, по нашему мнению, бурозёмы острова Петрова эволюционировали в

оподзоленные бурозёмы. После окончания Малого ледникового периода (XIV–XIX вв.) на фоне повышения температуры воздуха и влажности, а также антропогенной трансформации лесов, сформировался современный растительный покров. В это же время происходит активизация аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового процессов почвообразования. Развитие иллювиально-гумусового процесса почвообразования в значительной степени предопределяется приокеаническим положением исследуемых бурозёмов и сильным геохимическим воздействием моря [12; 21; 16]. Правомерность этого положения подтверждается отсутствием в пределах континентальной части Приморья бурозёмов, аналогичных по морфологии и свойствам приокеаническим бурозёмам.

В субатлантический период эволюция почв на острове Петрова и сопредельном материковом побережье шла по различным направлениям. Нерегламентированные рубки хвойных лесов на сопредельном с островом Петрова материковом побережье способствовали прогрессирующему развитию денудационных процессов (омоложению почв), которое сопровождалось разрушением оподзоленного горизонта реликтовых бурозёмов. В дальнейшем на его месте сформировался аккумулятивно-гумусовый горизонт. На острове Петрова, по сравнению с материковым побережьем, антропогенная трансформация девственных лесов не была столь существенной и не привела к перестройке морфологического строения реликтовых оподзоленных бурозёмов. Однако развитие иллювиально-гумусового процесса почвообразования привело к несвойственному современным оподзоленным бурозёмам увеличению содержания гумуса в горизонтах AEL и BM [23].

Заключение. Своеобразие морфологического строения и свойств бурозёмов острова Петрова отражает в определённой степени динамику биоклиматических условий в голоцене. Состав растительности в прошлом отличался от современного, о чём свидетельствует преобладание пыльцы хвойных пород в средней и нижней частях почвенных профилей всех исследованных бурозёмов. Это позволяет выделить в эволюции исследуемых почв два периода. В период с более холодными климатическими условиями и господством хвойных пород сложились наиболее благоприятные условия для развития процесса оподзоливания на исследуемой территории, что и обусловило эволюцию типичных бурозёмов в оподзоленные бурозёмы. В период потепления и развития широколиственных и хвойно-широколиственных лесов в почвах активизировались аккумулятивно-гумусовый и иллювиально-гумусовый процессы. Развитие последнего обуславливает маскировку морфологической выраженности оподзоленности профиля бурозёмов острова Петрова. Наиболее сильно это прослеживается в бурозёмах, развитых под тисовым лесом: в них не диагностируются признаки реликтового оподзоливания. В бурозёмах, развитых на склоне и в привершинной части острова, оподзоленность морфологически прослеживается довольно хорошо.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2018–2020 гг. (проект № ВАИТ-18-010).

Литература

1. Myslenkov A. I. Lazovsky State Nature Reserve (Russia) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2016. № 2. С. 32–46. ISSN 2227-149X
2. Урусов В. М., Варченко Л. И. Экологический феномен острова Петрова (Японское море, Приморье) // Растения в муссонном климате V: материалы науч. конф. Владивосток, 20–23 октября 2009 г. / Ред. А. В. Беликович. – Владивосток: Дальнаука, 2009. С. 165–170. ISBN 5-7596-0403-1
3. Кабанов Н. Е. Растительность о. Петрова // Бюлл. МОИП. Отд. биолог. 1946. Т. LI. Вып. 4–5. С. 146–154.
4. Васильев Н. Г., Ивлиев Л. А., Хавкина Н. В. Тис остроконачный (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.) и его возобновление на острове Петрова (Приморский край) // Лесоводственные исследования на Дальнем востоке. Вып. 3. Лесовосстановление в Приморском крае / Отв. ред. Ю. И. Манько. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1969. С. 37–50.
5. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с. ISBN 5-93520 044-9
6. Мировая реферативная база почвенных ресурсов 2014. Международная система почвенной классификации для диагностики почв и создания легенд почвенных карт. Исправленная и дополненная версия 2015. – М.: ФАО и Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, 2017. 216 с.
7. Пшеничников Б. Ф. Роль реликтовых и современных процессов почвообразования в формировании почв заповедных и сопредельных с ними территорий Приморья // VII Дальневосточная конференция по заповедному делу: материалы науч. конф. Биробиджан, 18–21 октября 2005 г. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2005. С. 223–226. ISBN 5-8170-0064-4
8. Александровский А. Л., Александровская Е. И. Эволюция почв и географическая среда. – М: Наука, 2005. 223 с. ISBN 5020339474
9. Карта почвенно-географического районирования СССР: для высш. учеб. заведений. 1: 8 000 000. – М.: ГУГК, 1983.
10. Пшеничников Б. Ф. Особенности формирования островных бурозёмов в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока островной части Приморья // Растения в муссонном климате: материалы III международной конференции. Владивосток, 22–25 октября 2003 г. / Ред. С. Б. Гончарова. – Владивосток: БСИ ДВО РАН, 2003. С. 124–129. ISBN 5-7596-0396-5
11. Почвоведение: учеб. для ун-тов. В 2 ч. / ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. Ч. 1. Почва и почвообразование / Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др. – М: Высш. шк., 1988. 400 с. ISBN 5-06-001159-3
12. Пшеничников Б. Ф., Пшеничникова Н. Ф. Генезис и классификация приокеанических бурозёмов Дальнего Востока // Продуктивность и устойчивость лесных почв: Материалы III междунар. конф. по лесному почвоведению. Петрозаводск, 7–11 сентября 2009 г. / Отв. ред. Н. Г. Федорец. – Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, 2009. С. 94–97.
13. Пшеничникова Н. Ф. Почвы острова Петрова и сопредельного материкового побережья (Приморский край) // Исследование и конструирование ландшафтов Дальнего Востока и Сибири. Вып. 5. – Владивосток: ДВО РАН, 2001. С. 93–102.
14. Розанов Б. Г. Морфология почв: учебник для высшей школы. – М: Академический проект, 2004. 432 с. ISBN 5-8291-0451-2

