

3. Dhar, M. K., Mishra, S., Bhat, A., Chib, S., & Kaul, S. (2020). Plant carotenoid cleavage oxygenases: structure-function relationships and role in development and metabolism. *Briefings in Functional Genomics*, 19 (1), 1–9. <https://doi.org/10.1093/bfpg/elz037>.
4. Mibe, E. K., Ambuko, J., Giovannoni, J. J., et al. (2016). Carotenoid profiling of the leaves of selected African eggplant accessions subjected to drought stress. *Food Science & Nutrition*, 5 (1), 113–122. <https://doi.org/10.1002/fsn3.370>.
5. Upadhyaya, H., Panda, S. (2004). Responses of *Camellia sinensis* to Drought and Rehydration. *Biologia Plantarum*. 48. 597-600. DOI: 10.1023/B:BIOP.0000047158.53482.37.
6. Raza, M., Haider, I., Saleem, M., et al. (2020). Integrating Biochar, Rhizobacteria and Silicon for Strenuous Productivity of Drought Stressed Wheat. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 52. 1-16. DOI: 10.1080/00103624.2020.1853149.
7. Titova M.S., Rozlomii N.G. Dinamika fotosinteziruiushchei aktivnosti khvoi Picea ajanensis i Picea Smithiana v usloviakh zelenoi zony g. Ussuriiska // Zhivye i biokosnye sistemy. 2015. No. 12. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-12/article-4>.
8. Duarte, B., Matos, A.R., Caçador, I. (2020). Photobiological and lipidic responses reveal the drought tolerance of *Aster tripolium* cultivated under severe and moderate drought: Perspectives for arid agriculture in the mediterranean. *Plant Physiology and Biochemistry*, 154, 304-315. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.06.019>.
9. Niroula, A., Khatri, S., Timilsina, R., et al. (2019). Profile of chlorophylls and carotenoids of wheat (*Triticum aestivum* L.) and barley (*Hordeum vulgare* L.) microgreens. *Journal of Food Science and Technology*, 56 (5), 2758–2763. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03768-9>.
10. Gavrilenko V.F., Zhigalova T.V. Bolshoi praktikum po fotosintezu / pod red. Ermakova I.P. – Moskva: Akademiia, 2003. – 256 s.
11. Photosynthetic activity of barley plants under zinc deficient and excess stress conditions / Kaznina N.M., Batova Yu.V., Titov A.F. 10th International Conference “Photosynthesis and Hydrogen Energy Research for Sustainability-2019”. Eds. Suleyman Allakhverdiev, Ilya Naydov. 2019. P. 160.
12. Qiu, ZB., Guo, JL., Zhang, MM. et al. (2013). Nitric oxide acts as a signal molecule in microwave pretreatment induced cadmium tolerance in wheat seedlings. *Acta Physiol Plant* 35, 65–73. <https://doi.org/10.1007/s11738-012-1048-1>.



УДК 51:556.164:631.44(571.150)
DOI: 10.53083/1996-4277-2025-244-2-22-28

Е.Г. Пивоварова, С.В. Макарычев, И.В. Гефке
E.G. Pivovarova, S.V. Makarychev, I.V. Gefke

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЭТАЛОНОВ ПОЧВ БОРОВЫХ ЛОЖБИН ДРЕВНЕГО СТОКА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

MATHEMATICAL MODELS OF SOIL REFERENCE STANDARDS OF PINE-FOREST HOLLOWES OF ANCIENT STREAMFLOWS IN THE ALTAI REGION

Ключевые слова: информационно-логический анализ, дерново-подзолистые почвы, физико-химические свойства, региональные эталоны, классификация почв.

Разработка региональных эталонов почв проводилась в соответствии с природным геоморфологическим районированием почв Алтайского края. На территории Алтайского края выделяется 44 почвенных района. Интразональный почвенный район боровых ложбин древнего стока (17 ПР) имеет островной характер и состоит из 4 участков – Барнаульской, Касмолинской, Кулундинской и Бурлинской ложбин древнего стока. Количественные модели региональных эталонов почв

