

АГРОНОМИЯ

УДК 51:556.164:631.44(571.150)
DOI: 10.53083/1996-4277-2025-247-5-5-10

Е.Г. Пивоварова
E.G. Pivovarova

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭТАЛОННОВ ИНТРАЗОНАЛЬНЫХ И АЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

MATHEMATICAL MODELS OF REGIONAL REFERENCE STANDARDS OF INTRAZONAL AND AZONAL SOILS IN THE ALTAI REGION

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

Разработка региональных эталонов почв проводилась в соответствии с природным геоморфологическим районированием почв Алтайского края. Азональный почвенный район луговых и аллювиальных почв пойм и боровых террас р. Оби и крупных рек (19ПР) протянулся через несколько степных и лесостепных зон и подзон. Наиболее распространенными (региональными) почвами являются луговые, черноземно-луговые, лугово-черноземные, аллювиальные и аллювиально-луговые, аллювиально-болотные почвы. Все почвы испытывают в разной степени влияние условий гидроморфизма, что отражается на их свойствах. Полученные количественные модели региональных эталонов почв исследуемого района показали, что наиболее значительные различия между ними обусловлены процессами биогенной аккумуляции (накопление биогенных элементов, фосфора, калия, поглощенных оснований). В отличие от зональных почв они характеризуются значительными запасами гумуса и органического вещества от 6,0 до 10,0%, слабокислой или близкой к нейтральной среде в верхнем гумусовом горизонте, которая сменяется щелочной реакцией на глубине. Гранулометрический состав региональных эталонов почв 19-го почвенного района характеризуется значительным варьированием как внутри отдельного таксона, так и между собой, что связано со спецификой их генезиса, а именно синлитогенным накоплением почвенного материала на уже сформировавшихся почвах. В соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России аллювиально-луговые и аллювиально-болотные почвы относятся к стволу синлитогенных почв, луговые почвы – к

постлитогенному стволу – отделу гидрометаморфических почв, а лугово-черноземные почвы – к постлитогенному стволу – отделу аккумулятивно-гумусовых почв (черноземам гидрометаморфизованным). Получена качественно-количественная модель для диагностики почв 19-го почвенного района. Ее прогнозирующая способность составляет в 60% безошибочный прогноз, а с ошибкой в 1 ранг точность возрастает до 100%.

Keywords: *information-logical analysis, alluvial soils, meadow 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. The azonal soil region (19th Soil District) of meadow and alluvial soils of the floodplains and the pine-forest terraces of the Ob River and large rivers stretches through several steppe and forest-steppe zones and subzones. The most common (regional) soils are meadow, chernozem-meadow, meadow- chernozem, alluvial and alluvial-meadow, and alluvial-marsh soils. All soils are influenced by various extents of hydromorphic conditions which affect their properties. The obtained quantitative models of regional soil reference standards in the studied area showed that the most significant differences between them were due to the processes of biogenic accumulation (accumulation of biogenic elements, phosphorus, potassium, and absorbed bases). Unlike zonal soils, they are characterized by significant reserves of humus and organic matter from 6.0 to 10.0%, slightly acidic or close to neutral pH in the upper humus horizon which is replaced by alkaline reaction at depth. The particle-size composition of the regional soil reference standards of the 19th Soil District is characterized by significant variation, both within a separate taxon and among them-

selves, which is associated with the specifics of their genesis, namely, the synlithogenic accumulation of soil material on already formed soils. In accordance with the substantial genetic classification soils of Russia, alluvial meadow and alluvial marsh soils belong to the trunk of synlithogenic soils; meadow soils belong to the postlithogenic trunk - the taxonomic group of hydrometamorphic

soils, and meadow-chernozem soils belong to the postlithogenic trunk - the taxonomic group of accumulative humus soils (hydro-metamorphosed chernozems). The qualitative and quantitative model for the diagnosis of soils in the 19th Soil District was obtained. Its forecasting ability makes 60% error-free prediction, and with error of 1 rank, the accuracy increases to 100%.

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

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

Введение

В своей работе «Учение о зонах природы и классификации почв» В.В. Докучаев так сформулировал парадигму зональности почв «...раз все важнейшие почвообразователи располагаются на земной поверхности в виде поясов или зон, вытянутых более или менее параллельно широтам, то неизбежно, что и почвы должны располагаться по земной поверхности зонально...» [1, с. 376]. Однако это правило не всегда реализуется в природной обстановке. В пределах определенных зон встречаются почвы, которые не образуют пространственной сплошности (почвы зоны комплексов), такие почвы он называл аномальными.

