

**АГРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА  
В РЕШЕНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЧВ****AGROCHEMICAL PROPERTIES IN SOLVING THEORETICAL PROBLEMS OF SOIL CLASSIFICATION**

**Ключевые слова:** агрохимические свойства, классификация почв, классификационные границы, информационно-логический анализ, таксономический вес признака.

На примере субстантивно-генетической классификации почв РФ показана возможность количественной оценки классификационных границ региональных эталонов почв 12-го почвенного района подзоны умеренно засушливой и колочной степи Алтайского края. Предложена оценка таксономического веса признаков региональных почв на основе параметров информационно-логического анализа – коэффициента эффективности передачи информации Кэфф. Показано, что таксономический вес признака (величина Кэфф) зависит от уровня классификационных групп. На уровне отдела наибольший таксономический вес имеют признаки, отражающие основной почвообразовательный процесс. Дополнительными характеристиками сходимости и однородности таксономических групп могут служить такие параметры информационно-логического анализа, как неопределенность  $H(a_i/b_j)$  и информативность  $J(a_i/b_j)$ . Для почв 12-го почвенного района Алтайского края максимальный таксономический вес на уровне типа имеют следующие агрохимические свойства: мощность гумусового горизонта (PU+AU), содержание гумуса, рНв, содержание обменного калия, валового азота и сумма поглощенных оснований. Эти признаки отражают интенсивность основного почвообразовательного процесса (дернового). В отделах агроземов и агроабраземов отмечается нарушение аккумулятивного характера изменения в профиле таких свойств, как содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, суммы поглощенных оснований и содержание валового азота. Полученная закономерность может служить индикатором агрогенного истощения почв и развития второстепенного (агрогенного) почвообразовательного процесса. В мониторинге за экологическим состоянием агрогенных почв в качестве критерия можно использовать не только сами агрохимические свойства, но и харак-

тер изменения классификационных границ в профиле почв.

**Keywords:** agrochemical properties, soil classification, classification boundaries, informative-logical analysis, taxonomic weight of the property.

The substantive-genetic classification of soils in the Russian Federation shows the possibility to quantify the classification boundaries of the regional soil standards of the 12th soil region of the moderately dry subzone and steppe with kolkis of the Altai territory. An assessment of the taxonomic weight of regional soil features is proposed based on the parameters of information-logical analysis - the efficiency coefficient of information transfer (Keff). It is shown that the taxonomic weight of a trait (the Keff value) depends on the level of classification groups. At the department level, the features that reflect the main soil-forming process have the greatest taxonomic weight. Additional characteristics of convergence and homogeneity of taxonomic groups can be such parameters of information-logical analysis as uncertainty  $H(a_i/b_j)$  and informational content  $J(a_i/b_j)$ . For soils of the 12th soil region of the Altai Territory, the following agrochemical properties have the maximum taxonomic weight at the type level: the thickness of the humus horizon (PU+AU), the content of humus, pH, the content of exchangeable potassium, gross nitrogen, and the amount of absorbed bases. These signs reflect the intensity of the main soil-forming process (sod). In the departments of Agrozemms and Agroabrazemms, there is a violation of the accumulative nature of changes in the profile of such properties as the content of humus, active forms of phosphorus and potassium, the amount of absorbed bases and the content of gross nitrogen. The obtained regularity can serve as an indicator of agrogenic soil depletion and the development of a secondary (agrogenic) soil-forming process. In monitoring the ecological state of agrogenic soils, not only the agrochemical properties themselves can be used as a criterion, but also the nature of changes in the classification boundaries in the soil profile.

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

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

**Федченко Леонид Алексеевич**, студент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: fedtschenko.leonid.1999@mail.ru.

**Fedchenko Leonid Alekseevich**, student, Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation, e-mail: fedtschenko.leonid.1999@mail.ru.

### Введение

Любая почвенная классификация состоит из таксономии, номенклатуры и диагностики почв. Однако редко классификационная структура проработана до такого уровня, чтобы были определены количественные границы таксономических групп, которые необходимы для диагностики почв [1]. Группирование и распределение «центральных образов» в классификационном пространстве создают структуру классификации, и если это генетическая классификация, то «центральный образ» объединяет почвы с общим почвообразовательным процессом. При диагностике же реальных почв необходимо генеральную совокупность почв разделить на такие классы: «все члены которых ближе друг другу, чем к любым объектам другого класса». Однако очень часто границы между центральными образами бывают размыты, а переходы между «классификационными соседями» имеют очень постепенный характер [2]. Поиск объективных границ для диагностики почв определяется конкретными практическими целями. В частности, в данной работе обоснованием разработки региональных эталонов почв и их классификационных границ являлась необходимость объективной диагностики почв по субстантивно-генетической классификации [3] и мониторинга за агрогенными почвами. Граница проводится по количественным грациям различных устойчивых характеристик диагностических признаков. Однако методические вопросы выделения «центральных образов» и классификационных границ до сих пор не решены. Существуют несколько подходов [4, 5], но отсутствуют более или менее обоснованные методы [6-8].