17-го почвенного района показали, что их приуроченность к определенной ложбине древнего стока в меньшей степени влияет на дифференциацию свойств почв, чем генетический горизонт и принадлежность к таксономической группе. Различия физико-химических свойств почв обусловлены различиями гранулометрического состава. Супесчаные и легкосуглинистые разновидности дерново-подзолистых почв Касмолинской и Кулундинской ложбин древнего стока характеризуются более высокими значениями содержания гумуса, мощности гумусово-элювиального горизонта, суммы поглощенных оснований и содержанием подвижного фосфора. Определены количественные характеристики свойств для дерново-подзолистых почв 3 родов –

обычные, слабодифференцированные и псевдофибровые. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России исследуемые почвы по количественным параметрам в большей степени соответствуют стволу слаборазвитых почв 2 типов – псаммоземам и псаммоземам гумусовым. Дерново-подзолистые слаборазвитые почвы соответствуют типу псаммоземов типичных, дерново-подзолистые обычные – типу псаммоземов гумусовых типичных, а дерново-подзолистые псевдофибровые – псаммоземам гумусовым псевдофибровым. Таким образом, в соответствии с субстантивной классификацией исследуемые почвы относятся к более высокому уровню таксономической системы, чем по профилльно-генетической классификации.

Keywords: *information-logical analysis, sod-podzolic soils, physico-chemical properties, regional reference standards, soil classification.*

The regional soil reference standards were developed in accordance with the natural geomorphological soil zoning of the Altai Region. There are 44 soil districts in the territory of the Altai Region. The intrazonal soil district of the pine-forest hollows of ancient streamflows (17th soil district) has an outlier pattern and consists of 4 sections - Barnaulskaya, Kasmolinskaya, Kulundinskaya and Burlin-

skaya hollows of ancient streamflows. The quantitative models of regional soil reference standards of the 17th soil district have shown that their association with a certain ancient streamflow hollow has a lesser effect on soil property differentiation than the genetic horizon and belonging to a taxonomic group. The differences in soil physico-chemical properties are due to the differences in the particle-size composition. Sandy loam and light-loamy types of sod-podzolic soils of the Kasmolinskaya and Kulundinskaya hollows of ancient streamflows are characterized by higher values of humus content, humus-eluvial horizon thickness, total absorbed bases and mobile phosphorus content. The quantitative characteristics of properties for sod-podzolic soils of 3 genera were determined: ordinary, poorly differentiated and pseudofiber ones. In accordance with the substantial genetic classification of soils in Russia, the studied soils correspond to the trunk of underdeveloped soils of two types - psammozems and humus psammozems. Sod-podzolic underdeveloped soils correspond to typical psammozems. Sod-podzolic ordinary soils correspond to the type of humus typical psammozems, and sod-podzolic pseudofiber soils - to humus pseudofiber psammozems. Thus, in accordance with the substantive-genetic classification, the studied soils belong to a higher level of the taxonomic system than that according to the profile-genetic classification.

Пивоварова Елена Григорьевна, д.с.-х.н., доцент, профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: pilegri@mail.ru.

Макарычев Сергей Владимирович, д.б.н., профессор, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

Гефке Ирина Валентиновна, к.с.-х.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: ivgefke@mail.ru.

Pivovarova Elena Grigorevna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: pilegri@mail.ru.

Makarychev Sergey Vladimirovich, Dr. Bio. Sci., Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: Makarychev1949@mail.ru.

Gefke Irina Valentinovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: ivgefke@mail.ru.

Введение

Данная работа является продолжением проекта по разработке математических моделей региональных эталонов почв Алтайского края [1, 2]. Территория Алтайского края характеризуется значительным почвенным разнообразием. В соответствии с почвенно-географическим районированием на ней выделяют 44 почвенных района (рис.). Дерново-подзолистые почвы борových ложбин древнего стока (ЛДС) относятся к 17-му почвенному району [3]. В структуре почвенного покрова получили распространение генетически сопряженные виды средне- и глубокодерновых почв. По степени оподзоленности они преимущественно глубокоподзолистые и отличаются незначительно. Несмотря на то, что в пределах этого почвенного района встречаются почвы засоленного ряда, они не являются

генетически связанными с региональными почвами, скорее, они реликтовые, или погребенные под мощными четвертичными песчаными, хрящеватыми аллювиальными отложениями.

Район дерново-подзолистых почв борových ложбин древнего стока не представляет единого целого и прослеживается системой отдельных массивов, вытянутых с северо-востока к юго-западу в виде узких параллельных лент – ложбин древнего стока (борových ложбин) – и веерообразно разветвляющихся на юго-западе (Бурлинская, Нижне- и Верхне-Кулундинская, Касмолинская и Барнаульская ложбины). Следует отметить, что 17-й почвенный район является лесным, а не земледельческим (земледелие носит очаговый, островной характер).

