

Роль фациальности биоклиматических условий почвообразования в географии буроземов прибрежно- островной зоны Приморского края (юг Дальнего Востока, Россия)

ПШЕНИЧНИКОВ Б.Ф.¹, ПШЕНИЧНИКОВА Н.Ф.²,
КИСЕЛЁВА А.Г.², РОДНИКОВА И.М.²

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток

Адрес для переписки bikinbf@mail.ru

Аннотация. Показано, что в условиях приокеанического положения ландшафтов прибрежно-островной зоны Приморского края (юг Дальнего Востока, Россия) совместное воздействие муссонного климата, антропогенной трансформации растительности и внутрипочвенного выветривания на процессы почвообразования обуславливает многообразие морфологических и физико-химических показателей буроземов и их пространственную дифференциацию. На примере почв трех участков на территории Приморья – юго-восточного (о-в Петрова, мыс Островной), центрального (о-в Русский), южного (о-в Большой Пелис и побережье бухты Спасения) рассмотрено варьирование физико-химических показателей (рН, содержание гумуса и его качественный состав, содержание обменных оснований, степень насыщенности основаниями) в различных подтипах буроземов. Установлена связь их пространственной дифференциации с характером растительности, геоморфологическим положением и геохимическим воздействием моря. Показано, что в ландшафтах разреженно-травяных дубовых лесов со слабым геохимическим воздействием моря распространены буроземы типичные с сильнокислой, кислой реакцией среды. Для них характерно преобладание водорода среди поглощенных катионов, низкое поступление катионов кальция и магния в почвенные растворы, гуматно-фульватный состав гумуса с аккумулятивным типом его внутрипрофильной дифференциации. В ландшафтах разреженных остепненных дубовых лесов с хорошо развитым травяным напочвенным покровом и ландшафтах травяно-кустарниковых сообществ распространены буроземы темные иллювиально-гумусовые с реакцией среды от кислой до нейтральной. В составе их почвенных растворов преобладают щелочноземельные элементы как биогенного, так и морского происхождения. Гумификация проходит по фульватно-гуматному типу с формированием высоко- и глубокогумусированного профиля. В прибрежных ландшафтах постпирогенных дубовых лесов развиты буроземы иллювиально-гумусовые пирогенные, сохраняющие фульватно-гуматный состав гумуса. На побережье юго-восточного Приморья в специфических условиях импульверизационного привноса морских вод и морских осадков в ландшафтах обедненных дубовых лесов распространены коричнево-бурые иллювиально-гумусовые буроземы. Они имеют сильнокислую реакцию среды, слабую насыщенность основаниями, гуматно-фульватный состав гумуса и характеризуются активным иллювированием фульвокислот в средней части профиля, что обуславливает яркую коричнево-бурую окраску иллювиально-гумусового горизонта.

Ключевые слова: ландшафты, почвы, муссонный климат, буроземообразование, растительность, геохимическое воздействие моря.

Role of Facial Bioclimatic Conditions of Soil Formation in Burozem Geography in Coastal and Insular Landscapes of Primorsky Krai (Southern Far East of Russia)

PSHENICHNIKOV B.F.¹, PSHENICHNIKOVA N.F.²,
KISELYOVA A.G.², RODNIKOVA I.M.²

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok

²Pacific Geographical Institute, FEB RAS, Vladivostok

Correspondence bikinbf@mail.ru

Abstract. The research focuses on previously unstudied joint effect of monsoon climate, anthropogenically transformed vegetation, and soil weathering on burozem formation in coastal and insular landscapes of Primorsky Krai (southern Far East of Russia). Soils of three sites (southeastern – Petrov Island, Cape Ostrovnoy; central – Russky Island; southern – Bolshoi Pelis Island, Spaseniya Bay coast) are studied in order to provide insight into the variation of burozem morphology and properties (pH, humus content and composition, base saturation) due to the said effect. Burozem subtype spatial distribution is shown to be largely dependent on vegetation character, burozem geomorphic position, and seawater element input to soil. Landscapes of low-grass oak forests (downwind locations with low seawater element input) are characterized by typical burozem with strongly acidic or acidic soil reaction. Typical burozem soil solution has high H⁺ concentration while Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ concentrations are low due to low element input. Typical burozem humus is of humate-fulvate composition with accumulation in the upper part of the profile. Landscapes of steppe oak forests with the well-developed grass layer and landscapes of grass-shrub communities (upwind locations with considerable seawater element input) give rise to dark humus illuvial burozem with soil reaction ranging from acidic to neutral. This burozem soil solution is rich in Ca⁺⁺ and Mg⁺⁺ of both biogenic and seawater origin. The burozem has fulvate-humate humus composition and strongly and deeply humuficated soil profile. Landscapes of the fire-damaged (pyrogenically transformed) oak forests present humus illuvial pyrogenic burozem. The burozem humus is also attributed to fulvate-humate type. Landscapes of the depleted oak forests (southeast of Primorsky Krai, upwind coastline locations with active seawater element input by impolverization) present the cinnamon brown humus illuvial burozem. The burozem has strongly acidic soil reaction and low base status. The burozem humus is of humate-fulvate composition, with fulvic acids illuviating actively into the middle part of the profile which results in a bright cinnamon brown color of humus illuvial horizon. As for the coastal and insular landscapes of Primorsky Krai, the combined action of monsoon climate, anthropogenically transformed vegetation, and soil weathering on soil formation processes is the key factor in burozem morphological, physical, and chemical diversity and spatial distribution.