Позднее уже Н.М. Сибирцев выделяет несколько групп незональных почв. Это, во-первых, интразональные (класс В), куда относятся солонцовые, болотные и перегнойно-карбонатные почвы [2], во-вторых, почвы азональные (класс С), которые делятся на подклассы скелетных и грубых почв, и на аллювиальные (пойменные почвы).

С.С. Неустроев, дискутируя с Н.А. Димо, настаивал на том, что зональны даже те почвы, которые не образуют территориально непрерывные структуры (зоны, пояса): «...тиpичные почвы полупустыни считаются зональными столько же, сколько и стolбчатые солонцы...» [3 с. 112], а пестроту почвенного покрова считал зональной особенностью. Некоторые современные авторы подчеркивают, «...что зональные условия накладывают отпечаток на все почвы, в том числе на интразональные», но свои выводы они не подтвердили фактическим материалом [4, с. 128].

В ГОСТ 17.4.2.02-83 к внутризональным типам отнесены такие почвы, которые «формируются в условиях избыточного увлажнения или на особенных горных породах» [5, с. 4]. Таким образом, существует несколько терминов, обозначающих одни и те же почвы: 1) интразо-

нальные; 2) азональные; 3) незональные; 4) внутризональные.

Отсутствие единого мнения о группе почв, не относящихся к зональным, привело к тому, что в почвенном районировании Алтайского края солонцы входят в несколько почвенных районов (3ПР, 5ПР, 6ПР, 7ПР, 13ПР) в качестве зональных типов, а в качестве интразональных почв выступают дерново-подзолистые почвы ленточных боров и боровых террас, луговые солонцы низких террас Оби и аллювиальные почвы пойм [6]. В данной работе объектом исследования явился 19-й почвенный район (ПР) луговых аллювиальных и песчаных оподзоленных почв пойм и боровых террас р. Оби и крупных рек.

В целом доля пойменных почв в структуре почвенного покрова Алтайского края составляет 5-6%, еще 1,5% представляют луговые почвы различных родов. В Едином государственном реестре почвенных ресурсов РФ [7] они объединены в 3 группы: – пойменные слабокислые и нейтральные (Haplic Fluvisols), заболоченные (Histic Fluvisols) и луговые (Umbric Fluvisols) [8]. Эти почвы в меньшей степени изучены и освоены, поэтому их характеристика и оценка могут служить обоснованием для их использования в сельском хозяйстве. В связи с этим **целью** исследований явилась разработка математических моделей луговых аллювиальных почв поймы и низких боровых террас реки Оби и крупных рек. Для реализации поставленной цели необходимо осуществить решение следующих **задач**: 1) разработать количественные модели морфологических и физико-химических свойств исследуемых почв; 2) на основе полученных количественных характеристик идентифицировать почвы исследуемого района в соответствии с субстантивной классификацией почв России (2004); 3) разработать качественно-количественные модели для диагностики почв переходных типов.

Объекты и методы исследования

Пойма Оби имеет ширину до 10 км и более. Поймы правых и левых притоков (Чумыш, Чарыш, Ануй, Песчаная) также развиты хорошо. Пойма Алея в настоящее время обсыхает, очень редко заливается благодаря врезанию русла. Поймы Оби и ее притоков сильно расчленены протоками и старицами. Встречаются многочисленные озера. Рельеф поймы равнинный, грависто-лощинный.

В почвенном покрове наиболее распространены лугово-болотные, а также луговые незаселенные или слабосолонцеватые солончаковые суглинистые почвы. На повышенных участках (гравах, буграх, прирусловых валах) формируются черноземно-луговые или луговые (светлые), иногда слабо солончаковые супесчаные почвы, по понижениям вокруг озер и стариц – иловато-болотные и торфяно-болотные почвы [6]. На обсыхающих участках пойм отмечается некоторая засоленность почв.

Для математического моделирования использованы базы данных последнего тура крупномасштабного почвенного обследования, предоставленные АлтайНИИГипрозем. В выборку включены материалы обследования ОПХ «Овощевод», ОПХ им. В.В. Докучаева, «Госконоюшни» Барнаульского района, «Мир» Топчихинского района, товарищества «Повалихинское», ТОО «Акуловский», АО «Журавлихинское» и АО «Санниковское» Первомайского района. В почвенном покрове присутствуют луговые, черноземно-луговые, лугово-черноземные, аллювиально-луговые и аллювиально-болотные почвы.