По поводу их генезиса существует несколько гипотез, и, соответственно, классификационная

принадлежность этих почв по субстантивной классификации точно не определена. В подтверждение гипотезы о подзолистом происхождении этих почв могут служить минералогический анализ и профильное распределение минералов илистой фракции [4]. Наиболее сильно глинистые минералы преобразуются в горизонте A_2 , что подтверждается относительным накоплением высокодисперсного кварца, полевых шпатов и амфиболов. Цель работы – цифровая идентификация почв боровых ложбин древнего стока (ЛДС). Для осуществления поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1) разработать математические модели физико-химических свойств дерново-подзолистых почв Барнаульской, Касмолинской, Кулундинской и Бурлинской ЛДС;

2) выявить количественные различия физико-химических свойств по генетическим горизонтам и родам изучаемых почв;

3) провести идентификацию исследуемых почв по количественным параметрам региональных эталонов почв в соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв.

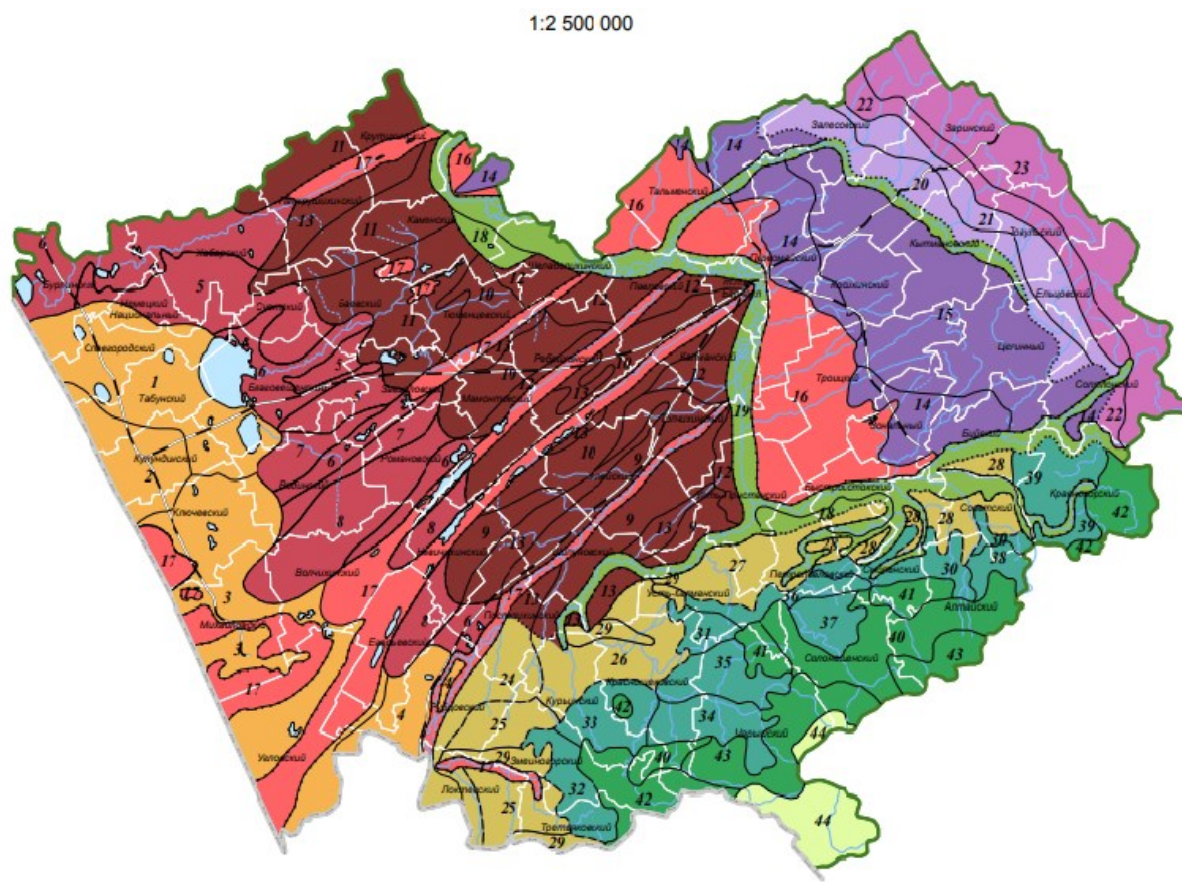


Рис. Карта почвенно-географических районов

Объекты и методы исследований

Боровые ложбины сложены четвертичными песчаными, хрящеватыми аллювиальными отложениями, значительно преобразованными золовыми процессами. Под сосновыми насаждениями развиваются дерново-слабоподзолистые песчаные, реже супесчаные (гряды и бугры), и дерново-слабоподзолистые оглеенные почвы (по понижениям). По старым вырубкам, особенно широко распространенным в дельтовой юго-западной части боровых ложбин, формируются каштановые супеси, развившиеся

здесь вследствие остепнения этих участков. В черноземной зоне по вырубкам образуются вторично остепненные черноземные супеси.

Следует указать, что доминирующим ландшафтом боровых ложбин древнего стока являются ландшафты сосновых боров с дерново-подзолистыми почвами (ПД). Луговые и болотные солончаково-солонцеватые образования играют подчиненную роль. Почвы понижений обычно отличаются несколько более тяжелым механическим составом (супесчаным, легкосуглинистым, реже суглинистым) сравнительно с

дерново-подзолистыми почвами гряд и бугров под сосновыми насаждениями.