Выбор диагностических признаков для таксономической группировки почв – это еще одна нерешенная задача. Чаще всего выбор диагностических признаков субъективен [4, 5], основанный на генетическом принципе, как его понимают авторы. Также не существует объектив-

ной процедуры оценки таксономического веса признаков [1]. При этом неравнозначность признаков является одним из самых мощных постулатов таксономии [9, 10]. Теоретические подходы к оценке таксономического веса признаков изложены в многочисленных работах по систематике [9-12]. Методологически это сводится к оцениванию (взвешиванию) сходства объектов внутри группировки (таксона), а затем к выбору главного признака (свойства), который имеет наибольший таксономический вес. Данную концепцию взвешивания можно назвать также «взвешиванием сходства».

В данной работе сделана попытка использования агрохимических свойств почв в качестве таксономических признаков. Обычно под агрохимическими понимают свойства почв, которые «определяют режим питательных веществ, превращение внесенных удобрений и условия питания растений» [13]. К агрохимическим свойствам относятся: содержание подвижных форм макро- и микроэлементов, емкость поглощения, содержание поглощенных катионов, содержание валовых форм питательных веществ, кислотность, окислительно-восстановительный потенциал, буферность, степень насыщенности основаниями и др. Те же самые свойства в той или иной степени отражают направление и интенсивность почвообразовательных процессов, протекающих в почвах, и используются для количественной характеристики таксономических групп почв в генетических классификациях [14, 15].

В связи с этим главной целью представленной работы явилось доказательство возможности использования параметров информационно-логического анализа [16, 17] для определения классификационных границ региональных эталонов почв, отбора наиболее значимых диагностических признаков, оценки таксономического веса признаков и степени сходимости (однород-

ности объектов классификации) внутри таксономической группы (отдел, тип).

### Объекты и методы исследований

Объектом исследования явились почвы 12-го почвенного района – черноземов обыкновенных малогумусных маломощных, черноземов карбонатных и смытых [18] подзоны обыкновенных черноземов умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края (данные крупномасштабного почвенного обследования АлтайНИИГипрозем за 1990-2000 гг.). Анализ экспериментальных материалов проведен на основе разработанных региональных эталонов почв [19] в соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России, 2004 г. В пределах изучаемого почвенного района были выделены основные таксономические группы – агро-темно-серые почвы (**АСТ**), агрочерноземы миграционно-сегрегационные (**АЧ<sup>мсг</sup>**), агроземы темные аккумулятивно-карбонатные типичные **АЗ<sub>так</sub>** и гидрометаморфизированные **АЗ<sub>так</sub><sup>гм</sup>**, а также агрообраземы аккумулятивно-карбонатные (**ААБ<sub>ак</sub>**).

При разработке классификационных границ выделяемых типов и подтипов в качестве функции (зависимой величины) выступают агрохимические свойства почв. Поскольку в основу классификации почв России положены субстантивный и генетический принципы, почвенные (агрохимические) свойства отражают в той или иной степени интенсивность основных и второстепенных почвообразовательных процессов.

Классификационные границы каждого типа (подтипа) почвы совпадают с границами специфических, наиболее вероятных состояний агрохимических свойств почв [20] в зависимости от таксономической группы и генетического горизонта. Для того чтобы определить таксономический вес признаков (свойств) почвы, внутри каждой таксономической группы оценивалась степень варьирования по величине неопределенности  $H(a/b_j)$  и сходства – по величине информации о таксономическом признаке внутри классификационной группы и горизонта  $J(a/b_j)$  [20].

Степень связи между фактором и явлением (таксономической группой и агрохимическим свойством) можно оценить с помощью коэффициента эффективности передачи информации Кэфф. Этот показатель рассчитывается на основе неопределенности  $H(a/b_j)$  и количества общей информации  $\sum J(a/b_j) \cdot p((b_j))$ , а по смыслу отражает степень связи между агрохимическим свойством и принадлежностью почвы к определенной таксономической группе.

