

References

1. Kochegura, A.V. Rezultaty i perspektivy seleksii soi vo VNIIMK / A.V. Kochegura. – Blagoveshchensk, 1997. – S. 69-74.
2. Fomenko, N.D. Izucheniye i podbor iskhodnogo materiala pri sozdaniy novykh sortov soi dlya ume-renno-kholodnogo klimata / N.D. Fomenko. – Blagoveshchensk, 2004. – Ch. 1. – 124 s.
3. Zhuchenko, A.A. Adaptivnaya sistema seleksii rasteniy (ekologo-geneticheskie osnovy) / A.A. Zhuchenko. – Moskva: Izd-vo RUDN, 2001. – T. I. – 780 s.
4. Katalog sortov soi seleksii Vserossiyskogo NII soi: kollektivnaya nauchnaya monografiya / N.D. Fomenko, V.T. Sinegovskaya i dr. // FGBNU VNII soi. – Blagoveshchensk: OOO «Izdatelsko-poligraficheskiy kompleks ODEON», 2015. – S. 53.
5. Sorta soi SSSR: katalog-spravochnik – Novosibirsk, 1981. – 124 s.
6. Ala, A.Ya Ispolzovanie spontannogo opyleniya u soi pri mezhhidovoy gibridizatsii / A.Ya. Ala // Doklady VASKhNIL, 1989. – No. 6. – S. 10-12.
7. Metodika selektsionnykh rabot do 2010 g. po sozdaniyu vysokoproduktivnykh, kompleksno-tsennnykh sortov zernovykh, soi, mnogoletnikh trav, kartofelya, ovoshchey i plodovo-yagodnykh kultur v zone Dalnego Vostoka / pod obshch. red. R.B. Kondrateva. – Novosibirsk: Sibirskoe otdeleniye VASKhNIL, 1990. – 208 s.
8. Obshchaya selektsiya rasteniy: uchebnyy / Yu.B. Konovalov, V.V. Pylnev, T.I. Khupatsariya, V.S. Rubets; pod obshch. red. Yu.B. Konovalova, V.V. Pylneva. – Moskva: Izd-vo RGAU-MSKha imeni K.A. Timiryazeva, 2011. – 395 s.
9. Fedin, M.A. Statisticheskie metody geneticheskogo analiza / M.A. Fedin, D.Ya. Silis, A.V. Smiryayev. – Moskva: Kolos, 1980. – 207 s.
10. Ala, A.Ya. Soya: geneticheskie metody seleksii G.Max (L.) Merr. × G. Soja / A.Ya. Ala, Tilba V.A. – Blagoveshchensk: PKI «Zeya», 2005. – 128 s.
11. Kostylev, P.I. Geneticheskiy analiz kolichestvennykh priznakov risa, sorgo i yachmenya / P.I. Kostylev // Geneticheskie osnovy seleksii: Materialy Vserossiyskoy shkoly molodykh selektsionerov im. S.A. Kunakbaeva; 11-15 marta 2008 goda. – Ufa: GNU BashNIISKh, 2008. – S. 172-175.
12. Berlyand, S.S. Skreshchivaniye geogra-ficheskiy otvalennykh form soi. Nasledovaniye vegetativnykh priznakov / S.S. Berlyand // Tr. Turkmen. SKhI, 1940. – T. 3. – S. 167-193.
13. Myakushko, Yu.P. Geterozis mezhsortovykh gibridov soi / Yu.P. Myakushko // Doklady VASKhNIL, 1969. – No. 2. – S. 15-17.
14. Paschal, E.H., Wilcox, J.R. (1975). Heterosis and Combining Ability in Exotic Soybean Germplasm. *Crop Sci.* 15: 344-349.
15. Weber, C.R., Empig, L.T., Thorne, J.C. (1970). Heterotic Performance and Combining Ability of Two-Way F1 Soybean Hybrids. *Crop Sci.* 10: 159-160.
16. Wentz J., Stewart R. (1924). Hybrid vigor in soybeans. *Agronomy Journal.* 16: 534-540.



УДК 631.4:913:519.87(571.150)

Е.Г. Пивоварова, Е.В. Кононцева,  
Ж.Г. Хлуденцов, И.П. Аверьянова  
Ye.G. Pivovarova, Ye.V. Konontseva,  
J.G. Khludentsov, I.P. Averyanova

**МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РЕГИОНАЛЬНЫХ ЭТАЛОНОВ  
В АГРОХИМИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ПОЧВ**

**MATHEMATICAL MODELS OF REGIONAL STANDARDS IN AGROCHEMICAL SOIL MONITORING**

**Ключевые слова:** агрохимические показатели, мониторинг, классификация почв, центральные образы, таксономический вес признака.