Для разработки математических моделей региональных эталонов почв 17-го ПР дерново-подзолистые почвы были объединены по их приуроченности к ЛДС. Аналитический материал результатов почвенных исследований представлен АлтайНИИГипрозем за 1990-2000 гг. Общая выборка по различным свойствам составила 64-18.

С помощью информационно-логического анализа [5] получены специфичные (наиболее вероятные) состояния свойств дерново-подзолистых почв Барнаульской, Касмалинской, Кулундинской и Бурлинской ЛДС, а также специфичные состояния свойств почв по генетическим горизонтам и родам ПД.

Поскольку структура почвенного покрова 17-го ПР представлена одним типом почв, а именно дерново-подзолистым ПД, мы провели детализацию свойств почв по родам. Всего в пределах исследуемой территории удалось определить 3 рода – ПД обычные, ПД слабо-дифференцированные и ПД псевдофибровые.

Экспериментальная часть

С помощью информационно-логического анализа разработаны количественные математические модели свойств почв для 4 объектов исследования – ложбин древнего стока (ЛДС). Специфичные состояния морфологических и физико-химических свойств (табл. 1) отражают их наиболее вероятные состояния в различных

ЛДС, а также в различных генетических горизонтах (A₁ и A₁A₂) 3 родов почв.

Одним из параметров информационно-логического анализа является коэффициент эффективности передачи информации (Кэф). Он показывает тесноту связи (зависимости) между свойствами почв группировкой по ЛДС, с одной стороны, и по родам и горизонтам, – с другой.

Несмотря на то, что состав структуры почвенного покрова 17-го ПР не отличается значительным разнообразием, оценка проводилась по трем родам дерново-подзолистых почв: обычные, слабообразованные и псевдофибровые.

Результаты и их обсуждение

Почвы ЛДС характеризуются легким гранулометрическим составом (табл. 1). Причем, наиболее легкие (песок рыхлый) дерново-подзолистые почвы с низким содержанием илистой фракции (4,0-6,0%) характерны для Барнаульской и Бурлинской ЛДС. По-видимому, именно это является причиной того, что в этих почвах мощность гумусово-элювиального горизонта (A₁A₂) незначительная – менее 10,0-15,0 см. Кроме этого в почвах Барнаульской ЛДС самое низкое содержание таких физико-химических свойств, как сумма поглощенных оснований, содержание валового азота, а в Бурлинской ЛДС самое низкое содержание гумуса, подвижного фосфора. В то же время слабокислая реакция рН солевой вытяжки (6,0-6,5) характерна для обоих ЛДС.