### Результаты и обсуждение

Рассуждая о природе таксономических признаков почв, И.А. Соколов [1] утверждает, что до сих пор не существует обоснованных решений, как оценивать таксономический вес и определять его природу (реликтовый или современный признак). Тем не менее он высказывает ряд предположений о том, какими свойствами должны обладать эти признаки: 1) наибольший таксономический вес должен иметь признак с большим характерным временем; 2) чем сильнее этот признак влияет на остальные, тем выше его таксономический вес; 3) признак в разных объектах может иметь разный таксономический вес.

Можно предположить, что таксономический вес признака будет также меняться в зависимости того, на каком уровне производится его оценка (отдел, тип, подтип) и на каких принципах строится классификация почв. В генетической классификации таксономический вес будет выше у того признака, который наиболее связан с основным критерием классификации, в данном случае – типом почвообразовательного процесса. В то же время о типе почвообразовательных процессов в почве мы судим субъективно, и наши представления о том, какие свойства отражают эти процессы, могут быть ошибочными. В данной работе оценивали однородность классификационных группировок и таксономический вес признака на уровне отдела и типа в соответствии с субстантивно-генетической классификацией почв России (2004).

На основе специфичных состояний были определены классификационные границы основных типов и подтипов почв 12-го почвенного района по всем свойствам (табл. 1). Так, классификационные границы по основным признакам (содержанию гумуса, обменного калия, pH) для агрочерноземов миграционно-сегрегационных и агроземов темных аккумулятивно-карбонатных в пахотном горизонте почти полностью совпадают. Классификационные границы агрообраземов аккумулятивно-карбонатных по содержанию подвижного фосфора, обменного калия, валового азота и суммы поглощенных оснований в различных горизонтах свидетельствуют о их высоком уровне в подпахотном горизонте по сравнению с пахотным. Такая закономерность не характерна для черноземов, где аккумулятивный характер распределения в профиле биогенных элементов является отличительной чертой. Полученные отклонения можно объяснить процессами агрогенной трансформации, в результате которой происходит истощение пахотного горизонта и агрогенной эволюции агрочерноземных почв в агрообраземы. Причем, судя по характеру изменений агрохимических свойств в отделе агроземов, эти почвы не участвуют в качестве промежуточного звена. Т. е. эта деградация связана не с агроистощением, а с развитием эрозийного процесса.

Двухфакторный информационный анализ позволяет оценить тесноту связи (таксономический вес) между агрохимическим свойством и принадлежностью почвы к выделенной таксономической группе, с одной стороны, и генетическим горизонтом – с другой. На уровне **отдела** наибольший таксономический вес имеют такие признаки, как мощность гумусового горизонта ( $K_{эфф}=0,5455$ ), содержание гумуса (0,1326) и содержание обменного калия в почве (0,1226). Как следует из данных таблицы 2, при детализации на уровне типа для большинства агрохимических свойств коэффициент эффективности передачи информации  $K_{эфф}$  (таксономический вес признака) увеличивается. А для таких фак-

торов, как мощность гумусового горизонта и содержание обменного калия таксономический вес уменьшается. Таким образом, свойства, которые отражают интенсивность основного (дернового) процесса, имеют более высокий таксономический вес на уровне отдела, а те агрохимические свойства, которые связаны с сопутствующими (в данном случае с агрогенным) процессами, имеют более высокий  $K_{эфф}$  на уровне типа. Сущность проявления агрогенного процесса в условиях исследуемого почвенного района заключается в агроистощении верхнего гумусового пахотного горизонта, а также деградации за счет дефляции и эрозии.

Для того чтобы понять причины того, почему тот или иной признак имеет такой таксономический вес, следует рассмотреть особенности варьирования агрохимических признаков внутри групп (табл. 1), т.е. сравнить показатель неопределенности  $H(a_i/b_j)$  и количества информации  $J(a_i/b_j)$ . Самый высокий таксономический вес имеет признак – мощность гумусового горизонта, что вполне объяснимо, поскольку он отражает интенсивность основного (дернового) процесса. Большинство почв имеют непересекающиеся классификационные границы, кроме агроземов **АЗтак** и **АЗтак<sup>ГМ</sup>**, у которых мощность гумусового горизонта варьирует в пределах 30-40 и 35-40 см соответственно. Таксономическая группа **агрообраземов** характеризуется самой низкой неопределенностью ( $H(a_i/b_j)=0$  бит) и максимальной информативностью, поступающей от этого свойства ( $J(a_i/b_j)=2,3$  бит). Для **агротемно-серых почв** неопределенность и количество информации примерно равны (1,1568-1,1509), что характеризует однородность этой группы почв по мощности. Самая высокая неопределенность по мощности отмечается в агроземах гидрометаморфических – 2,4441 бит. Возможно, такая неоднородность обусловлена не только различиями в генезисе почв (глубина грунтовых вод, поверхностное оглеение и др.), но и различной степенью проявления агрогенной деградации, особенно водной эрозии на трансаккумулятивных геохимических позициях