15. Покровская И. М. Лабораторная обработка образцов для производства пыльцевого анализа // Пыльцевой анализ. – М: Госгеолиздат, 1950. С. 29–45.
16. Покровская И. М. Методика камеральных работ // Палеопалинология. Т. 1. – Л.: Недра, 1966. С. 32–61.
17. Пшеничников Б. Ф., Пшеничникова Н. Ф. Геохимическое воздействие Тихого океана на почвы Дальнего Востока // Почвоведение: История, социология, методология. – М: Наука, 2005. С. 291–296. ISBN 5-02-032625-9
18. Иванов Г. И. Почвы Приморского края. – Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1964. 107 с.
19. Иванов Г. И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. – М: Наука, 1976. 200 с.
20. Крейда Н. А. Почвы хвойно-широколиственных и широколиственных лесов Приморского края // Уч. зап. Дальневост. ун-та. 1970. Т. 27. Ч. 2. 229 с.
21. Полевой определитель почв России / Под ред. К. Т. Остриковой. – М: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. 182 с. ISBN 978-5-85941-255-6
22. Пшеничников Б. Ф., Пшеничникова Н. Ф. Генезис и эволюция приокеанических бурозёмов. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. 202 с. ISBN 5-7444-1240-9
23. Пшеничников Б. Ф., Пшеничникова Н. Ф. Почвы островов и побережья // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования / отв. ред. А. Н. Тюрин. – Владивосток: Дальнаука, 2004. Т. 1. С. 251–283. ISBN 5-8044-0409-1
24. Pshenichnikov B. F., Lyashchevskaya M. S., Pshenichnikova N. F. Use of Palynological data in diagnostics and evolution of soils on Petrov Island (Sea of Japan) // Geography and Natural Resources. 2012. Vol. 34, no. 2. P. 146–154. ISSN 1875-3728
25. Короткий А. М., Караулова Л. П. Новые данные по стратиграфии четвертичных отложений Приморья // Вопросы геоморфологии и четвертичной геологии юга ДВ / [ред. А. М. Короткий, А. П. Кулаков]. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1975. С. 79–110.
26. Sakaguchi Y. Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation // Bulletin of the Department of Geography. University of Tokyo. 1983. Vol. 15. P. 1–31.
27. Разжигаева Н. Г., Ганзей Л. А., Арсланов Х. А. и др. Особенности проявления малого ледникового периода на Курильских островах // Глобальные и региональные проблемы исторической географии: материалы IV международной науч. конф. по исторической географии. Санкт-Петербург, 25–28 апреля 2011 г. – СПб: Санкт-Петербургский государственный университет, ВВМ, 2011. С. 400–405. ISBN 978-5-9651-0542-7
28. Позднечетвертичные растительность и климаты Сибири и Российского Дальнего Востока (палинологическая и радиоуглеродная база данных) / Ред. П. М. Андерсон, А. В. Ложкин. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2002. 369 с.
29. Карпачевский Л. О. Генезис почв лесных биогеоценозов Сихотэ-Алинского биосферного заповедника // Юбилейная сессия, посвящённая 50-летию Сихотэ-Алинского биосферного заповедника: тез. докл. п. Терней, 9–14 сентября 1985 г. / Ред. А. А. Астафьев. – Владивосток: ТИГ, 1985. С. 51–55.
30. Лящевская М. С., Пшеничникова Н. Ф., Макарова Т. Р. Реакция растительности на климатические изменения в среднем-позднем голоцене (на примере участка побережья юго-восточного Приморья) // Успехи современного естествознания. 2017. № 12. С. 184–194.