Экспериментальная часть

Для объективной оценки свойств исследуемого почвенного района был использован метод математического моделирования, а именно информационно-логический анализ, с помощью которого разработаны модели двух типов – количественные и качественно-количественные. Основными параметрами являются коэффициент эффективности передачи информации $K_{\text{фф}}$, показывающий тесноту связи между фактором и явлением, и специфичные (наиболее вероятные) состояния изучаемого явления (свойства почв) в зависимости от состояния фактора (таксономической группы) [9]. В качестве факторов в модели регионального эталона почв выступали морфологические, физические

и физико-химические свойства: мощность гумусового слоя, содержание валового азота, гумуса, подвижного фосфора по Чирикову и обменного калия K_2O , сумма поглощенных оснований, содержание фракций ила и физической глины, pH .

Результаты и их обсуждение

Результаты моделирования показали (табл. 1), что наиболее существенно исследуемые почвы различаются по содержанию подвижного фосфора ($K_{\text{эфф}}=0,211$) и обменного калия ($K_{\text{эфф}}=0,158$), а также по сумме поглощенных оснований ($K_{\text{эфф}}=0,151$). Эти различия обусловлены геохимическими потоками, которые хорошо коррелируют с элементами пойменного ландшафта.

Подтверждением этому могут служить специфичные (наиболее вероятные) состояния свойств исследуемых почв (табл. 2). В соподчиненном транс-супераквальном ландшафте, в пределах которого в основном встречаются аллювиально-луговые и аллювиально-болотные почвы отмечается аккумуляция органического вещества и гумуса (до 10,0% и более), а также высокое содержание подвижного фосфора (20,0-25,0 мг/100 г почвы), калия (более 20,0 мг/100 г почвы) и суммы поглощенных катионов (30,0-35,0 мг-экв/100 г почвы). Во всех почвах отмечается неоднородность по гранулометрическому составу: в пределах почвенно-го профиля он может меняться от легкосуглинистого до легкоглинистого (аллювиально-луговые почвы). В меньшей степени это характерно для лугово-черноземных и черноземно-луговых почв.

Луговые и лугово-черноземные почвы характеризуются слабокислой реакцией среды ($pH_{\text{в}}=6,0$ и менее), черноземно-луговые и аллювиальные почвы – более нейтральной или даже щелочной средой 6,0-7,0 и более 8,0. Мощность гумусового, дернового и перегнойного горизонтов варьирует в пределах от 25 до 45 см и слабо связана с типом почв ($K_{\text{эфф}}=0,06$). По субстантивной классификации (2004 г.) **лугово-черноземные почвы**, приуроченные к недренированным равнинам, в том числе надпойменным террасам и вогнутым частям склонов, соответствуют отделу черноземы [10], подтипу гидрометаморфизованные (AU-BCAq-Csaq). Это почвы иловатые среднесуглинистые, содержание гумуса варьирует в широких пределах – от 6,0 до 10,0% (табл. 2).

Таблица 1

Коэффициенты эффективности передачи информации между типом почвы, горизонтами и физико-химическими свойствами

Свойства	Коэффициент эффективности передачи информации (Кэфф)
Мощность гумусового слоя, см	0,071
Содержание валового азота, %	0,084
Содержание гумуса, %	0,096
Содержание подвижного фосфора по Чирикову, мг Р ₂ О ₅ /100 г почвы	0,211
Содержание обменного калия по Чирикову, мг К ₂ О/100 г почвы	0,158
Сумма поглощенных оснований, S, мг-экв/100 г почвы	0,151
Содержание илистой фракции (менее 0,001 мм), %	0,091
Содержание фракции физической глины (менее 0,01 мм), %	0,117
pНводн.	0,084

Аллювиально-луговые и аллювиально-болотные почвы по субстантивной классификации почв РФ относятся к стволу синлитогенных почв [10]: первые – к типу аллювиальных темногумусовых гидрометаморфических, вторые – к двум типам аллювиальным торфяно-глеевым и аллювиальным перегнойно-глеевым. Эти почвы характеризуются максимальным варьированием свойств: мощность от 25-35 до 45 см, содержание гумуса от 4,0 до 8,0-10,0%. В основном это почвы тяжелосуглинистого и легкоглинистого грансостава. Значительно варьируют и другие агрохимические свойства этих почв (табл. 2).