(элементарных ландшафтах). Таксономический признак мощность гумусового горизонта в почвах **AЧ<sup>МСГ</sup>** и **AЗ<sup>ТАК</sup>** характеризуется непересекаемостью границ: в агрочерноземах 12 ПР, это 40-45 см, а в агроземах темных – 30-40 см, тем не менее внутри этих таксономических групп довольно высокая неопределенность – 1,4443-1,4046 бит. Поэтому для диагностики этих почв недостаточно только мощности гумусового горизонта, необходимо учитывать другие агрохимические почвенные свойства.

По содержанию гумуса классификационные границы почти всех типов почв четко диффе-

ренцированы по горизонтам в соответствии с основным почвообразовательным процессом (гумусово-аккумулятивным). Особенно это хорошо демонстрируется в агротемно-серых почвах, агрочерноземах миграционно-сегрегационных и агроземах темных аккумулятивно-карбонатных. Слабая дифференциация по содержанию гумуса в профиле почв отмечается в агрообраземах аккумулятивно карбонатных и агроземах гидрометаморфизированных, у них наблюдается значительная неопределенность не только между горизонтами, но и в пределах одного горизонта ( $H(a_i/b_j)=1,4352-2,2884$  бит).

Таблица 1

**Специфические состояния агрохимических свойств (классификационные границы таксонов) и оценка их варьирования  $H(a_i/b_j)$  и сходства  $J(a_i/b_j)$  внутри таксономических групп**

Таксономический признак, его свойства	Почвы									
	отдел текстурно-дифференцированных почв		отдел аккумулятивно-гумусовых почв		отдел агроземов				отдел агрообраземов	
	<b>AСт</b>		<b>AЧ<sup>МСГ</sup></b>		<b>AЗ<sup>ТАК</sup></b>		<b>AЗ<sup>ТАК</sup>Г<sup>М</sup></b>		<b>ААБ<sup>АК</sup></b>	
	Горизонт									
	<b>AU</b>	<b>AEL</b>	<b>PU</b>	<b>AU</b>	<b>PU</b>	<b>BCA</b>	<b>PU</b>	<b>BCAq</b>	<b>PB</b>	<b>BCA</b>
<b>M, см</b>	25-30 (2)		40-45 (5)		30-40 (3-5)		35-40 (5)		<25 (1)	
$H(a_i/b_j)$	1,1568		1,4443		1,4046		<b>2,4441</b>		0,00	
$J(a_i/b_j)$	<b>1,1509</b>		<b>0,8634</b>		<b>0,9031</b>		-0,1364		<b>2,3077</b>	
<b>Г, %</b>	6-7 (6)	<2 (1)	4-5 (4)	<3 (1,5)	4-5 (4)	<2 (1)	6-7 (6)	6-7 (6)	3-4 (3)	<2 (1)
$H(a_i/b_j)$	2,2307	1,3485	1,7018	1,8339	<b>1,9467</b>	<b>1,9580</b>	<b>2,2884</b>	<b>2,0081</b>	1,4352	1,8363
$J(a_i/b_j)$	0,1324	<b>1,0146</b>	0,6613	0,5292	0,4164	0,4051	0,0747	0,355	<b>0,9279</b>	0,5268
<b>pHв</b>	<6 (1)	<6 (1)	6,5-7 (3)	7,5-8 (5)	6-6,5 (2)	7-7,5 (4)	<6 (1)	<6 (1)	>8 (6)	>8 (6)
$H(a_i/b_j)$	<b>0,9181</b>	<b>0</b>	1,5224	2,0062	1,9437	1,8875	<b>2,4860</b>	<b>2,1527</b>	1,6571	1,2517
$J(a_i/b_j)$	1,3342	2,2523	0,7299	0,2461	0,3086	0,3648	-0,2337	0,0995	0,5952	1,0006
<b>K<sub>2</sub>O мг/100 г</b>	>20 (6)	<4 (1)	>16 (5,5)	8-12 (3)	>16 (5,5)	<4 (1)	12-16 (4)	4-8 (2)	16-20 (5)	16-20 (5)
$H(a_i/b_j)$	1,6855	1,75	<b>2,1700</b>	1,4592	<b>2,4472</b>	<b>2,1344</b>	<b>2,3172</b>	<b>2,3252</b>	<b>1</b>	<b>0,9181</b>
$J(a_i/b_j)$	0,8165	0,752	0,332	1,0428	0,0548	0,3676	0,1848	0,1768	1,502	1,5839
<b>N, %</b>	0,2-0,3 (3)	<0,1 (1)	0,3-0,4 (4)	0,1-0,2 (2)	0,2-0,4 (3,5)	<0,1 (1)	>0,4 (5)	0,1-0,2 (2)	>0,4 (5)	>0,4 (5)
$H(a_i/b_j)$	1,4352	0,9911	1,7848	1,0761	1,7172	1,4612	<b>1,9510</b>	1,7646	<b>1,9218</b>	<b>2,2463</b>
$J(a_i/b_j)$	0,4974	<b>0,9415</b>	0,1478	<b>0,8565</b>	0,2154	<b>0,4714</b>	-0,0184	0,168	0,0107	-0,3137
<b>S, мг-экв/100 г</b>	15-20 (3)	<10 (1)	>30 (6)	15-20 (3)	25-30 (5)	20-25 (4)	>30 (6)	10-15 (5)	20-25 (4)	20-25 (4)
$H(a_i/b_j)$	1,9600	1,8463	1,7896	1,8113	<b>2,0786</b>	<b>2,0096</b>	<b>2,2217</b>	<b>2,1676</b>	0	0
$J(a_i/b_j)$	<b>0,329</b>	<b>0,4427</b>	<b>0,4994</b>	<b>0,4777</b>	0,2104	0,2794	0,0672	0,1214	<b>2,289</b>	<b>2,289</b>
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, мг/100 г</b>	5-10 (2)	<5 (1)	>25 (6)	10-15 (3)	>20 (5,6)	5-10 (2)	5-10 (2)	<5 (1)	20-25 (5)	20-25 (5)
$H(a_i/b_j)$	1,3789	<b>2,2518</b>	<b>2,0540</b>	1,2517	<b>2,1882</b>	<b>2,0895</b>	<b>2,2043</b>	1,9279	1,5	0,9181
$J(a_i/b_j)$	<b>0,9286</b>	0,0556	0,2535	<b>1,0558</b>	0,1193	0,218	0,1032	0,3796	0,8075	<b>1,3894</b>