Specificity of Burozem Formation in Petrov Island (Lazovsky Nature Reserve, Primorye Territory)

Pshenichnikov B. F.¹, Lyashchevskaya M. S.², Pshenichnikova N. F.²

¹Far Eastern Federal University
Vladivostok, 690950, Russian Federation
e-mail: bikinbf@mail.ru

²Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
Vladivostok, 690022, Russian Federation
e-mail: lyshevskay@mail.ru; e-mail: n.f.p@mail.ru

Abstract

The research focuses on specific morphologic structure of burozems in Petrov Island at the example of the three main elements of a geomorphologic profile, i.e. foot, slope, and divide. At the foot, the burozems under yew forest are characterized by light alkaline soil reaction and active humus illuviation that are the result of fine earth deluvium input and seawater impulverization. The color of the dark humus illuvial burozems is mostly black and dark grey all along the soil profile.

On the slope, the profile of the podzolized burozems under lime forest is sharply differentiated into individual genetic horizons, with a well-defined podzolized horizon AEL and nonexistent humus accumulative horizon.

At the divide, the podzolized burozems under cedar forest are characterized by active denudation and compared to those on the slope they have a shallow humus-organic layer and a fragmentary podzolized horizon, with charcoal particles as a proof of soil pyrogenesis.

Spore-pollen spectra of the burozem genetic horizons let us point out a period of climatic cooling with coniferous species domination and a period of warming with a wide spread of broadleaved and coniferous-broadleaved species. The podzolized burozems formed in the cool period, and the warm period intensified humus accumulation and illuviation, thus camouflaging morphologic markings of profile podsolization in the burozems under yew forest.

Key words: Petrov Island, soil morphology, spore-pollen spectra, burozems, soil evolution, climate change, Holocene.

References

1. Myslenkov A. I., 2016, Lazovsky State Nature Reserve (Russia), *Biota i sreda zapovednikov Dal'nego Vostoka = Biodiversity and Environment of Far East Reserves*, no. 2, pp. 32–46.
2. Urusov V. M., Varchenko L. I., 2009, Ekologicheskiy fenomen ostrova Petrova (Yaponskoe more, Primor'e) [Ecological Phenomenon of the Petrov Island, Sea of Japan, Primorskiy Krai], in: Belikov A. B. (ed.), *Rasteniya v mussonom klimate V: materialy nauch. konf., Vladivostok, 20–23 oktyabrya 2009 g.* [Plants in the Monsoon Climate V: Proceedings of V Conference «Plants in Monsoon Climate», Vladivostok, October 20–23, 2009], pp. 165–170, Dalnauka, Vladivostok. (in Russ.)
3. Kabanov N. E., 1946, Rastitel'nost' o. Petrova [Vegetation of Petrov Island], *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Biological series*, vol. LI, no. 4–5, pp. 146–154.
4. Vasilev N. G., Ivliev L. A., Khavkina N. V., 1969, Tis ostrokonechnyy (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.) i ego vozobnovlenie na ostrove Petrova (Primorskiy kray) [Japanese yew (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc) and its reproduction on Petrov Island (Primorye Territory)], *Lesovodstvennyye issledovaniya na Dal'nem Vostoke. Vyp. 3. Lesovosstanovlenie v Primorskom krae* [Silvicultural research in the Far East, issue 3, Reforestation in Primorye Territory], pp. 37–50, DVNTs AN SSSR, Vladivostok. (in Russ.)