Луговые почвы, формирующиеся на слабодренированной поверхности в лесостепной и степной зонах под мезофильными лугами в условиях длительного поверхностного и постоянного грунтового увлажнения (грунтовые воды на глубине 1-3 м), соответствуют гидрометаморфическим почвам, типу – гумусово-гидрометаморфические, разнообразие подтипов зависит от зональных особенностей прилегающих почв. В исследуемом почвенном районе эти почвы в основном среднесуглинистые, характеризуются слабокислой реакцией среды (pНв менее 6,0), высоким содержанием гумуса (4,1-6,0) и суммой поглощенных оснований (табл. 2).

Таблица 2

Специфические состояния почвенных свойств в зависимости от таксономической группы и генетического горизонта

Тип, подтип/горизонт	M	Свойства							
		pНв	ФГ	Ил	Г	K ₂ O	Nв	S	P ₂ O ₅
Л	<25,0-30,0 (1-2)	<6 (1)	35,1-40,0 (3)	5,0-10,0 (1)	4,1-6,0 (3)	5,1-10 (2)	0,21-0,30 (3)	>35,1 (6)	10,1-15,0(3)
		<6 (1)	40,1-50,0 (4-5)	25,0-30,0 (5)	2,1-4,0 (2)	< 5 (1)	0,21-0,30 (3)	15,1-20,0 (2)	<5-10,0 (1-2)
ЧЛ	35,1-45,0 (4-5)	6,6-8,0 (3-5)	30,1-40,0 (2-3)	10,0-20,0 (2-3)	4,0-8,1 (3-4)	>20 (5)	>0,51 (6)	20,1-25,0 (3)	>25,1 (6)
		8,1->8,5 (6-7)	35,1-40,0 (3)	15,0-20,0 (3)	2,1-4,0 (2)	5,1-10 (2)	0,11-0,30 (2-3)	15,1-20,0 (2)	15,1-20,0(3)
ЛЧ	25,1-35,0 (2-3)	<6 (1)	40,1-45,0 (4)	20,1-30,0 (4-5)	6,0-10,0 (4-5)	5,1-10 (2)	0,41-0,50 (5)	25,1-30,0 (4)	5,1-10,0 (2)
		8,1-8,5 (6)	45,1-50,0 (5)	20,1-25,0 (4)	2,1-4,0(2)	< 5 (1)	0,11-0,20 (2)	>35,1 (6)	<5,0 (1)
А+АЛ	<25,0-35,0 (1-3)	6,1-7,0 (2-3)	50,0->55 (6-7)	15,1-20,0 (3)	4,1-6,0 (3)	5,1-10 (2)	0,21-0,30 (3)	15,1-20,0 (2)	20,1-25,0(5)
		8,1->8,5 (6-7)	<30 (1)	<10(1)	2,1-4,0 (2)	10-15 (3)	0,31-0,40 (4)	30,1-35,0 (5)	5,1-10,0 (2)
АБ	At	6,1-7,0 (2-3)	>55(7)	15,1-25,0(3-4)	8,1-10 (5)	>20 (5)	>0,51 (6)	30,1-35,0 и >5,6)	<5,0 (1)
		>45,1 (6)	>6,5(1-2)	25,1-30,0(5)	4,0-8,0 (3-4)	< 5(1)	0,21-0,30 (3)	30,1-35,0 (5)	<5,0 (1)

Примечание. Почвы: Л – луговые; ЧЛ – черноземно-луговые; ЛЧ – лугово-черноземные; А, АЛ – аллювиальные и аллювиально-луговые; АБ – аллювиально-болотные. Горизонты: М – мощность гумусового слоя (А+АВ), см; А – гумусово-аккумулятивный (перегнойный); АВ – переходный гумусовый. Свойства: ФГ – содержание фракции менее 0,01 мм; Ил – содержание фракции менее 0,001 мм; Г – содержание гумуса, %; K₂O – содержание обменного калия (по Чирикову), мг/100 г почвы; Nв – содержание валового азота, %; S – сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы; P₂O₅ – содержание подвижного фосфора (по Чирикову), мг/100 г почвы.