Keywords: landscape, soils, monsoon climate, vegetation, seawater element input, burozem formation.

Введение

Почва среди ландшафтообразующих факторов занимает особое место в силу того, что она обнаруживает как прямую, так и обратную связь между географическими компонентами [1, 2]. Она является отражением состояния всех компонентов геосистемы, на основании чего В.В. Докучаев [3] рассматривает почву как «зеркало ландшафта». В этой связи познание закономерностей пространственного распространения почв является одним из актуальных направлений в географических исследованиях.

Генезис и география приокеанических буроземов юга Дальнего Востока до сих пор остаются мало изученными, несмотря на широкий спектр имеющихся разносторонних исследований и их востребованность. Для почв с бурым профилем характерно значительное разнообразие морфологического строения, обусловленное спецификой приокеанических факторов формирования. Интерференция геохимического воздействия моря, биоты и внутрипочвенного выветривания на почвенные растворы обуславливает многообразие морфолого-химических показателей буроземов и часто служит причиной затруднений в определении их классификационного положения и номенклатуры [4–8]. В настоящее время в процессе совершенствования классификации почв России [9, 10] рассматривается

необходимость учета новой информации [11], в частности использования данных о региональных особенностях биоклиматических условий формирования и пространственной дифференциации почв.

Островным территориям свойственна полиструктурность и полигенетичность ландшафтного строения. Ландшафтные исследования островных геосистем наглядно отражают существование сложной системы ландшафтных связей между приостровными акваториями и природно-территориальными комплексами суши с формированием единой территориально-аквальной природной системы с зонами интенсивного, умеренного и ослабленного взаимодействий [12].

Для приокеанической территории юга Дальнего Востока важным фактором функционирования ландшафтов и в том числе процессов почвообразования является прогрессирующая антропогенная трансформация хвойно-широколиственных, широколиственных лесов во вторичные дубовые и дубово-липовые леса, а последних – в разреженные остепненные дубняки с мощным травяным покровом, остепненные злаково-разнотравно-кустарниковые и злаково-разнотравные группировки.

Систематизация литературных данных и авторских исследований [13, 14] по изучению почвенного покрова прибрежно-островной зоны Японского моря свидетельствует о фациальных особенностях ландшафтов этой территории. Данные, полученные сотрудниками Тихоокеанского института географии [15–17], показывают присутствие морских солей в атмосферных осадках побережья Приморья, в частности доминирование в них ионов натрия. По данным А.Н. Качура [18], с удалением от берега моря на 2 км содержание хлорида в осадках падает в 2.5 раза, а иона натрия – в 6–7 раз. Исследования Н.М. Костенкова и С.В. Клышевской, проведенные на трансекте длиной в 1.5 км (морское побережье – континентальная часть п-ова Гамова зал. Петра Великого), показали, что «процессы импัลверизации несомненно оказывают влияние на солевой состав водной вытяжки почв прибрежно-морской зоны, которая приобретает хлоридно-натриевый состав, хотя на континентальной части обычно почвенные растворы гидрокарбонатно-кальциевые» [19, с. 84].

Цель данного исследования – показать роль специфики биоклиматических условий почвообразования в морфолого-химическом разнообразии буроземов и их пространственной дифференциации в ландшафтах прибрежно-островной зоны Приморья.

Материалы и методы

На исследуемой территории наиболее широко распространены два зональных типа почв: буроземы и буроземы темные [9, 10]. На региональном уровне в составе типа «буроземы» выделяются: буроземы типичные, буроземы оподзоленные и буроземы коричнево-бурые иллювиально-гумусовые, а в типе «буроземы темные» – буроземы темные типичные и буроземы темные иллювиально-гумусовые [4].