5. Shishov L. L., Tonkonogov V. D., Lebedeva I. I., Gerasimova M. I., 2004, *Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii* [Classification and diagnostics of soils of Russia], 342 p., Oykumena, Smolensk. (in Russ.)
6. *Mirovaya referativnaya baza pochvennykh resursov 2014, Mezhdunarodnaya sistema pochvennoy klassifikatsii dlya diagnostiki pochv i sozdaniya legend pochvennykh kart. Ispravlenneya i dopolnennaya versiya 2015* [World reference base for soil resources 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps – Update 2015], 216 p., ФАО-MGU, Moscow. (in Russ.)
7. Pshenichnikov B. F., 2005, Rol' reliktovykh i sovremennykh processov pochvoobrazovaniya v formirovaniy pochv zapovednykh i sopredel'nykh s nimi territoriy Primor'ya [Role of relict and modern pedogenic processes in formation of soils in the reserved territories of Primorye and the bordering areas], *VII Dal'nevostochnaya konferentsiya po zapovednomu delu: materialy nauch. konf. Birobidzhan, 18–21 oktyabrya 2005 g* [Proceedings of the VII Far Eastern Conference on Nature Conservation Problems, October 18–21, 2005, Birobidzhan], pp. 223–226, IKARP DVO RAN, Birobidzhan. (in Russ.)
8. Aleksandrovskiy A. L., Aleksandrovskaya E. I., 2005, *Evolyuciya pochv i geograficheskaya sreda* [Soil evolution and geographical environment], 223 p., Nauka, Moscow. (in Russ.)
9. *Karta pochvenno-geograficheskogo rayonirovaniya SSSR: dlya vyssh. ucheb. zavedeniy. 1:8000000* [Map of soil-geographical regionalization of the USSR for higher school institutions. Scale 1:8000000], 1983, GUGK, Moscow. (in Russ.)
10. Pshenichnikov B. F., 2003, Osobennosti formirovaniya ostrovnnykh burozyomov v usloviyakh mussonnogo klimata yuga Dal'nego Vostoka ostrovnnoy chasti Primor'ya [Specificity of insular burozem formation in monsoon climate of the southern Far East in the insular zone of Primorye], *Rasteniya v mussonom klimate III: materialy nauch. konf., Vladivostok, 22–25 oktyabrya 2003 g.* [Proceedings of the conference Plants in Monsoon Climate III, October 22–25, Vladivostok], pp. 124–129, BSI DVO RAN, Vladivostok. (in Russ.)
11. Penkina M. M. (ed.), 1988, *Pochva i pochvoobrazovanie* [Soil and soil formation], Pochvovedenie: ucheb. dlya un-tov, Ch. 1, [Soil science: textbook for universities, Pt. 1], 400 p., Vysshaya Shkola, Moscow. (in Russ.)
12. Pshenichnikov B. F., Pshenichnikova N. F., 2009, Genezis i klassifikatsiya priokeanicheskikh burozyomov Dal'nego Vostoka [Genesis and classification of maritime burozems in the Far East of Russia], *Produktivnost' i ustoychivost' lesnykh pochv: Materialy III mezhdunar. konf. po lesnomu pochvovedeniyu. Petrozavodsk, 7–11 sentyabrya 2009 g.* [Proceedings of the III international forest soil science conference "Productivity and resistance of forest soils", September 7–11, 2009, Petrozavodsk], pp. 94–97, KNC RAN, Petrozavodsk. (in Russ.)
13. Pshenichnikova N. F., 2001, Pochvy ostrova Petrova i sopredel'nogo materikovogo poberezh'ya (Primorskiy kray) [Soils of Petrov Island and the bordering continental coast (Primorskiy Kray)], *Issledovanie i konstruirovaniye landshaftov Dal'nego Vostoka i Sibiri* [Studying and reconstructing landscapes of the Far East and Siberia], no. 5, pp. 93–102, DVO RAN, Vladivostok. (in Russ.)
14. Rozanov B. G., 2004, *Morfologiya pochv: uchebnyk dlya vysshey shkoly* [Soil morphology: higher school text-book], 432 p., Akademicheskii proekt, Moscow. (in Russ.)
15. Pokrovskaya I. M., 1950, Laboratornaya obrabotka obrazcov dlya proizvodstva pyl'cevoy analiza [Laboratory treatment of samples for pollen analysis], *Pyl'cevoy analiz* [Pollen analysis], pp. 29–45, Gosgeolizdat, Moscow. (in Russ.)
16. Pokrovskaya I. M., 1966, *Metodika kameral'nykh rabot* [Cameral work procedures], *Paleopalynologiya* [Palaeopalynology], vol. 1, pp. 32–61, Nedra, Leningrad. (in Russ.)
17. Pshenichnikov B. F., Pshenichnikova N. F., 2005, Geokhimicheskoe vozdeystvie Tihogo okeana na pochvy Dal'nego Vostoka [Geochemical effect of the Pacific Ocean on soils of the Far East], *Pochvovedenie: Istoriya, sociologiya, metodologiya* [Soil science: history, sociology, methodology], pp. 291–296, Nauka, Moscow. (in Russ.)