Таблица 1

Специфичные (наиболее вероятные) состояния морфологических и физико-химических свойств дерново-подзолистых почв различных ЛДС

Свойства	Ложбины древнего стока ЛДС			
	Барнаульская	Касмалинская	Кулундинская	Бурлинская
Мощность гумусово-элювиального горизонта, см	<10,0(1)	15,0-20,0(3)	15,0-25,0(3-4)	10,0-15,0(2)
Содержание гумуса, %	1,0-2,0(3-4)	1,0-1,5(3)	>2,0 (5)	<0,5(1)
рНс	6,0-6,5>(4-5)	<5,0(1)	5,0-5,5(2)	6,0-6,5 (4)
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г	4,0-8,0(2-3)	8,0-10,0(4)	>10,0(5)	8,0-10,0(4)
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы	5,0-10,0(2)	10,0-15,0(3)	>15,0(4)	<5,0(1)
Содержание обменного калия, мг/100 г почвы	5,0-15,0(2-3)	10,0-15,0(3)	5,0-15,0(2-3)	5,0-15,0(2-3)
Содержание валового азота, %	0,05-0,10(2)	0,10-0,15(3)	0,10-0,15(3)	<0,05-0,10(2-3)
Содержание илистой фракции, %	2,0-6,0(2-3)	>8,0(5)	6,0-8,0>(4-5)	<2,0(1)
Содержание фракции физической глины, %	<5,0(1)	10,0-15,0(3)	>20,0(4)	5,0-10,0(2)

Остальные ЛДС по гранулометрическому составу очень близки и представляют собой супеси, содержание илистой фракции в верхнем го-

ризонте варьирует в пределах 6,0-8,0% и более. Тем не менее в дерново-подзолистых почвах Касмалинской ЛДС отмечается самое низкое

значение рНс – почвы относятся к группе кислых. Это не способствует накоплению гумуса (1,5-2,0%) в А₁-горизонте и увеличению мощности гумусово-элювиального горизонта (15,0-20, см). Тем не менее содержание валового азота, поглощенных оснований и подвижного фосфора в этих почвах довольно высокое. Возможно, это связано с различиями минералогического состава ЛДС.

В Кулундинской ЛДС содержание гумуса возрастает до 2,0% и выше, а мощность гумусово-элювиального горизонта – до 25,0 см и более. Остальные свойства также имеют относительно высокие значения.

Несмотря на отмеченные различия свойств различных ЛДС, различия, вызванные генезисом почв и дифференциацией профиля под действием подзолистого процесса, гораздо значительнее (табл. 2). На это указывают значения коэффициентов эффективности передачи информации Кэф. при оценке связи между свойствами и принадлежностью к ЛДС и между свойствами и принадлежности почв к определенному роду соответственно. Почти по всем свойствам Кэф. выше при оценке связи с генетическими горизонтами и родом дерново-подзолистой почвы. По смыслу эти коэффициенты близки к понятию «вес диагностического признака» по И.А. Соколову [6].

В структуре почвенного покрова преобладают дерново-подзолистые почвы 3 родов: дерново-подзолистые обычные (ПД), дерново-подзолистые слаборазвитые (ПДСд) и дерново-подзолистые псевдофибровые (ПДФ). Род обычный ДП почвы формируется в основном на супесчаных и

легкосуглинистых породах, содержание физической глины 15,0-20,0% и более, содержанием илистой фракции 8,0-10,0% (табл. 3). Именно благодаря более тяжелому гранулометрическому составу (по сравнению с другими родами) у этих почв формируются мощность гумусово-элювиального горизонта более 25,0 см, содержание гумуса более 2,0%, высокое содержание поглощенных оснований, валового азота и подвижного фосфора. По содержанию обменного калия роды почв отличаются незначительно, что косвенно свидетельствует о близости минералогического состава илистой фракции, а именно калийсодержащих минералов.

Слабодифференцированные и псевдофибровые роды дерново-подзолистых почв имеют более легкий грансостав (5,0-10,0% физической глины), песок рыхлый, и более кислую реакцию среды (рНс=5,0-5,5). Дифференциация свойств слабодифференцированных ДП по горизонтам отражает подзолистый процесс не по всем свойствам: содержание подвижных форм фосфора и калия в горизонте А₁А₂ больше, чем горизонте А₁. Возможно, это связано со слоистостью и неоднородностью ледниковых отложений, а также с развитием современных процессов почвообразования.

Идентификация этих почв по современной субстантивно-генетической классификации [7] сопряжена с несоответствием определения дерново-подзолистой почвы (отдела текстурно-дифференцированных почв) с отсутствием у них кислой реакции среды и текстурных особенностей элювиального ЕL и текстурного ВТ горизонтов. Эти горизонты выражены очень слабо.