Это положение иллюстрируется данными наших исследований на примере трех районов Приморья: юго-восточного (о-в Петрова, побережье мыса Островной), центрального (о-в Русский), южного (о-в Большой Пелис, побережье бухты Спасения).

На о-ве Петрова у подножия склона, где наблюдается активное импัลверизационное воздействие моря, под тисовым лесом изучались буроземы темные иллювиально-гумусовые [20]. На побережье мыса Островной под дубовыми лесами со слабо развитым травяным напочвенным покровом предметом исследования явились своеобразные коричнево-бурые иллювиально-гумусовые буроземы, а под порослевыми широколиственными лесами, сформировавшимися на месте прежних вырубок и гарей, – буроземы темные иллювиально-гумусовые пирогенные [21]. На островах Русский и Большой Пелис под разреженно-травяными дубовыми лесами изучались буроземы типичные, а на участках некогда обезлесенных и занятых зарослями лещины или порослевыми лесами – буроземы темные иллювиально-гумусовые [22, 23]. На выположенных обезлесенных наветренных склонах

побережья бухты Спасения под остепненными мискантусно-разнотравными лугами рассматривались буроземы темные иллювиально-гумусовые [24].

При проведении полевых исследований использованы сравнительно-географический и профилно-генетический методы [25]. Степень антропогенной трансформации хвойно-широколиственных и широколиственных лесов оценивалась на основании показателей состояния растительного и лишайникового покрова. Аналитическая обработка образцов выполнена согласно общепринятым методам [26–28].

Результаты и их обсуждение

Основной фон в почвенном покрове прибрежно-островной территории Приморья составляют буроземы. В «Классификации и диагностике почв России» [9] в отделе «структурно-метаморфические почвы» буроземы представлены двумя типами: буроземы и буроземы темные. Выделяемые среди них подтипы не отражают всего многообразия приокеанических буроземов, обусловленного фациальными особенностями биоклиматических условий их формирования. Связаны они, в первую очередь, с геохимическим влиянием моря, обеспечивающим дополнительное поступление компонентов химического состава морских вод с атмосферными осадками. Влияние химического состава атмосферных осадков на процессы почвообразования в прибрежно-островной зоне в целом и на буроземообразовательный процесс в частности осуществляется опосредованно – через их влияние на состав и щелочно-кислотное состояние почвенных растворов, а последние, в свою очередь, влияют на специфичность гумусообразования и гумусонакопления в буроземах. Она проявляется в развитии гумификации по фульватно-гуматному, а не по гуматно-фульватному типу, характерному для типичных буроземов. Следствием этого является разнообразие морфологического строения прибрежно-островных буроземов и их физико-химических свойств [29–32].

Работы С.В. Зонна [13], П.В. Елпатьевского [33], Н.А. Крейды [34] и наши исследования [21, 29] показали, что фульватно-гуматный тип гумификации характерен для буроземов прибрежно-островной зоны юга Дальнего Востока, формирующихся в условиях морского гидротермически-импульверизационного режима. Он обуславливает импульверизационный привнос морских вод, а также их компонентов в составе осадков [15–19], что и определяет своеобразие процессов гумусообразования.

В типе «буроземы» наиболее широко распространен подтип буроземов типичных (см. таблицу, раз. 6–03, 15–95), развитых на исследуемой территории под разреженно-травяными дубовыми лесами на подветренных позициях склонов.

Отличительной чертой их профиля (О–АУ–(АУВМ)–ВМ–ВМС) является наличие под серогумусовым горизонтом АУ структурно-метаморфического горизонта ВМ с характерной желтовато-бурой окраской. Для этого подтипа характерны гуматно-фульватный состав гумуса (Сгк:Сфк = 0.70–0.86) и аккумулятивный тип его профилной дифференциации, сильноокислая реакция среды, преобладание водорода над кальцием и магнием среди поглощенных катионов. Содержание гумуса в горизонте АУ не превышает 10 % и резко падает вниз по профилю до 1.8–2.4 % в горизонте ВМ.