**Keywords:** agrochemical indices, monitoring, soil classification, central images, taxonomical weight of a soil feature.

В работе продемонстрирована возможность использования элементов численной таксономии в организации агрохимического мониторинга почв. В качестве методологической основы использованы основные положения о базовой и региональной классификации А.И. Соколова (2004) и информационно-логический анализ. Показано, что с помощью специфичных состояний агрохимических свойств почв региональных эталонов (классификационных границ таксона) можно отслеживать тенденции агрогенного почвообразования. Для исследуемых почвенных районов подзоны черноземов выщелоченных и типичных подгорных равнин Алтая эти тенденции выражаются в агроистощении пахотного горизонта по содержанию подвижного фосфора и кальция, а также в физической деградации, выраженной в облегчении пахотного горизонта по содержанию фракций физической глины и ила за счет развития эрозионных процессов. Снижение таксономического веса агрохимических свойств (классификационных признаков) в агрогенном (пахотном) горизонте может служить свидетельством гомогенизации поверхностного горизонта за счет сельскохозяйственного воздействия. Получены информационно-логические модели региональных эталонов для трех почвенных районов подзоны типичных и выщелоченных черноземов предгорных и горных областей Алтая, которые могут служить также для классификационной диагностики по агрохимическим показателям.

The presented paper demonstrates the possibility of using the elements of numerical taxonomy in conducting agrochemical soil monitoring. The fundamental principles of the basic and regional classification of A.I. Sokolov (2004) and information-logical analysis were used as the methodological basis. It is shown that by using the specific states of the agrochemical properties of the soils of regional standards (taxon classification boundaries) it is possible to track the trends of agrogenic soil formation. For the studied soil regions of the subzone of leached and typical chernozems of the Altai piedmont plains these trends are expressed in agro-depletion of the arable horizon regarding the content of mobile phosphorus and calcium, as well as in physical degradation expressed in the depletion of the arable horizon regarding the content of physical clay and silt fractions due to erosion process development. The decrease of the taxonomic weight of agrochemical properties (classification features) in the agrogenic (arable) horizon may serve as the evidence of the homogenization of the surface horizon due to agricultural impact. The obtained information and logical models of the regional standards for three soil regions of the subzone of typical and leached chernozems of the Altai foothill and mountainous regions may also serve for classification diagnostics by agrochemical indices.

**Пивоварова Елена Григорьевна**, д.с.-х.н., доцент, проф., Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 203-355. E-mail: pilegri@mail.ru.

**Кононцева Елена Владимировна**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: kononcevaasau@mail.ru.

**Хлуденцов Жан Геннадьевич**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: zhan.khludentsov@mail.ru.

**Аверьянова Ирина Петровна**, лаборант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

**Pivovarova Yelena Grigoryevna**, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 203-355. E-mail: pilegri@mail.ru.

**Konontseva Yelena Vladimirovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: kononcevaasau@mail.ru.

**Khludentsov Jean Gennadyevich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. E-mail: zhan.khludentsov@mail.ru.

**Averyanova Irina Petrovna**, Lab. Asst., Altai State Agricultural University. E-mail: i.p.averyanova@mail.ru.

### Введение

В реализации почвенного мониторинга на практике дискуссионными остаются вопросы оценки, идентификации и выбора эталона сравнения. Для этого в ходе кадастровых работ по оценке почв Российской Федерации осуществляется разработка информационного обеспечения на разных уровнях [1]. В качестве системы эталонов почв России мог бы служить Единый государственный реестр ЕГРПП [2], принятый к исполнению и отвечающий задаче учета почвенных ресурсов страны на федеральном уровне. Однако в этом документе представлены общие сведения о почве (об участке), но нет главного – параметров свойств и их продуктивности [3].

Чаще всего в качестве объектов изучения динамики параметров плодородия и мониторинга почв выступают тестовые площадки [4], заложенные в соответствии с методическими требованиями [5], или эталонные разрезы [6] на целинных или измененных в предшествующий период участках. Однако этот подход не лишен субъективизма. Кроме того, выборочные наблюдения на тестовых площадках не всегда отражают те изменения, которые происходят на более обширных территориях. Для обоснования репрезентативных эталонов почв (участков мониторинга) предпринимались попытки использовать методы численной таксономии [7]. В дискуссии о проблемах почвенной классификации также возникает вопрос о

типичном профиле или эталоне, на основе которого проводится мониторинг [8].