Примечание. Таксономические признаки: S – сумма поглощенных оснований; N – содержание валового азота; Г – содержание гумуса; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – содержание подвижного фосфора; K<sub>2</sub>O – содержание обменного калия; M – мощность гумусового горизонта. Горизонты: AU – темно-гумусовый; AEL – гумусово-элювиальный; PU – агрообразный; BCA – аккумулятивно-карбонатный.  $H(a_i/b_j)$  – неопределенность;  $J(a_i/b_j)$  – информация.

**Таксономический вес признаков (агрохимических свойств) почв 12-го почвенного района (по величине  $K_{эфф}$ )**

№	Признак	На уровне типа	На уровне отдела
		$K_{эфф}$	$K_{эфф}$
1	Мощность гумусового горизонта, см	0,4125	0,5455
2	Содержание гумуса, %	0,1481	0,1326
3	pHв	0,1311	0,0722
4	Содержание обменного калия (по Чирикову), мг/100 г	0,1047	0,1226
5	Содержание валового азота, %	0,1012	0,0977
6	Сумма поглощённых оснований, мг-экв/100 г	0,0923	0,0791
7	Содержание подвижного фосфора (по Чирикову), мг/100 г	0,0962	0,0843
8	Содержание поглощённого кальция, мг-экв/100 г	0,0798	0,0727
9	Содержание ила (фракции <0,001 мм), %	0,0560	0,0510
10	Содержание поглощённого магния, мг-экв/100 г	0,0488	0,0323
11	Содержание физической глины (фракции <0,01 мм), %	0,0371	0,0292

Аналогичные закономерности прослеживаются и по сумме поглощенных оснований: четко выделяются агрообраземы по классификационным границам 20-25 мг-экв/100 г как в пахотном, так и подпахотном горизонтах, неопределенность внутри группы равна нулю. Нарушение аккумулятивного характера распределения поглощенных оснований обусловлено, по-видимому, агроистощением почв в отношении кальция. Для большинства региональных эталонов данного почвенного района отмечается аккумулятивный характер изменения этого агрохимического свойства по горизонтам, а между «центральными образами» отмечаются существенные различия. Наиболее однородны группировки агрочерноземных почв и агрообраземов ( $J(a_i/b_j)=0,4777-2,289$  бит), напротив, наиболее сильная вариабельность отмечается в группе агроземов темных аккумулятивно-карбонатных и гидрометаморфизованных ( $H(a_i/b_j)=2,0096-2,2217$  бит).