Среди типа буроземы темные на исследуемой территории широко распространены буроземы темные иллювиально-гумусовые (см. таблицу, раз. 3–01, 9–03, 10–95, 3–2000). Они формируются под дубовыми травяными лесами, часто с кустарниками из лещины и леспецеи, и под остепненными травяно-кустарниковыми сообществами. Занимают, как правило, нижние наветренные части склонов, где наблюдается импульверизационный привнос морских вод, а также их компонентов в составе осадков. На о-ве Петрова они формируются на выположенном побережье под пологом тисового леса в условиях активного геохимического воздействия моря. Профиль буроземов темных иллювиально-гумусовых включает генетические горизонты О–АУ–ВМ_{hi}–ВМ–ВМС. Их диагностическим

Физико-химические свойства буроземов прибрежно-островных ландшафтов
Physical and chemical properties of burozems in coastal and insular landscapes

Горизонт	Глубина, см	Гумус по Тюрину, %	pH		Ммоль(экв) /100 г почвы			V, %	Сгк Сфк	
			H ₂ O	KCl	ГК	Поглощенные катионы по Гедройцу				
						H ⁺	Ca ⁺⁺			Mg ⁺⁺
Остров Петрова										
Буроземы темные иллювиально-гумусовые под тисовым лесом, разрез 3–2000										
О	0–3	–	7.1	6.0	–	–	86.6	16.0	–	–
AU	3–16	17.03	6.1	5.3	10.0	0.37	19.7	1.54	68	2.00
BMhi	16–47	6.35	6.4	5.4	6.81	1.15	23.0	3.0	79	1.35
Побережье мыса Островной										
Буроземы коричнево-бурые иллювиально-гумусовые под дубовым лесом, разрез 5–04										
AY	6–14	14.08	6.0	3.9	22.75	8.14	9.48	6.58	41	0.78
BMf,hi	14–40	6.12	5.1	4.0	21.00	7.41	2.66	0.72	14	0.53
BMf,hi	40–70	2.03	5.3	4.0	16.63	6.95	0.52	1.47	11	0.32
BMC	70–90	1.81	5.3	3.9	17.94	8.02	0.57	3.78	20	0.44
Буроземы темные иллювиально-гумусовые пирогенные под дубовым лесом, разрез 13–04										
AUpir	6–31	13.95	5.5	4.7	16.63	5.86	23.81	1.87	60	1.15
BMhi	31–51	10.09	6.0	4.9	10.50	1.18	19.62	3.77	69	1.09
BMC	51–84	0.87	6.2	4.5	4.81	0.51	10.16	11.16	82	0.09
Остров Русский										
Буроземы типичные под разреженно-травяным дубовым лесом, разрез 15–95										
AY	4–19	8.26	5.5	4.4	22.10	–	28.90	19.90	69	0.70
BM	19–34	2.41	5.6	4.6	22.10	–	7.90	1.90	31	0.30
BMC	34–46	2.07	5.7	4.3	11.00	–	8.90	3.90	54	–
Буроземы темные иллювиально-гумусовые под дубяком с лещиной, разрез 10–95										
AU	2–8	10.86	5.8	5.0	18.20	–	49.90	19.90	79	1.20
BM1hi	8–20	6.21	5.4	4.1	19.00	–	23.90	9.90	64	1.00
BM2hi	20–37	1.21	5.4	3.9	12.80	–	6.90	6.90	53	0.50
BMC	37–54	0.52	5.8	4.4	8.40	–	10.90	4.90	65	0.30
Остров Большой Пелис										
Буроземы типичные под разреженно-травяным дубовым лесом, разрез 6–03										
AY	4.5–14	9.15	4.8	3.7	15.58	19.90	5.15	7.61	45	0.86
BM	14–40	1.80	4.8	3.9	6.48	13.30	2.82	1.28	38	0.70
BMC	40–63	0.80	5.8	4.2	4.20	11.60	1.54	5.58	62	0.47
Буроземы темные иллювиально-гумусовые под порослевым липовым лесом, разрез 9–03										
AU	4–19	25.4	5.8	5.3	12.95	9.50	34.33	27.72	83	1.74
BMhi	19–48	8.0	5.7	4.7	12.08	12.80	14.67	12.22	74	1.35
Побережье бухты Спасения										
Буроземы темные иллювиально-гумусовые под мискантусно-разнотравным лугом, разрез 3–01										
AU	1–23	11.75	5.5	4.5	14.70	6.00	8.00	8.36	53	1.73
BMhi	23–44	5.22	5.6	4.5	8.80	3.60	5.01	5.23	54	1.04
BM	44–65	0.60	5.6	4.3	6.10	1.60	3.99	3.04	54	0.30
C	65–72	0.43	5.8	4.2	7.90	3.20	3.08	5.64	52	0.20

Примечание. ГК – гидролитическая кислотность; V – степень насыщенности основаниями; – не определялось.