Черноземно-луговые почвы по профильно-генетической классификации почв СССР [11] отличаются от луговых только уровнем залегания грунтовых вод и признаками оглеения. В разных источниках эти почвы относят либо к лугово-черноземным, либо к черноземно-луговым [12, 13].

Наряду с основными типами гидроморфных и полугидроморфных типов почв в исследуе-

мом районе встречаются почвы переходных подтипов, их свойства имеют признаки, диапазон которых варьирует в широких пределах, что затрудняет их диагностику. Для их идентификации в полевых условиях и корректировки по результатам лабораторных исследований разработаны качественно-количественные модели, которые позволяют по набору их свойств опре-

делить принадлежность в определенной таксономической группе:

$$ТП = P_2O_5^{AB} \boxtimes (P_2O_5^A \boxtimes S^{AB} \boxtimes \\ \boxtimes (K_2O^{AB} \boxtimes (ФГ^{AB} \boxtimes K_2O^A \boxtimes S^A)),$$

где ТП – таксономическая группа почв;

$P_2O_5^A$, $P_2O_5^{AB}$, K_2O^A , K_2O^{AB} , $ФГ^A$, S^{AB} – свойства почв, содержание подвижного фосфора, обменного калия, суммы поглощенных оснований и физической глины в гумусовых горизонтах А и АВ соответственно;

\boxtimes – знак функции нелинейного произведения.

Оценка прогнозирующей способности модели осуществлялась на выборки из 10 разрезов. Прогнозирующая способность полученной математической модели составила 60% – абсолютный прогноз и 100% с ошибкой в один ранг. Точность модели на основе метода корреляции и регрессии оценивается как высокая ($r=0,81$).

Заключение

С помощью полученных моделей региональных эталонов почв удалось интегрировать закономерности изменения свойств луговых и аллювиальных почв пойм и боровых террас р. Оби и крупных рек по горизонтам. Количественные модели региональных эталонов почв 19-го почвенного района показали, что в отличие от зональных почв они характеризуются значительными запасами гумуса и органического вещества от 6,0 до 10,0%, слабокислой или близкой к нейтральной среде в верхнем гумусовом горизонте и сменяется щелочной реакцией на глубине. Наиболее значительно эти почвы отличаются друг от друга по содержанию подвижных форм калия, фосфора и поглощенных оснований (кальций, магний). Гранулометрический состав региональных эталонов почв 19-го почвенного района характеризуется значительным варьированием как внутри отдельного таксона, так и между собой, что связано со спецификой их генезиса, а именно синлитогенным накоплением почвенного материала на уже сформировавшихся почвах.

В соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России впервые дана количественная характеристика аллювиальных темногумусовых гидрометаморфических, аллювиальных торфяно-глеевых и аллювиальных перегнойно-глеевых почв синлитогенного ствола, гидрометаморфических и аккумулятивно-гумусовых почв (черноземам гидрометаморфи-

зованным) постлитогенного ствола. Полученные характеристики являются региональными особенностями почв Алтайского края.

Библиографический список

1. Докучаев, В. В. Учение о зонах природы и классификации почв / В. В. Докучаев. – Текст: непосредственный // Сочинения. – Москва; Ленинград: Изд-во АН СССР, 1951. – Т. 6. – С. 375-526.
2. Сибирцев, Н. М. Избранные сочинения: в 2 томах / Н. М. Сибирцев. – Москва: Сельхозгиз, 1953. – Т. I. – С. 319-395. – Текст: непосредственный.
3. Неуструев, С. С. Генезис и география почв / С. С. Неуструев. – Москва: Наука, 1977. – 328 с. – Текст: непосредственный.
4. Паракшин, Ю. П. О зональности интразональных почв / Ю. П. Паракшин, Э. М. Паракшина. – Текст: непосредственный // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. – 2013. – Вып. 7. – С. 127-135.
5. ГОСТ 17.4.2.02-83. Государственный стандарт Союза ССР. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей пригодности нарушенного плодородного слоя почв для земледелия (введен в действие Постановлением Госстандarta СССР от 21.01.1983 N 300). – URL: https://enadm.ru/uploads/docs/municipal_control/ground_control/2019/normative%20legal%20acts/Normative Acts_F_E/2021/2.pdf (дата обращения: 28.03.2025). – Текст: электронный.
6. Почвы Алтайского края. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – 380 с. – Текст: непосредственный.
7. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России: сайт. – URL: <https://egrpr.esoil.ru/content/soils/soil192.html> (дата обращения: 29.03.2025). – Текст: электронный.
8. World Reference Base for Soil Resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. 2006. – 145 с.
9. Пузаченко, Ю. Г. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере её влажности // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения / Ю. Г. Пузаченко, Л. О. Карпачевский: сборник статей. – Текст:

непосредственный. – Москва: Наука, 1970. – С. 103-121.