О необходимости разработки региональных эталонов «центрального образа» почв говорится в работах И.А. Соколова [9]: «базовая классификация нуждается в конкретизации и разработке региональных классификаций, в которых «центральный образ» приобретает количественные характеристики, обусловленные особенностями регионального почвообразования». Выраженные в количественной форме диагностические признаки почв могут быть главным средством сокращения субъективности и неопределенности заключений. Работы, проведенные ранее в этом направлении [10, 11], позволили отметить количественные различия диагностических признаков одного и того же «центрального образа» на уровне не только зоны, подзоны, но и почвенного района.

В данной работе предлагается подход к агрохимическому мониторингу почв на основе региональных эталонов базовой классификации почв. Основная сложность в агрохимическом мониторинге почв заключается в пространственной вариации и сезонной динамике агрохимических показателей [12-14]. Поэтому в качестве математического инструмента выбран информационно-логический анализ [15]. Определение общего количества информации  $J(A_i/b_j)$  основано на вычленинии неопределенности, обусловленной пространственной и временной вариацией, из общего варьирования признаков.

#### Объекты и методы исследований

Объектом исследования явились почвы подзоны типичных и выщелоченных черноземов предгорных и горных областей Алтая. Разработка региональных эталонов осуществлялась на примере трех почвенных районов: 30-го района типичных и выщелоченных тучных черноземов подгорных равнин, 31-го почвенного района типичных тучных мощных черноземов увалисто-сопочных предгорий и 33-го района карбонатных черноземов выщелоченных, горных черноземов и слаборазвитых почв низкогорий [16].

В пределах изучаемых почвенных районов были выделены основные таксономические группы в соответствии с профилно-генетической классификацией почв СССР, 1977 г. [17]. Региональными почвами этих районов являются черноземы типичные, выщелоченные, лугово-черноземные и луговые почвы. При разработке «цен-

тральных образов» зональных почв в качестве функции (зависимой величины) выступают физико-химические свойства почв, поскольку почвенные свойства зависят от основных и второстепенных почвообразующих процессов. Именно генезис (процессы) в той или иной степени лежит в основе профилно-генетической классификации почв СССР.

Для того чтобы выявить таксономический вес диагностических свойств почв, использованы параметры информационного анализа. Коэффициент эффективности передачи информации  $K_{эфф}$  показывает степень связи между изучаемыми параметрами (между фактором и явлением), а специфичные состояния – наиболее вероятные состояния функции (почвенного свойства) для определенных состояний аргумента (таксономической группы).

#### Результаты и обсуждение

Основной рабочей гипотезой было предположение о том, что в рамках одного «центрального образа» базовой классификации диапазон варьирования свойств почв может существенно отличаться в зависимости от региональных особенностей, что свидетельствует о необходимости разработки региональных эталонов почв. В качестве доказательства было проведено сравнение зональных эталонов черноземных почв (подтипы черноземов, выщелоченных и типичных) в различных почвенных районах предгорных и горных областей Алтая. Информационный анализ позволяет также определить специфичные (наиболее вероятные) состояния свойств для каждого таксономической группы исследуемых почв (табл. 1, 2). Набор этих свойств может служить виртуальным (центральным) образом определенного таксономического типа (подтипа) для данного региона (региональный эталон). Специфичные состояния свойств почв определяют классификационные границы между подтипами.

Региональные эталоны типичных черноземов в первую очередь отличаются по гранулометрическому составу: в 31-м почвенном районе это среднесуглинистые (содержание физической глины 35, 0-40,0%), в 33-м – тяжелосуглинистые (50,0-60,0%), а в 30-м почвенном районе – легкосуглинистые (60,0-70,0%). По содержанию илстой фракции в почвах исследуемых районов различия менее существенные. Эти различия, обусловленные одним из основных факторов почвообразования – почвообразующей породы, явились основ-

ной причиной того, что классификационные границы по большинству агрохимических свойств региональных эталонов типичного чернозема не совпадают.

Полученные результаты показали, что черноземы типичные для 3 почвенных районов отличаются по мощности гумусового горизонта: наиболее мощные черноземы 31-го почвенного района типичных и выщелоченных черноземов и горных выщелоченных черноземов плосковершинных низкогорий (60-70 см), значительно ниже мощность в аналогичных подтипах 30-го и 31-го почвенных районов.

Одним важным показателем агрогенной трансформации черноземов может служить профильное изменение агрохимических свойств почв [18, 19]. В почвах черноземного почвообразования большинство свойств имеет аккумулятивный характер распределения в профиле. В агроценозах изменяется характер поступления и расходования органического вещества и подвижных питательных элементов. В черноземах это чаще всего агроистощение пахотного горизонта [20]. Полученные результаты могут служить подтверждением

того, что в 31-м почвенном районе в профиле почв отмечается снижение содержания подвижного фосфора в пахотном горизонте до уровня подпахотного.