признаком является присутствие под темногумусовым горизонтом АU резко выраженного иллювиально-гумусового горизонта ВMhi с различной интенсивностью серых и темно-серых цветов окраски. Наличие потечно-языковатых гумусовых затеков в горизонте ВMhi, а также неоднородная окраска структурных отдельностей (серая, темно-серая с поверхности и желтовато-бурая во внутренней части) свидетельствуют о том, что иллювиально-гумусовый процесс является одним из профилообразующих процессов в данных буроземах, отражающим специфику их формирования. Для них характерна слабокислая до нейтральной реакция среды, высокое содержание поглощенных кальция и магния, фульватно-гуматный состав гумуса (Сгк:Сфк = 1.2–2.0) и наличие мощного (до 30–40 см) иллювиально-гумусового горизонта ВMhi с высоким содержанием гумуса.

Буроземы прибрежной юго-восточной части Приморья отличаются наибольшим разнообразием как морфологического строения, так и физико-химических показателей. В прибрежных ландшафтах под дубовыми лесами, пройденных пожарами, развиты буроземы темные иллювиально-гумусовые пирогенные (см. таблицу, раз.13–04). Их гумус фульватно-гуматный как в аккумулятивно-гумусовом горизонте (Сгк:Сфк = 1.15), так и в иллювиально-гумусовом (Сгк:Сфк = 1.09). Содержание гумуса по профилю остается высоким: 13.95 % в горизонте АUpig и 10.09 % в горизонте ВMhi.

На наличие в Приморье бурых лесных почв (буроземов) с высокой гумусированностью одним из первых обратил внимание Г.И. Иванов. Он отмечает, что «в узкой прибрежной полосе по восточным склонам южного Сихотэ-Алиня, под обедненными дубовыми лесами, развиты своеобразные коричнево-бурые почвы ... а в ряде мест, на сильно обдуваемых прибрежных склонах под дубяками, встречаются бурые лесные почвы с глубоко и сильно гумусированным профилем» [35, с. 53]. Н.В. Хавкина [36] пришла к выводу, что коричневая окраска иллювиальной части профиля коричнево-бурых почв связана с повышенным содержанием в ней фракции бурых гуминовых кислот, связанных с полуторными окислами.

Исследования показали, что под дубовыми лесами юго-восточного побережья Приморья распространены не только коричнево-бурые, но и коричнево-бурые иллювиально-гумусовые буроземы [21]. Они формируются на хорошо дренируемых склонах и вершинах гор (см. таблицу, раз. 5–04) и имеют следующий набор генетических горизонтов: О–АУ–ВМf,hi–ВМС. Характеризуются сравнительно небольшой мощностью как самого профиля (60–100 см), так и аккумулятивно-гумусового горизонта (8–16 см). Отличительной чертой этих буроземов является коричнево-бурая окраска иллювиально-гумусового горизонта. Визуально выраженными признаками иллювиирования гумуса являются присутствие в горизонте ВМf,hi коричнево-бурых органоминеральных кутов на поверхности структурных отдельностей и бурая окраска почвенной массы их внутренней части. Для них так же, как и для типичных буроземов, характерен гуматно-фульватный состав гумуса (Сгк:Сфк = 0.78), однако их гумус отличается значительно большей подвижностью и активным иллювиированием в средней части профиля. Физико-химические показатели коричнево-бурых иллювиально-гумусовых буроземов имеют определенное своеобразие, связанное со спецификой прибрежных территорий и геохимическим воздействием моря: сильноокислую реакцию среды ($pH_{KCl} = 3.9$), высокие показатели гидролитической кислотности (22.75 ммоль(экв)/100 г) и слабую насыщенность основаниями (41 %).

Заключение

Фациальность биоклиматических условий формирования буроземов в ландшафтах прибрежно-островной зоны Приморья проявляется в совместном воздействии муссонного климата, антропогенной трансформации растительности и внутрпочвенного выветривания на почвообразование. Различное сочетание этих факторов определяет вариабильность щелочно-кислотного состояния почвенных растворов буроземов и, как

следствие, специфичность процессов гумусообразования, которая проявляется в различной интенсивности развития аккумулятивно-гумусового и иллювиально-гумусового процессов, что и является причиной разнообразия морфологического строения буроземов и их пространственной дифференциации.

В ландшафтах разреженно-травяных дубовых лесов на подветренных склонах со слабым геохимическим воздействием моря распространены буроземы типичные. В ландшафтах остепненных дубовых лесов с хорошо развитым травяным напочвенным покровом и ландшафтах травяно-кустарниковых сообществ на наветренных склонах распространены буроземы темные иллювиально-гумусовые. В прибрежных ландшафтах дубовых лесов, пройденных пожарами, развиты буроземы иллювиально-гумусовые пирогенные. На юго-востоке Приморья в условиях активного импультверизационного привноса морских вод и морских осадков в прибрежных ландшафтах обедненных дубовых лесов распространены коричнево-бурые иллювиально-гумусовые буроземы.