18. Ivanov G. I., 1964, *Pochvy Primorskogo kraya* [Soils of Primorye Territory], 107 p., Dal'nevostochn. kn. izd-vo, Vladivostok. (in Russ.)
19. Ivanov G. I., 1976, *Pochvoobrazovanie na yuge Dal'nego Vostoka* [Soil formation in the southern Far East], 200 p., Nauka, Moscow. (in Russ.)
20. Krejda N. A., 1970, *Pochvy hvoyno-shirokolistvennyh i shirokolistvennyh lesov Primorskogo kraya* [Soils of coniferous-broadleaved and broadleaved forests of Primorye Territory], *Uchenyye zapiski Dal'nevostochnogo universiteta* [Scientific Notes of the Dal'neastern University], vol. 27, pt. 2, 229 p. (in Russ.)
21. 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 Russ.)
22. Pshenichnikov B. F., Pshenichnikova N. F., 2002, *Genesis i ehvoluciya priokeanicheskikh burozyomov* [Genesis and evolution of maritime burozems], 202 p., Dal'nevost. un-t, Vladivostok. (in Russ.)
23. Pshenichnikov B. F., Pshenichnikova N. F., 2004, *Pochvy ostrovov i poberezh'ya* [Soils of the islands and the coast], in Tyurin A. N. (ed.), *Dal'nevostochnyy morskoy biosfernyy zapovednik. Tom 1. Issledovaniya* [Far Eastern Marine Biosphere Reserve. Vol. 1. Research activities], pp. 251–283, Dalnauka, Vladivostok. (in Russ.)
24. Pshenichnikov B. F., Lyashchevskaya M. S., Pshenichnikova N. F., 2012, Use of palynological data in diagnostics and evolution of soils on Petrov Island (Sea of Japan), *Geography and Natural Resources*, vol. 33, no. 2, pp. 177–184.
25. Korotky A. M., Karaulova L. P., 1975, *Novye dannye po stratigrafii chetvertichnyh otlozhenij Primor'ya* [New data on stratigraphy of quaternary deposits of Primorye], *Voprosy geomorfologii i chetvertichnoy geologii yuga DV* [Issues in geomorphology and quaternary geology of the southern Far East], pp. 79–110, DVNC AN SSSR, Vladivostok. (in Russ.)
26. Sakaguchi Y., 1983, Warm and cold stages in the past 7600 years in Japan and their global correlation, *Bulletin of the Department of Geography University of Tokyo*, vol. 15, pp. 1–31.
27. Razzhigaeva N. G., Ganzey L. A., Arslanov H. A. et al., 2011, Osobennosti proyavleniya malogo lednikovogo perioda na Kuril'skih ostrovah [Specificity of Little Ice Age in Kuril Islands], *Global'nye i regional'nye problemy istoricheskoy geografii: materialy IV mezhdunarodnoy nauch. konf. po istoricheskoy geografii. Sankt-Peterburg, 25–28 aprelya 2011 g.* [Proceedings of the IV international scientific conference on historical geography "Global and regional problems of historical geography", Saint Petersburg, April 25–28, 2011], pp. 400–405, Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy universitet, VVM, Saint Petersburg. (in Russ.)
28. Anderson P. M., Lozhkin A. V., (eds.), 2002, *Pozdnechetvertichnye rastitel'nost' i klimaty Sibiri i Rossiyskogo Dal'nego Vostoka (palinologicheskaya i radiouglerodnaya baza dannyh)* [Late Quaternary vegetation and climate of Siberia and the Russian Far East (palynological and carbon dating database)], 369 p., SVNC DVO RAN, Magadan. (in Russ.)
29. Karpachevskiy L. O., 1985, *Genesis pochv lesnyh biogeocenzov Sihoteh-Alinskogo biosferного zapovednika* [Soil genesis in forest biogeocenoses of Sikhote Alin Biosphere Reserve], in Astafyev A. A. (ed.), *Yubileynaya sessiya, posvyashchyonnaya 50-letiyu Sihoteh-Alinskogo biosferного zapovednika: tez. dokl. Pos. Terney, 9–14 sentyabrya 1985 g.* [Proceedings of the Jubilee session dedicated to the 50th anniversary of Sikhote Alin Biosphere Reserve, Terney, September 9–14, 1985], pp. 51–55, TIG, Vladivostok. (in Russ.)
30. Lyashchevskaya M. S., Pshenichnikova N. F., Makarova T. R., 2017, *Reakciya rastitel'nosti na klimaticheskie izmeneniya v srednem-pozdnem golocene (na primere uchastka poberezh'ya yugovostochnogo Primor'ya)* [Plant response to climate change in Middle and Late Holocene (at the example of south-eastern Primorye coast area)], *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, no. 12, pp. 184–194. (in Russ.)