Черноземы выщелоченные исследуемых почвенных районов отличаются от типичных более мощным гумусовым профилем в среднем на 5-10 см. Кроме истощения пахотного горизонта по содержанию подвижного фосфора, в 33-м почвенном районе прослеживается тенденция снижения суммы поглощенных оснований до уровня ниже, чем в подпахотном горизонте. Это может быть связано с выносом поглощенного кальция. Косвенным признаком деградации за счет эрозийных процессов может служить облегчение пахотного горизонта по содержанию ила и физической глины. В 30-м и 31-м почвенных районах это выражено в большей степени, в 33-м почвенном районе – только по содержанию физической глины. Полученные количественные характеристики агрохимических свойств для каждого почвенного района могут служить эталоном для долгосрочного мониторинга агрогенных почв.

Таблица 1

**Специфические состояния свойств черноземов типичных (по горизонтам) различных исследуемых почвенных районов**

Свойства	Почвенный район					
	30-й – типичных и выщелоченных тучных черноземов подгорных равнин		33-й – карбонатных черноземов выщелоченных, горных черноземов и слаборазвитых почв низкогорий		31-й – типичных и выщелоченных черноземов и горных выщелоченных черноземов плосковершинных низкогорий	
	Апах	A(AB)	Апах	A(AB)	Апах	A(AB)
Мощность гумусового горизонта, см	40-50		40,0-45,0		60-70	
Содержание валового азота, %	<0,4	0,25-0,30	0,30-0,40	0,20-0,30	0,3-0,4	<0,2-0,3
Содержание гумуса, %	5,0-6,0	4,0-5,0	6,0-7,0	4,0-5,0	4,0-6,0	2,0-4,0
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы	15,0-20,0	5,0-10,0	>20,0	5,0-10,0	5,0-10,0	5,0-10,0
Содержание обменного калия, мг/100 г почвы	>25,0	10,0-15,0	15,0-20,0	10,0-15,0	10,0-15,0	5,0-10,0
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	40,0-45,0	35,0-40,0	>50,0	40,0-50,0	30,0-35,0	20,0-25,0
Содержание фракции ила (<0,001 мм), %	20,0-30,0	30,0-40,0	25,0-30,0	30,0-35,0	25,0-35,0	25,0-35,0
Содержание фракции физической глины (<0,01 мм), %	60,0-70,0	40,0-50,0	50,0-60,0	>60,0	35,0-40,0	<35,0-40,0
pHв	-	-	7,5-8,0	>8,0	<6,5-8,0	>8,0

**Специфические состояния свойств черноземов выщелоченных (по горизонтам) различных исследуемых почвенных районов**

Свойства	Почвенный район					
	30-й – типичных и выщелоченных тучных черноземов подгорных равнин		33-й – карбонатных черноземов выщелоченных, горных черноземов и слаборазвитых почв низкогорий		31-й – типичных и выщелоченных черноземов и горных выщелоченных черноземов плоскогорных низкогорий	
	Апах	A(AB)	Апах	A(AB)	Апах	A(AB)
Мощность гумусового горизонта, см	50-60		45,0-50,0		70-80	
Содержание валового азота, %	>0,4	<0,25	0,40-0,50	<0,20	0,3-0,4	<0,2-0,3
Содержание гумуса, %	>7,0	<4,0	6,0-7,0	<4,0	4,0-8,0	2,0-4,0
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы	5,0-10,0	5,0-10,0	5,0-10,0	5,0-10,0	10,0 -15,0	10,0 -15,0
Содержание обменного калия, мг/100 г почвы	>20,0	15,0-20,0	10,0-15,0	< 10,0	10,0-15,0	5,0-10,0
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	40,0-45,0	30,0-35,0	35,0-45,0	35,0-40,0	30,0-35,0	20,0-25,0
Содержание фракции ила (<0,001 мм), %	20,0-30,0	30,0-40,0	20,0-25,0	20,0-25,0	25,0-30,0	30,0-35,0
Содержание фракции физической глины (<0,01 мм), %	60,0-70,0	60,0-70,0	40,0-50,0	50,0-60,0	35,0-40,0	40,0-45,0
pHв	-	-	7,5-8,0	>8,0	<6,5	7,0-8,0

Еще одним подтверждением антропогенного изменения агрохимических свойств почв является соотношение показателей таксономического веса признаков по горизонтам (табл. 3), а именно: таксономический вес признаков в пахотном горизонте ниже, чем в подпахотном. Это может быть связано с гомогенизацией пахотного горизонта под действием сельскохозяйственного использования почв. В результате чего генетические различия между сопряженными почвами в большей степени проявляются в подпахотном горизонте, нежели в пахотном. Полученные результаты свидетельствуют о том, что такая закономерность наиболее выражена в 33-м почвенном районе: для большинства свойств (содержание валового азота, гумуса, обменного калия и суммы поглощенных оснований), в меньшей степени – в 31-м почвенном районе (содержание валового азота, подвижного фосфора и обменного калия) и 30-м (содержание обменного калия и суммы поглощенных оснований).