Литература

1. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Функции почв в биосфере и экосистемах (Экологическое значение почв). М.: Наука, 1990. 261 с.
2. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Гуманитарные технологии, 2004. 288 с.
3. Докучаев В.В. Русский чернозем. Сочинения. Т. 3. М.: Изд-во АН СССР, 1949. С. 378–404.
4. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. К вопросу о классификации буроземов прибрежно-островной зоны Приморья // Почвы Дальнего Востока России: генезис, география, картография, плодородие, рациональное использование и экологическое состояние: материалы IV Всерос. науч. конф. Владивосток, 2014. С. 29–33.
5. Pshenichnikov B., Pshenichnikova N., Pshenichnikova A. Classification of Maritime Burozemsof the Southern Far East of Russia // Soils Embrace Life and Universe: Proceedings of the 20th WCSS. Jeju, Korea, 2014. P. 68.
6. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Морфологическое разнообразие и классификация приокеанических буроземов юга Дальнего Востока России // Почвы и ноосфера. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2019. С. 57–67.
7. Голодная О.М. Состав почвенного покрова заповедников Приморского края // Биота и среда заповедных территорий. 2019. № 3. С. 104–123.
8. Жарикова Е.А. Почвы южной части Дальневосточного морского биосферного заповедника // Почвы и ноосфера. Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2019. С. 68–82.
9. Классификация и диагностика почв России / авт. и сост. Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
10. Полевой определитель почв. М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
11. Герасимова М.И. Классификация почв России: путь к следующей версии // Почвоведение. 2019. № 1. С. 32–42.
12. Ганзей К.С. Полиструктурность и полигенетичность островных геосистем // Тихоокеан. география. 2020. № 1. С. 21–29.
13. Зонн С.В., Сапожников А.П. Особенности аллитного выветривания и почвообразования на островах южного Приморья // Почвоведение. 1998. № 11. С. 1318–1326.
14. Пшеничников Б.Ф. Особенности формирования и эволюции островных буроземов в условиях муссонного климата юга Дальнего Востока // Растения в муссонном климате: материалы III междунар. конф. Владивосток: ДВО РАН, 2003. С. 124–129.
15. Юрченко С.Г. Химический состав дождевых вод побережья северо-западной части залива Петра Великого (юг Приморья) // Вода: химия и экология. 2019. № 3–6 (119). С. 143–147.
16. Юрченко С.Г. Влияние континентальных и морских источников на химический состав атмосферных осадков побережья Амурского залива // Регионы нового освоения: Естественные сукцессии и антропогенная трансформация природных комплексов. Хабаровск, 2017. С. 282–284.
17. Кондратьев И.И., Муха Д.Э., Болдескул А.Г., Юрченко С.Г., Луценко Т.Н. О химическом составе атмосферных осадков и снежного покрова в Приморском крае // Метеорология и гидрология. 2017. № 1. С. 91–100.
18. Качур А.Н. Некоторые особенности химического состава атмосферных осадков в связи с техногенезом // Геохимия зоны гипергенеза и техническая деятельность человека. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1976. С. 28–47.
19. Костенков Н.М., Клышевская С.В. Влияние процессов импультверизации на содержание солей в почвах прибрежных морских ландшафтов // Вестн. КрасГАУ. 2014. № 10. С. 81–84.
20. Пшеничников Б.Ф., Ляшевская М.С., Пшеничникова Н.Ф. Использование палинологических данных в диагностике и эволюции почв острова Петрова (Японское море) // География и природные ресурсы. 2012. Т. 33, № 2. С. 146–154.

21. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Влияние растительности на гумусообразование и морфологическое строение прибрежных буроземов юго-восточной части Приморья // Почвоведение. 2015. № 4. С. 387–396.
22. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф., Латышева Л.А. Антропогенная динамика морфологического строения и лесорастительных свойств буроземов острова Русский // Вестн. КрасГАУ. 2010. № 4. С. 24–28.
23. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Формирование и эволюция буроземов острова Большой Пелис // Материалы VI Дальневосточной конференции по заповедному делу. Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2004. С. 83–88.
24. Пшеничников Б.Ф., Шеин Е.В., Милановский Е.Ю., Пшеничникова Н.Ф. Особенности формирования и эволюции буроземов прибрежной части юга Дальнего Востока // Материалы V национальной конференции «Эволюция почвенного покрова: история идей и методы, голоценовая эволюция, прогнозы». М., 2009. С. 209–211.
25. Добровольский Г.В., Урусевская И.С. География почв. М.: КолосС, 2004. 460 с.
26. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
27. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
28. Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: Изд-во МГУ, 1998. 272 с.
29. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Почвы островов и побережья // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования. Т. 1. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 251–283.
30. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Специфика формирования буроземов на островах залива Петра Великого (юг Дальнего Востока) // Вестн. ДВО РАН. 2013. № 5. С. 87–96.
31. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Почвы архипелага Римского-Корсакова // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. 2014. № 2. С. 123–143.
32. Пшеничников Б.Ф., Пшеничникова Н.Ф. Геохимическое воздействие Тихого океана на почвы юга Дальнего Востока // Почвоведение: история, социология, методология. М.: Наука, 2005. С. 291–295.
33. Елпатьевский П.В. Особенности почвенного покрова острова Фуругельма // Дальневосточный морской биосферный заповедник. Исследования. Т. 1. Владивосток: Дальнаука, 2004. С. 284–293.
34. Крейда Н.А. Почвы хвойно-широколиственных и широколиственных лесов Приморского края // Учен. зап.Дальневост. ун-та. 1970. Т. 21, ч. 2. 229 с.
35. Иванов Г.И. Почвообразование на юге Дальнего Востока. М.: Наука, 1976. 200 с.
36. Хавкина Н.В. Состав гумуса бурых лесных почв прибрежной полосы восточных склонов Сихотэ-Алиня // Почвенно-лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток, 1977. С. 27–32.

References

1. Dobrovolsky, G.V., Nikitin, E.D. Soil Functions in Biosphere and Ecosystems (Ecological Significance of Soils). Nauka: Moscow, Russia, 1990, 261 p. (In Russian)
2. Sokolov, I.A. Theoretical Problems of Genetic Soil Science. Humanitarian technologies Publishing house: Novosibirsk, Russia, 2004, 288 p. (In Russian)
3. Dokuchaev, V.V. Russian Chernozem. Writings. Vol. III. Publishing house of the USSR Academy of Sciences, Moscow, Russia, 1949. 378–404 (In Russian)
4. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. On Classification of Burozems in Coastal and Insular Zone of Primorye. *Soils of the Russian Far East: Genesis, Geography, Cartography, Fertility, Rational Use and Ecological Status*. Proceedings of the IV All-Russian scientific conference, Vladivostok, Russia, 2014, 29–33 (In Russian)
5. Pshenichnikov, B., Pshenichnikova, N., Pshenichnikova, A. Classification of Maritime Burozems of the Southern Far East of Russia. *Soils Embrace Life and Universe*, Proceedings of the 20th WCSS, Jeju, Korea, 2014, 68 p.
6. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. Morphological Diversity and Classification of Maritime Burozems in the Southern Far East of Russia. In *Soils and Noosphere*, FEFU: Vladivostok, Russia, 2019, 57–67. (In Russian)
7. Golodnaya, O.M. Soil Cover Composition in Nature Reserves of Primorsky Krai. *Biodiversity and Environment of Protected Areas*. 2019, 5, 104–123. (In Russian)
8. Zharikova, E.A. Soils of the Southern Part of the Far Eastern Marine Biosphere Reserve. In *Soils and Noosphere*, FEFU: Vladivostok, Russia, 2019, 68–82. (In Russian)
9. Shishov, L.L., Tonkonogov, V.D., Lebedeva, I.I., Gerasimova, M.I. Classification and Diagnostics of Soil of Russia. Oykumena: Smolensk, Russia, 2004. 342 p. (In Russian)
10. Field Guide for Soils of Russia. Pochvennyy in-t im. V. V. Dokuchaeva: Moscow, Russia, 2008. 182 p. (In Russian)
11. Gerasimova, M.I. Russian Soil Classification System: toward the Next Version. *Eurasian Soil Science*. 2019, 1, 25–33. (In Russian)
12. Ganzei, K.S. Polystructurality and polygenetics of island geosystems. *Pacific Geography*. 2020, 1, 21–29. (In Russian)
13. Zonn, S.V., Sapozhnikov, A.P. Specificity of Allitic Weathering and Soil Formation on the Islands of Southern Primorye. *Eurasian Soil Science*, 1998, 11, 1318–1326. (In Russian)