Таблица 2

Сравнительная оценка коэффициентов эффективности передачи информации Кэф. между различными ЛДС и родами дерново-подзолистых почв

Свойства	Коэффициент эффективности передачи информации, Кэф.	
	связь с ЛДС	связь с таксономическим родом, генетическим горизонтом
Мощность гумусово-элювиального горизонта, см	0,14	0,34
Содержание гумуса, %	0,15	0,36
рНс	0,20	0,24
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г	0,19	0,38
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г	0,34	0,34
Содержание обменного калия, мг/100 г	0,15	0,18
Содержание валового азота, %	0,11	0,28
Содержание илистой фракции, %	0,18	0,27
Содержание фракции физической глины, %	0,19	0,33

Специфические состояния эталонов почв ложбин древнего стока (17-й почвенный район)

Свойства	Размерность специфических состояний, метрическое значение (ранг)					
	ПД		ПД ^{сд}		ПДф	
	A ₁	A ₁ A ₂	A	A ₁ A ₂	A ₁	A ₁ A ₂
M _(A₁+A₁A₂) , см	>25,0 (5)		15,0-25,0 (2-3)		20-25 (4)	
Г, %	>2,0 (5)	<0,5 (1)	1,0-1,5 (3)	0,5-1,0 (2)	1,5-2,0 (4)	<0,5 (1)
pH _c	5,5-6,0 (3)	5,0-5,5 (2)	5,0-5,5 (2)	6,0-6,5 (4)	5,0-5,5 (2)	5,0-5,5 (2)
S, мг-экв/100 г	>10,0 (5)	>10,0 (5)	8,0-10,0 (4)	4,0-6,0 (2)	6,0-8,0 (3)	<4,0 (1)
P ₂ O ₅ , мг/100 г	>15,0 (4)	>15,0 (4)	<5,0 (1)	5,0-10,0 (2)	10,0-15,0(3)	>15,0 (4)
K ₂ O, мг/100 г	5,0-10,0(2)	5,0-10,0(2)	<5,0 (1)	5,0-10,0 (2)	5,0-10,0(2)	<5,0 (1)
N _в , %	>0,15 (4)	<10,0 (1-2)	0,05-0,10(2)	<0,05(1)	>0,15 (4)	<0,05(1)
Ил, %	8-10 (5)	>10,0 (6)	2,0-6,0 (2-3)	<2,0 (1)	8-10 (5)	<2,0 (1)
ФГ, %	>20,0 (5)	15,0-20,0(4)	5,0-10,0 (2)	<5,0 (1)	5,0-10,0 (2)	5,0-10,0(2)

Примечание. ПД – дерново-подзолистые почвы, род обычные; ПД^{сд} – дерново-подзолистые, род слабодифференцированные, ПДф – дерново-подзолистые, род псевдофибровые. A₁ – гумусово-элювиальный горизонт, A₁A₂ – переходный гумусово-элювиальный горизонт; В – иллювиальный горизонт. M_(A₁+A₁A₂) – мощность горизонтов A₁+A₁A₂; pH_c – реакция среды в солевой вытяжке; S – сумма поглощенных оснований; P₂O₅, K₂O – содержание подвижного фосфора и обменного калия по Чирикову соответственно; N_в – содержание валового азота; Ил, ФГ – содержание илистой (менее 0,001 мм) и фракции физической глины (менее 0,01 мм) соответственно.

Альфегумусовые дерново-подзолы имеют подзолистый E горизонт, который контрастно выделяется в профиле по цвету, имеет дифференциацию в профиле по илу, кислую и сильно кислую реакцию среды. В исследуемых почвах подзолистый горизонт выражен очень слабо и отсутствует явно выраженный альфегумусовый горизонт ВНФ, который должен содержать иллювирированный гумус и ил. Набор подтипов [3] не позволяет генетически сопряженный ряд исследуемых почв уложить в пределах предложенных таксономических единиц.

Таким образом, наиболее подходят по описанию морфологических и физико-химических свойств почв таксономические группы отдела слаборазвитых почв. Причем, псаммоземы типичные в большей степени соответствуют роду дерново-подзолистых слаборазвитых ПД^{сд}, а тип псаммоземы гумусовые типичные – дерново-подзолистым обычным ДП, псаммоземы гумусовые псевдофибровые – дерново-подзолистым псевдофибровым ПДф. Таким образом, в соответствии с субстантивной классификацией исследуемые почвы относятся к более высокому уровню таксономической системы, нежели по классификации профилно-генетической.