По мнению А.И. Мороза [14], формализация почвоведения будет осуществляться путем все-

объемлющего интегрирования накопленного экспериментального материала и сведения его в небольшое число систем уравнений.

Полученные нами результаты были интегрированы в математические модели, представляющие собой систему уравнений региональных эталонов почв подзоны типичных и выщелоченных черноземов предгорных и горных областей Алтая (табл. 4). Прогнозирующая способность моделей меняется в широких пределах: безошибочный прогноз составляет от 40 до 80%, а с ошибкой в 1 ранг – 70-100%. Достоверность моделей, определенная в помощь коэффициента корреляции между прогнозным и фактическим значениями, составляет 0,38-0,94, что свидетельствует о средней и высокой достоверности. То, что полученные модели региональных эталонов трех почвенных районов одной подзоны отличаются между собой, подтверждает гипотезу о том, что базовая классификация нуждается в конкретизации через региональную классификацию и разработку в ее рамках зональных эталонов почв.



**Сравнительная характеристика таксономического веса признаков (коэффициент эффективности передачи информации) в различных почвенных районах**

Признак (агрохимическое свойство почвы)	Почвенный район					
	30-й – типичных и выщелоченных тучных черноземов подгорных равнин		33-й – карбонатных черноземов выщелоченных, горных черноземов и слабо-развитых почв низкогорий		31-й – типичных тучных мощных черноземов увалисто-сопочных предгорий	
	горизонты					
	Апах	А (АВ)	Апах	А (АВ)	Апах	А (АВ)
Мощность гумусового горизонта, см	0,2176		0,0884		0,2671	
Содержание валового азота, %	0,1341	0,0951	0,0636	0,0820	0,1034	0,1201
Содержание гумуса, %	0,2592	0,0875	0,0670	0,0727	0,1979	0,1823
Содержание подвижного фосфора, мг/100 г почвы	0,3063	0,2246	0,0905	0,0723	0,1774	0,2208
Содержание обменного калия, мг/100 г почвы	0,1098	0,4233	0,0547	0,01205	0,1878	0,3418
Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100 г почвы	0,1220	0,2559	0,1004	0,1651	0,2089	0,1117
Содержание фракции ила (<0,001 мм), %	0,4943	0,3616	0,1889	0,2157	0,1209	0,1201
Содержание фракции физической глины (<0,01 мм), %	0,4742	0,3914	0,2132	0,2318	0,1076	0,1185
pHв	-	-	0,2306	0,2557	0,0897	0,0955

Таблица 3

**Качественные модели диагностики почв**

Почвенный район	Модель регионального эталона почв
30-й – типичных и выщелоченных тучных черноземов подгорных равнин	$ТП^{1977} = Ил^A \boxtimes ФГ^A \boxtimes K_2O^{AB} \boxtimes (ФГ^{AB} \boxtimes Ил^{AB} \boxtimes P_2O_5^A \boxtimes (Г^A \boxtimes S^{AB} \boxtimes M))$
33-й – карбонатных черноземов выщелоченных, горных черноземов и слабо-развитых почв низкогорий	$ТП^{1977} = pH^{AB} \boxtimes pH^A \boxtimes (ФГ^{AB} \boxtimes Ил^{AB} \boxtimes ФГ^A \boxtimes Ил^A (S^{AB} \boxtimes K_2O^{AB} \boxtimes M))$
31-й – типичных тучных мощных черноземов увалисто-сопочных предгорий	$ТП^{1977} = K_2O^{AB} \boxtimes M \boxtimes (P_2O_5^{AB} \boxtimes S^A (Г^A \boxtimes K_2O^A \boxtimes Г^{AB} \boxtimes P_2O_5^A))$

Примечание. ТП – ранг типа почвы по классификации 1977; S, Г, pHв, M, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, N<sub>b</sub>, Ил, ФГ, Нг – ранг типа (подтипа) почвы в зависимости от содержания суммы поглощенных оснований, содержания гумуса, реакции водной вытяжки, мощности гумусового горизонта, подвижного калия, подвижного фосфора, валового азота, илистой фракции, физической глины, гидролитической кислотности, соответственно; А, АВ – наименование горизонта по классификациям 1977 г.;  $\boxtimes$  – знак логической функции нелинейного произведения.