14. Pshenichnikov, B.F. Specificity of Insular Burozem Formation in Monsoon Climate of the Southern Far East in the Insular Zone of Primorye. *Plants in Monsoon Climate*. Proceedings of the 3rd International conference, BSI FEB of RAS, Vladivostok, Russia, 2003, 124–129. (In Russian)
15. Yurchenko, S.G. Chemical Composition of Precipitation of Peter the Great Gulf North-Western Coast (Southern Primorye). *Water: Chemistry and Ecology*, 2019, 3–6 (119), 143–147. (In Russian)
16. Yurchenko, S.G. Influence of Continental and Marine Sources on Chemical Composition of Atmospheric Precipitation in the Amur Bay Coast. In *Regions of New Development: Natural Successions and Anthropogenic Transformation of Natural Complexes*. Khabarovsk, Russia, 2017, 282–284. (In Russian)
17. Kondratyev, I.I., Mukha, D.E., Boldeskul, A.G., Yurchenko, S.G., Lutsenko, T.N. Chemical Composition of Precipitation and Snow Cover in the Primorsky Krai. *Russian Meteorology and Hydrology*, 2017, vol. 42, 1, 64–70. (In Russian)
18. Kachur, A.N. Some Features of Chemical Composition of Atmospheric Precipitation in Connection with Technogenesis. In *Geochemistry of the Hypergenesis Zone and Technical Human Activity*. Far Eastern Research Center of the USSR Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1976, 28–47 (In Russian).
19. Kostenkov, N.M., Klyshevskaya, S.V. Influence of Impulverization Processes on Salt Content in Soils of Coastal Landscapes. *The Bulletin of KrasGAU*, 2014, 10, 74–84. (In Russian)
20. 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, 2, 146–154.
21. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. The Impact of Vegetation on Humus Formation and Morphology of Brown Forest Soils in Coastal Areas of the Southeastern Primorye. *Eurasian Soil Science*. 2015, vol. 48, 4, 337–346.
22. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F., Latysheva, L.A. Anthropogenic Dynamics of the Morphological Structure and the Forest Growth Properties of Burozems in Russky Island. *The Bulletin of KrasGAU*, 2010, 4, 24–28. (In Russian)
23. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. Formation and Evolution of Burozems in Bolshoi Pelis Island. *VI Far Eastern Conference of Nature Conservation Problems*, Materials of the conference, IWEP FEB RAS, Khabarovsk, Russia, 2004, 83–88. (In Russian)
24. Pshenichnikov, B.F., Shein, E.V., Milanovsky, E.Yu., Pshenichnikova, N.F. Specificity of Burozem Formation and Evolution in the Maritime Zone of the Southern Far East. *Soil Cover Evolution: History of Ideas and Methods, Holocene Evolution, Expectations*, Proceedings of the V national conference, Moscow, Russia, 2009, 209–211. (In Russian)
25. Dobrovolsky, G.V., Urusevskaya, I.S. Soil Geography. “Kolos S” Press: Moscow, Russia, 2004. 460 p. (In Russian)
26. Arinushkina, E.V. Guide to Chemical Analysis of Soils. MSU Publishing house: Moscow, Russia, 1970. 487 p. (In Russian)
27. Agrochemical Methods of Soil Research. Nauka: Moscow, Russia, 1975. 656 p. (In Russian)
28. Vorobyova, L.A. Chemical Analysis of Soils. MSU Publishing house: Moscow, Russia, 1998. 272 p. (In Russian)
29. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. Soils of the Islands and Coast. In *Far Eastern Marine Biosphere Reserve. Research*. Vol.1. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2004, 251–283 (In Russian)
30. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. Specificity of Burozem Formation on Peter the Great Gulf Islands (Southern Far East). *Vestnik of FEB RAS*. 2013, 5, 87–96. (In Russian)
31. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. Burozems of Rimsky–Korsakov Archipelago. *Biodiversity and Environment of Protected Areas*. 2014, 2, 123–143. (In Russian)
32. Pshenichnikov, B.F., Pshenichnikova, N.F. Geochemical Effect of the Pacific Ocean on Soils of the Southern Far East. In *Soil Science: History, Sociology, Methodology*. Nauka: Moscow, Russia, 2005, 291–296. (In Russian)
33. Elpatyevsky, P.V. Features of Soil Cover on Furugelm Island. In *Far Eastern Marine Biosphere Reserve. Research*. Vol.1. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2004, 284–293 (In Russian)
34. Kreyda, N.A. Soils of Coniferous-Broadleaved and Broadleaved Forests of Primorsky Krai. In *Proceedings of the Far Eastern University*, 1970, vol. 27, 2, 229 p. (In Russian)
35. Ivanov, G.I. Soil Formation in the Southern Far East. Nauka: Moscow, Russia. 1976, 200 p. (In Russian)
36. Khavkina, N.V. Humus Composition of Brown Forest Soils at the Coastline of Eastern Sikhote-Alin. In *Soil and Forestry Research in the Far East*, DVNC AN SSSR: Vladivostok, Russia, 1977, 27–32. (In Russian)