В качестве параметра, который характеризует сходство признака внутри таксона, является количество информации, передаваемой по определенному каналу связи (внутри таксона) –  $J(A/b_j)$ . Анализ данных параметров по основным признакам (имеющим максимальный таксономи-

ческий вес) показал, что наибольшее сходство внутри таксонов характерно для агрообраземов, агротемно-серых почв и агрочерноземов (сумма по всем свойствам  $J(A/b_j)=8,43, 5,18$  и  $3,49$  бит соответственно). В группе темно-серых лесных почв максимальное сходство отмечается по характеру распределения ила в профиле почв ( $J(A/b_j)=1,99$  бит в Апах и  $J(A/b_j)=1,05$  бит в А<sub>2</sub>В). Внутри таксономических групп агроземов темных аккумулятивно-карбонатных **АЗтак** и гидрометаморфизованных **АЗтак<sup>ГМ</sup>** по большинству свойств отмечается значительная неопределенность ( $H(a_i/b_j)=2,17-2,48$  бит), а суммарное количество информации, поступающей по каналам связи между агрохимическими свойствами и таксономической группой, не превышает 0,045-3,49 бит.

### Заключение

На основании специфичных состояний агрохимических свойств почв рассчитаны классификационные границы региональных почв 12-го почвенного района подзоны умеренно засушливой и колючей степи Алтайского края в соответствии с субстантивно-генетической классификацией. Предложен критерий, с помощью которого можно оценивать таксономический вес признака в рамках региональной классифика-

ции. Коэффициент эффективности передачи информации  $K_{эфф}$  позволяет оценить тесноту связи между свойством (таксономическим признаком) и принадлежностью почв к определенной таксономической группе (тип, отдел), а также выбрать главный и второстепенные признаки. В качестве параметра, который характеризует сходство признака внутри таксона, предложен параметр информационного анализа – количество информации, передаваемое по определенному каналу связи (внутри таксона) –  $J(A/b_j)$ . Анализ неопределенности и количества информации (сходимости) внутри таксономических групп позволил сделать вывод о том, что в классификации агроземов гидрометаморфизованных по большинству агрохимических свойств объединены почвы (объекты классификации) значительно различающиеся по своим свойствам и, возможно, генезису. Это позволяет предположить необходимость более детального разделения этих типов на подтипы с учетом сопутствующих почвообразовательных процессов.

#### Библиографический список

- Соколов, И. А. Теоретические проблемы генетического почвоведения / И. А. Соколов. – Новосибирск, 2004. – 296 с. – Текст: непосредственный.
- Почвенный справочник / перевод с французского. – Смоленск: Ойкумена, 2000. – 288 с. – Текст: непосредственный.
- Классификация и диагностика почв России / Л. Л. Шишов, В. Д. Тонконогов, И. И. Лебедева, М. И. Герасимова. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с. – Текст: непосредственный.
- Рожков, В. А. Концепция генератора (машины) классификации почв / В. А. Рожков. – Текст: непосредственный // Бюллетень Почвенного института имени В. В. Докучаева. – 2016. – Вып. 85. – С. 115-130.
- Копосов, Г. Ф. Количественный подход к классификации серых лесных почв Волжско-Камской лесостепи / Г. Ф. Копосов, А. А. Валеева, А. Б. Александрова. – Текст: непосредственный // Почвоведение. – 2014. – № 10. – С. 1155-1164.
- Sneath, P. H. A. Numerical Taxonomy: Principles and Practice of Numerical Classification / P. H. A. Sneath, R. R. Sokal. – San Francisco, 1973. – 573 p.
- Розова, С. С. Классификационная проблема в современной науке / С. С. Розова. – Новосибирск, 1986. – 223 с. – Текст: непосредственный.
- Павлинов, И. Я. Две концепции взвешивания в систематике: взвешивание признаков и взвешивание сходства / И. Я. Павлинов. – Текст: непосредственный // Русский орнитологический журнал. – 2009. – Т. 18. – С. 1187-1204.
- Пузаченко, Ю. Г. Топологические основания выделения систем в географических науках / Ю. Г. Пузаченко, В. С. Скулкин. – Текст: непосредственный // Вопросы географии. – 1977. – Вып. 104. – С. 37-54.
- Сокал, Р. Р. Современные представления о теории систематики / Р. Р. Сокал // Журнал общей биологии. – 1967. – Т. 28. – С. 658-674.
- Sober, E. Parsimony in systematics: philosophical issues / E. Sober // Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1983. – № 14. – P. 1335-357.
- Kluge, A. G. Cladistics and classification of the great apes / A. G. Kluge // New Interpretations of the Ape and Human Ancestry. – New York; London, 1983. – P. 151-180.
- Земледелие: учебник для вузов / Г. И. Баздырев, В. Г. Лошаков, А. И. Пупонин [и др.]. – Москва: Колос, 2000. – 551 с. – Текст: непосредственный.
- Классификация и диагностика почв СССР / В. В. Егоров, В. М. Фридланд, Е. Н. Иванова [и др.]. – Москва: Колос, 1977. – 223 с. – Текст: непосредственный.
- Полевой определитель почв России. – Москва: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 2008. – 182 с. – Текст: непосредственный.
- Пузаченко, Ю. Г. Информационный метод изучения распространения заболеваний / Ю. Г. Пузаченко, А. В. Мошкин. – Текст: непосредственный // Итоги науки. Серия: Мед. Гео-