**Заключение**

С помощью математического моделирования зональных эталонов можно осуществлять долгосрочных мониторинг агрохимического состояния

агрогенных почв Алтайского края. Для исследуемых почвенных районов подзоны черноземов выщелоченных и типичных подгорных равнин Алтайя антропогенные тенденции выражаются в аг-

роистошении пахотного горизонта по содержанию подвижного фосфора и кальция, а также в физической деградации, выраженной в облегчении пахотного горизонта по содержанию фракций физической глины и ила за счет развития эрозийных процессов. Снижение таксономического веса агрохимических свойств (классификационных признаков) в агрогенном (пахотном) горизонте может служить свидетельством гомогенизации поверхностного горизонта за счет сельскохозяйственного воздействия.

### Библиографический список

- Сапожников, П. М. Методология создания информационного ресурса для целей оценки, контроля и мониторинга состояния земель сельскохозяйственного назначения / П. М. Сапожников, В. С. Столбовой. – Текст: непосредственный // Имущественные отношения в Российской Федерации. – 2012. – № 10. – С. 82-91.
- Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0. – Москва: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2014. – 768 с. – Текст: непосредственный.
- Иванов, А. Л. Качество почв России для сельскохозяйственного использования / А. Л. Иванов, И. Ю. Савин, В. С. Столбовой. – Текст: непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. – 2013. – № 6. – С. 41-45.
- Сергеева, Н. Н. Многолетняя динамика агрохимических свойств черноземов под яблоневыми садами / Н. Н. Сергеева, И. Ю. Савин, И. А. Трунов [и др.]. – Текст: непосредственный // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2018. – Вып. 93. – С. 21-39.
- Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – Москва: Росинформагротех, 2003. – 240 с. – Текст: непосредственный.
- Белоброва, Д. В. Мониторинг почв земельных участков как информационное обеспечение реестра почвенных ресурсов на локальном уровне / Д. В. Белоброва, Д. А. Шаповалов. – Текст: непосредственный // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2018. – Вып. 93. – С. 121-145.
- Del Barrio, G., M. M. Boer, J. Puigdefábregas, 1996, Selecting representative drainage basins in a large research area using numerical taxonomy on topographic and climatic raster overlays. In: M. Rumor, R. McMillan, and H.F.L. Ottens (eds), PESERA – Second Annual report 125. Geographic information. From research to application through cooperation: Amsterdam, IOS Press, p. 398-407.
- Рожков, В. А. О проблеме представительного профиля / В. А. Рожков. – Текст: непосредственный // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2018. – Вып. 93. – С. 3-20.
- Соколов, И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения / И. А. Соколов. – Новосибирск, 2004. – 296 с. – Текст: непосредственный.
- Пивоварова, Е. Г. Система агрохимических показателей в региональной классификации почв Алтайского края / Е. Г. Пивоварова, Е. В. Концева, Ж. Г. Хлуденцов, Е. С. Попова. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 8. – С. 40-47.
- Ksenia Vepryntseva, Elena Pivovarova. Numerical method in rationale of central images and diagnostics of soils in the arid steppe of the Altai Territory. In: Proc. 10th International Soil Science Congress on "Environment and Soil Resources Conservation". 17-19 October, 2018. Almaty, Kazakhstan. P. 26.
- Витковская, С. Е. Методы оценки неоднородности почвенного покрова при планировании и проведении полевых опытов / С. Е. Витковская. – Санкт-Петербург: АФИ, 2011. – 52 с.
- Витковская, С. Е. Оценка пространственной неоднородности агрохимических параметров почвы в пределах делянки полевого опыта / С. Е. Витковская, А. А. Изосимова, П. В. Лекомцев. – Текст: непосредственный // Агрохимия. – 2010. – № 3. – С. 75-82.
- Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. – Москва, 2003. – 195 с. – Текст: непосредственный.
- Пузаченко, Ю. Г. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности / Ю. Г. Пузаченко, Л. О. Карпачевский, Н. А. Взнуздаев. – Текст: непосредственный // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. – Москва: Наука, 1970. – С. 103-121.
- Почвы Алтайского края. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – 380 с. – Текст: непосредственный.

17. Классификация и диагностика почв СССР. – Москва: Колос, 1977. – 223 с. – Текст: непосредственный.