Заключение

С помощью математических моделей региональных эталонов почв удалось интегрировать закономерности изменения свойств дерново-подзолистых почв по горизонтам и по приуроченности их к определенной ЛДС. Количественные модели региональных эталонов почв 17-го почвенного района показали, что их приуроченность к определенной ложбине древнего стока в меньшей степени влияет на дифференциацию свойств почв, чем генетический горизонт и принадлежность к таксономической группе (на уровне рода). Определены количественные характеристики свойств по горизонтам A₁ и A₁A₂ для дерново-подзолистых почв 3 родов – обычные, слабодифференцированные и псевдофибровые. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России исследуемые почвы по количественным параметрам в большей степени соответствуют стволу слаборазвитых почв двух типов – псаммоземам и псаммоземам гумусовым.

Библиографический список

1. Пивоварова, Е. Г. Региональные эталоны почв как индикаторы агрогенной трансформации их агрохимических свойств / Е. Г. Пивоварова, Л. А. Федченко. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 книгах / XV Международная научно-практическая конференция (12-13 марта 2020 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. – Кн. 1. – С. 282-284.

2. Пивоварова, Е. Г. Численные методы в разработке центральных образов региональных почв Алтайского края / Е. Г. Пивоварова, К. С. Вепрынцева. – Текст: непосредственный // Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 50-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН. – 2018. – С. 78-82.

3. Природное районирование Алтайского края. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – 190 с. – Текст: непосредственный.

4. Трофимов, И. Т. Химико-минералогический состав почв ленточных боров долин древнего стока и их террасированных склонов Предальтайской провинции / И. Т. Трофимов, И. Ю. Бакhareва, Н. П. Чижикова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – № 2 (40). – С. 9-14.

5. Пузаченко Ю.Г., Карпачевский Л.О. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере её влажности / Ю. Г. Пузаченко, Л. О. Карпачевский. – Текст: непосредственный // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения: сборник статей. – Москва: Наука, 1970. – С. 103-121.

6. Соколов, И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения / И. А. Соколов. – Новосибирск, 2004. – 296 с. – Текст: непосредственный.

7. Шишов, Л. Л. Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. Н. Лебедева. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Pivovarova E.G. Regionalnye etalony pochv kak indikatory agrogennoi transformatsii ikh agrokhimicheskikh svoistv / E.G. Pivovarova, L.A. Fedchenko // Agrarnaia nauka – selskomu khoziaistvu: sbornik materialov: v 2 kn. / XV Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaia konferentsiia (12-13 marta 2020 g.). – Barnaul: RIO Altaiskogo GAU, 2020. – Kn. 1. – S. 282-284.

2. Pivovarova E.G., Vepryntseva K.S. Chislennye metody v razrabotke tsentralnykh obrazov regionalnykh pochv Altaiskogo kraia / E.G. Pivovarova, K.S. Vepryntseva // Sbornik materialov Vserossiiskoi nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, posviashchennoi 50-letiiu Instituta pochvovedeniia i agrokhimii SO RAN. – 2018. – S. 78-82.

3. Prirodnoe raionirovanie Altaiskogo kraia. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 190 s.

4. Trofimov I.T. Khimiko-mineralogicheskii sostav pochv lentochnykh borov dolin drevnego stoka i ikh terrasirovannykh sklonov Predaltaiskoi provintsii / I.T. Trofimov, I.Iu. Bakhareva, N.P. Chizhikova // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2008. – No. 2 (40). – S. 9-14.

5. Puzachenko Iu.G., Karpachevskii L.O. Vozmozhnosti primeniia informatsionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy na primere ee vlazhnosti // Zakonomernosti prostanstvennogo varirovaniia svoistv pochv i informatsionno-statisticheskie metody ikh izucheniia. – Moskva, Nauka, 1970. – S. 103-121.

6. Sokolov I.A. Teoreticheskie problemy geneticheskogo pochvovedeniia. – Novosibirsk, 2004. – 296 s.

7. Klassifikatsiia i diagnostika pochv Rossii / L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.N. Lebedeva. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.