графия. – Москва: Изд-во ВИНТИ, 1969. – Вып. 3. – С. 5-71.

17. Пивоварова, Е. Г. Решение вопросов пространственной и временной вариации агрохимических свойств почв с помощью информационно-логического анализа / Е. Г. Пивоварова. – Текст: непосредственный // *Агрохимия*. – 2006. – № 8. – С. 77-84.

18. Почвы Алтайского края. – Москва: Изд-во АН СССР, 1959. – 381 с. – Текст: непосредственный.

19. 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.

20. 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.

### References

1. Sokolov, I. A. Teoreticheskie problemy geneticheskogo pochvovedeniya / I. A. Sokolov. – Novosibirsk, 2004. – 296 s. – Текст: непосредственный.

2. Pochvennyj spravochnik / perevod s francuzskogo. – Smolensk: Ojkumena, 2000. – 288 s. – Текст: непосредственный.

3. Klassifikaciya i diagnostika pochv Rossii / L. L. Shishov, V. D. Tonkonogov. I. I. Lebedeva, M. I. Gerasimova. – Smolensk: Ojkumena, 2004. – 342 s. – Текст: непосредственный.

4. Rozhkov, V. A. Konceptiya generatora (mashiny) klassifikacii pochv / V. A. Rozhkov. – Текст: непосредственный // *Byulleten' Pochvennogo insti-*

*tuta imeni V. V. Dokuchaeva*. – 2016. – Vyp. 85. – S. 115-130.

5. Kopusov, G. F. Kolichestvennyj podhod k klassifikacii seryh lesnyh pochv Volzhsko-Kamskoj lesostepi / G. F. Kopusov, A. A. Valeeva, A. B. Aleksandrova. – Текст: непосредственный // *Pochvovedenie*. – 2014. – № 10. – S. 1155-1164.

6. Sneath, P. H. A. Numerical Taxonomy: Principles and Practice of Numerical Classification / P. H. A. Sneath, R. R. Sokal. – San Francisco, 1973. – 573 p.

7. Rozova, S. S. Klassifikacionnaya problema v sovremennoj nauke / S. S. Rozova. – Novosibirsk, 1986. – 223 s. – Текст: непосредственный.

8. Pavlinov, I. Ya. Dve koncepcii vzveshivaniya v sistematike: vzveshivanie priznakov i vzveshivanie skhodstva / I. Ya. Pavlinov. – Текст: непосредственный // *Russkij ornitologicheskij zhurnal*. – 2009. – Т. 18. – С. 1187-1204.

9. Puzachenko, Yu. G. Topologicheskie osnovaniya vydeleniya sistem v geograficheskikh naukah / Yu. G. Puzachenko, V. S. Skulkin. – Текст: непосредственный // *Voprosy geografii*. – 1977. – Vyp. 104. – С. 37-54.

10. Sokal, R. R. Sovremennye predstavleniya o teorii sistematiki / R. R. Sokal // *Zhurnal obshchej biologii*. – 1967. – Т. 28. – С. 658-674.

11. Sober, E. Parsimony in systematics: philosophical issues / E. Sober // *Ann. Rev. Ecol. Syst.* – 1983. – № 14. – P. 1335-357.

12. Kluge, A. G. Cladistics and classification of the great apes / A. G. Kluge // *New Interpretations of the Ape and Human Ancestry*. – New York; London, 1983. – P. 151-180.