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

11. Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров, Е. Н. Иванова, В. М. Фридланд, Н. И. Розов. – Москва: Колос, 1977. – 221 с. – Текст: непосредственный.

12. Классификация и диагностика почв западной Сибири. – Новосибирск: Ин-т «Запсибгипрозем», 1979. – 47 с. – Текст: непосредственный.

13. Иванова, Е. Н. Классификация почв СССР / Е. Н. Иванова. – Москва: Наука, 1976. – 225 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Dokuchaev V.V. Uchenie o zonakh prirody i klassifikatsii pochv / Sochineniia. T. 6. – Moskva; Leningrad: Izd-vo AN SSSR, 1951. – S. 375-526.
2. Sibirtsev N.M. Izbrannye sochineniia v 2-kh tomakh. – Moskva: Selkhozgiz, 1953. – T. I. – S. 319-395.
3. Neustruev, S.S. Genezis i geografiia pochv // S.S. Neustruev. – Moskva: Nauka, 1977. – 328 s.
4. Parakshin Iu.P., Parakshina E.M. O zonalnosti intrazonalnykh pochv / Vestnik Baltiiskogo federalnogo universiteta im. I. Kanta. – 2013. – Vyp. 7. – S. 127-135.
5. GOST 17.4.2.02-83. Gosudarstvennyi standart Soiuza SSR. Okhrana prirody. Pochvy. Nomenklatura pokazatelei prigodnosti narushennogo

plodorodnogo sloia pochv dlia zemlevaniia (vveden v deistvie Postanovleniem Gosstandarta SSSR ot 21.01.1983 N 300). https://enadm.ru/uploads/docs/municipal_control/ground_control/2019/normative%20legal%20acts/Normative_acts_F_E/2021/2.pdf (28.03.2025).

6. Pochvy Altaiskogo kraia. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 380 s.

7. <https://egrpr.esoil.ru/content/soils/soil192.html> (29.03.2025).

8. World Reference Base for Soil Resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. 2006. – 145 s.

9. Puzachenko Iu.G., Karpachevskii L.O. Vozmozhnosti primeneniia informatsionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy na primeere ee vlazhnosti // Zakonomernosti prostranstvennogo varirovaniia svoistv pochv i informatsionno-statisticheskie metody ikh izucheniiia. – Moskva: Nauka, 1970. – S. 103-121.

10. Klassifikatsiiia i diagnostika pochv Rossii / L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. – Smolensk: Oikumena, 2004. – 342 s.

11. Klassifikatsiiia i diagnostika pochv SSSR / V.V. Egorov, E.N. Ivanova, V.M. Fridland, N.I. Rovoz. – Moskva: Kolos, 1977. – 221 s.

12. Klassifikatsiiia i diagnostika pochv zapadnoi Sibiri. Novosibirsk Zapsibgiprozem, 1979. – 47 s.

13. Ivanova E.N. Klassifikatsiiia pochv SSSR. – Moskva: Nauka, 1976. – 225 s.



УДК 556.555.6:627.44
DOI: 10.53083/1996-4277-2025-247-5-10-15

Н.И. Алёшина, Л.В. Терновая, А.С. Сапачёв
N.I. Aleshina, L.V. Ternovaya, A.S. Sapachev

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ ДЛЯ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

USE OF ELECTRIC-PULSE WATER TREATMENT METHOD FOR DOMESTIC WATER SUPPLY

Ключевые слова: подземные воды, хозяйственно-питьевое водоснабжение, скважинный водозабор, качество исходных подземных вод, водоочистной комплекс, метод электроимпульсной обработки, насосная станция, погружные насосы, скорые напорные фильтры, резервуары чистой воды.

Keywords: groundwater, domestic water supply, well water intake, quality of source groundwater, water treatment complex, electric-pulse treatment method, pumping station, submersible pumps, high-speed pressure filters, clean-water reservoirs.