18. Пивоварова, Е. Г. Антропогенная трансформация черноземных почв в различных литолого-геоморфологических условиях Предалтайской почвенной провинции / Е. Г. Пивоварова. – Текст: непосредственный // Почвоведение – продовольственной и экологической безопасности страны: тезисы докладов VII съезда Общества почвоведов имени В.В. Докучаева и Всероссийской с международным участием научной конференции (г. Белгород, 15-22 августа 2016 г.). Часть II. – Москва-Белгород: Изд-кий дом «Белгород», 2016. – С. 191-192.

19. Кононцева, Е. В. Трансформация показателей плодородия пахотных почв в почвенном районе типичных и выщелоченных тучных мощных и среднемощных черноземов подгорных равнин Алтайского края / Е. В. Кононцева, Е. Г. Пивоварова, Ж. Г. Хлуденцов. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник статей XII Международной научно-практической конференции: в 3 кн. – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. – Кн. 2. – С. 144-146.

20. Ильина, Л. П. Оценка степени агроистощения почв земель сельскохозяйственного назначения / Л. П. Ильина, Н. Ф. Илларионова. – Текст: непосредственный // Инновации в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур: материалы Международной научно-практической конференции. – Изд-во: ФГБОУ ВПО Донской государственной аграрный университет, 2015. – С. 47-52.

21. Морозов, А. И. О почве и почвоведении (взгляд со стороны) / А. И. Морозов. – Москва: ГЕОС, 2007. – 286 с. – Текст: непосредственный.

### References

1. Sapozhnikov P.M., Stolbovoy V.S. Metodologiya sozdaniya informatsionnogo resursa dlya tseley otsenki, kontrolya i monitoringa sostoyaniya zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya // Imushchestvennye otnosheniya v Rossiyskoy Federatsii. – 2012. – No. 10. – S. 82-91.

2. Edinyy gosudarstvennyy reestr pochvennykh resursov Rossii. Versiya 1.0. – Moskva: Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2014. – 768 s.

3. Ivanov A.L., Savin I.Yu., Stolbovoy V.S. Kachestvo pochv Rossii dlya selskokhozyaystvennogo ispolzovaniya // Rossiyskaya selskokhozyaystvennaya nauka. – 2013. – No. 6. – S. 41-45.

4. Sergeeva N.N., Savin I.Yu., Trunov I.A., Dragavtseva I.A., Morenets A.S. Mnogoletnyaya dinamika agrokhimicheskikh svoystv chernozemov pod yablonevymi sadami // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. – 2018. – Vyp. 93. – S. 21-39.

5. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel selskokhozyaystvennogo sostoyaniya. – Moskva: Rosinformagrotekh, 2003. – 240 s.

6. Belobrova D.V., Shapovalov D.A. Monitoring pochv zemelnykh uchastkov kak informatsionnoe obespechenie reestra pochvennykh resursov na lokalnom urovne // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. – 2018. – Vyp. 93. – S. 121-145.

7. Del Barrio, G., M. M. Boer, J. Puigdefábregas, 1996, Selecting representative drainage basins in a large research area using numerical taxonomy on topographic and climatic raster overlays. In: M. Rumor, R. McMillan, and H.F.L. Ottens (eds), PESERA – Second Annual report 125. Geographic information. From research to application through cooperation: Amsterdam, IOS Press, p. 398-407.

8. Rozhkov V.A. O probleme predstavitel'nogo profilya // Byul. Pochv. in-ta im. V.V. Dokuchaeva. – 2018. – Vyp. 93. – S. 3-20.

9. Sokolov I.A. Teoreticheskie problemy geneticheskogo pochvovedeniya. – Novosibirsk, 2004. – 296 s.

10. Pivovarova E.G., Konontseva E.V., Khludentsov Zh.G., Popova E.S. Sistema agrokhimicheskikh pokazateley v regionalnoy klassifikatsii pochv Altayskogo kraya // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – No. 8. – S. 40-47.

11. Ksenia Vepryntseva, Elena Pivovarova. Numerical method in rationale of central images and diagnostics of soils in the arid steppe of the Altai Territory. In: Proc. 10th International Soil Science Congress on "Environment and Soil Resources Conservation". 17-19 October, 2018. Almaty, Kazakhstan. P. 26.

12. Vitkovskaya S.E. Metody otsenki neodnorodnosti pochvennogo pokrova pri planirovaniy i provedenii polevykh opytov. – Sankt-Peterburg: AFI, 2011. – 52 s.

13. Vitkovskaya S.E., Izosimova A.A., Lekomtsev P.V. Otsenka prostranstvennoy neodnorodnosti agrokhimicheskikh parametrov pochvy v predelakh delyanki polevogo opyta // Agrokimiya. – 2010. – No. 3. – S. 75-82.

14. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel



selskokhozyaystvennogo naznacheniya. – M., 2003. – 195 s.

15. Puzachenko Yu.G., Karpachevskiy L.O., Vznuzdaev N.A. Vozmozhnosti primeneniya informatsionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy na primere ee vlazhnosti // Zakonomernosti prostranstvennogo varirovaniya svoystv pochv i informatsionno-statisticheskie metody ikh izucheniya. – Moskva: Nauka, 1970. – S. 103-121.

16. Pochvy Altayskogo kraya. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 380 s.

17. Klassifikatsiya i diagnostika pochv SSSR. – Moskva: Kolos, 1977. – 223 s.

18. Pivovarova E.G. Antropogennaya transformatsiya chernozemnykh pochv v razlichnykh litologo-geomorfologicheskikh usloviyakh Predaltayskoy pochvennoy provintsii // Pochvovedenie – proizvodstvennoy i ekologicheskoy bezopasnosti strany: tezisy dokladov VII sezda Obshchestva pochvovedov im. V.V. Dokuchaeva i vserossiyskoy s mezhdunarodnym uchastiem nauchnoy konferentsii (Belgorod, 15-22 avgusta 2016 g.). Chast II. – Moskva-Belgorod: Izdatelskiy dom «Belgorod», 2016. – S. 191-192.

19. Konontseva E.V., Pivovarova E.G., Khludentsov Zh.G. Transformatsiya pokazateley plodородiya pakhotnykh pochv v pochvennom rayone tipichnykh i vshchelochennykh tuchnykh moshchnykh i srednemoshchnykh chernozemov podgornnykh ravnin Altayskogo kraya // Agrarnaya nauka – selskomu khozyaystvu: sb. stat.: XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf.: v 3 kn. – Barnaul: Izd-vo RIO Altayskogo GAU, 2017. – Kn. 2. – S. 144-146.

20. Ilina L.P., Illarionova N.F. Otsenka stepeni agroistoshcheniya pochv zemel selskokhozyaystvennogo naznacheniya // Innovatsii v tekhnologiyakh vozdeystviya selskokhozyaystvennykh kultur: Materialy mezhd. nauchno-prakt. konf. – Izd-vo: FGBOU VPO Donskoy gosudarstvennyy agrarnyy universitet, 2015. – S. 47-52.

21. Morozov A.I. O pochve i pochvovedenii (vzglyad so storony). – Moskva: GEOS, 2007. – 286 s.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №18-44-22003/19 и Минобрнауки Алтайского края № Н-35.*



УДК 631.4:614.84(571.150)

И.В. Гефке, А.Г. Болотов, Е.П. Чугузов  
I.V. Gefke, A.G. Bolotov, Ye.P. Chuguzov

## ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ НА ГАРЯХ В ЛЕНТОЧНЫХ БОРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### THE TEMPERATURE REGIME OF SOD-PODZOLIC SOILS IN THE BURNED AREAS OF THE ALTAI REGION'S PINE FORESTS

**Ключевые слова:** температурный режим, дерново-подзолистая почва, ленточный бор, гарь, горельник.

Ленточные боры Алтайского края – это уникальное природное образование. Они выполняют защитные, социальные, сырьевые функции, а также обеспечивают экологическую безопасность степной части края. Повышенная горимость сосновых насаждений в ленточных борах Алтайского края приводит к образованию горельников и гарей. Сухие и очень сухие лесорастительные условия, сложный мезорельеф, изменчивый микроклиматический режим почв на гарях замедляют естественный и искусственный лесовозобновительный процесс. Экстремальные условия по температуре складываются в почвенном профиле на вершинах гребней на гарях. Лесные пожары формируют определенный температурный режим дерново-подзолистых почв на гарях в ленточных борах Алтайского края. Экспериментальные данные тем-

пературы дерново-подзолистой почвы получены на гарях в трех природных подзонах в пределах ленточных боров Алтайского края: степная зона, сухостепная подзона – Коростелёвский бор (Озеро-Кузнецовское лесничество), степная зона, засушливостепная подзона – Сростинский бор (Волчихинское лесничество, Новичихинское лесничество), лесостепная зона, южная лесостепь – Барнаулский ленточный бор (Барнаулское лесничество). В летний период наблюдается интенсивный процесс прогревания почвенного профиля в горельниках степной зоны, где температура на поверхности достигает +40°C.

**Keywords:** temperature regime, sod-podzolic soil, belt pine forest, burned area, burnt forest area.

The belt pine forests of the Altai Region are a unique natural formation. They perform protective, social, raw material functions, and provide environmental safety of the steppe