13. Zemledelie: uchebnik dlya vuzov / G. I. Bazdyrev, V. G. Loshakov, A. I. Puponin [i dr.]. – Moskva: Kolos, 2000. – 551 s. – Текст: непосредственный.

14. Klassifikaciya i diagnostika pochv SSSR / V. V. Egorov, V. M. Fridland, E. N. Ivanova [i dr.]. – Moskva: Kolos, 1977. – 223 s. – Текст: непосредственный.

15. Polevoj opredelitel' pochv Rossii. – Moskva: Pochvennyj in-t im. V. V. Dokuchaeva, 2008. – 182 s. – Текст: непосредственный.

16. Puzachenko, Yu. G. Informacionnyj metod izucheniya rasprostraneniya zabolevanij / Yu. G. Puzachenko, A. V. Moshkin. – Tekst: neposredstvennyj // Itogi nauki. Seriya: Med. Geografiya. – Moskva: Izd-vo VINITI, 1969. – Vyp. 3. – S. 5-71.

17. Pivovarova, E. G. Reshenie voprosov prostranstvennoj i vremennoj variacii agrohimicheskikh svojstv pochv s pomoshch'yu informacionno-logicheskogo analiza / E. G. Pivovarova. – Tekst: neposredstvennyj // Agrohimiya. – 2006. – № 8. – S. 77-84.

18. Pochvy Altajskogo kraja. – Moskva: Izd-vo AN SSSR, 1959. – 381 s. – Tekst: neposredstvennyj.

19. Pivovarova, E. G. Regional'nye etalony pochv kak indikatory agrogennoj transformacii ih agrohimicheskikh svojstv / E. G. Pivovarova, L. A. Fedchenko. – Tekst: neposredstvennyj //

Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sbornik materialov: v 2 knigah / XV Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya (12-13 marta 2020 g.). – Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2020. – Kn. 1. – S. 282-284.

20. Puzachenko, Yu. G. Vozmozhnosti primeniya informacionno-logicheskogo analiza pri izuchenii pochvy na primere ee vlazhnosti / Yu. G. Puzachenko, L. O. Karpachevskij, N. A. Vznuzdaev. – Tekst: neposredstvennyj // Zakonomernosti prostranstvennogo var'irovaniya svojstv pochv i informacionno-statisticheskie metody ih izucheniya. – Moskva: Nauka, 1970. – S. 103-121.

*Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ № 18-44-220003 и Минобрнауки Алтайского края Н-40.*



УДК 630\*114:631.436:630(571.15)

**Н.И. Зайкова, С.В. Макарычев**  
N.I. Zaykova, S.V. Makarychev

## ОСОБЕННОСТИ ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ В ПРОФИЛЕ ЧЕРНОЗЕМА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ СТОЛОВОЙ СВЁКЛЫ В УСЛОВИЯХ ПРАВОБЕРЕЖЬЯ РЕКИ ОБИ

### FEATURES OF WATER CONTENT IN THE PROFILE OF THE BLACK SOIL WHEN CULTIVATING RED BEETS IN TERMS OF THE RIGHT BANK OF THE OB RIVER

**Ключевые слова:** чернозем, свёкла, дисперсность, плотность, влажность, дефицит влаги, орошение, поливная норма.

Обязательным условием получения высоких урожаев столовой свёклы является повышение плодородия почвы с помощью создания оптимальных гидротермических режимов в генетических горизонтах почвенного профиля. Объектами наших исследований были выбраны чернозёмы выщелоченные и свёкла столовая сорта Несравненная А-0463, расположенные в Первомайском районе Алтайского края на территории Лосихинской оросительной системы. Изучение возможностей гидромелиорации требует рассмотрения генетических, физических и водно-физических особенностей подлежащей орошению

почвы. Гранулометрический состав чернозема среднесуглинистый, но почвообразующая порода представляет собой легкий суглинок. Плотность сложения чернозема выщелоченного увеличивается с глубиной. Почва малогумусная, поэтому в иллювии количество органики не превышает 0,4%. Наименьшая влагоемкость максимальна в гумусовых, наиболее рыхлых, горизонтах. При НВ порозность аэрации весьма мала, что может затруднить дыхание растений. Общие запасы влаги в корнеобитаемом слое в мае 2011 г. были небольшими. Летом осадков оказалось крайне мало, а температура воздуха превышала 30° практически в течение всей вегетации. В результате уже к концу мая недостаток влаги достиг 85 мм, а в августе увеличился до 117 мм. В июле резко возросло водопотребление, поэтому требова-