

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ НАЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ ПРИГОДНОСТИ ЗЕМЕЛЬ *

© 2014 г. В. А. Рожков

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер. 7, стр. 2
e-mail: rva39@mail.ru*

Обсуждается модифицированный алгоритм ФАО оценки пригодности земель и почв под угодья и сельскохозяйственные культуры на основе расчетного индекса LUI (land unit index), который вычисляется по рейтингам учтенных почвенных показателей. В качестве таких показателей и рейтингов использованы принятые в системе ФАО, Министерстве сельского хозяйства США (USDA) и Госкомземе Российской Федерации. Алгоритм и предлагаемые компьютерные программы интерактивных экспертных систем (ADAPTER, LAND, PLANT) универсальны и позволяют включать любые показатели для решения широкого круга задач, в том числе в режиме off-line..

Ключевые слова: оценка пригодности земель, показатели для оценки земель.

ВВЕДЕНИЕ

Материалы, содержащие данные и информацию (оцененные данные), характеризующие почвы и почвенный покров (ПиПП) страны, составляют основу оценок сельскохозяйственных земель. Частью реестра сельскохозяйственных земель являются принятые положения земельного кадастра при качественной оценке земель. Характеристика состояния ПиПП, отражение их плодородия и устойчивости к деградации представляют собой комплексные показатели, обобщающие значения ряда свойств и состава почв. Не

* Работа выполнена при поддержке РФФИ: 07-04-13588 офиц: Создание нового информационного продукта по почвенным ресурсам “Атлас почв России” и 08-04-00672а “Создание атрибутивной (профильной) информационной базы данных по почвам России (2008–2010)”.

величина урожая, а ПиПП служат индикатором и критерием плодородия земель (Рожков, 2006).

Используемые в инструкциях к кадастровым оценкам земель показатели бонитетов почв, содержания гумуса и питательных веществ, нормативы доступности их для сельскохозяйственных культур требуют регионального подхода, т.е. надо использовать природно-сельскохозяйственное районирование, учитывать специализацию производства и, в частности, рациональное размещение культур¹.

Важен экологический аспект землепользования. И не только с позиций опасностей техногенного загрязнения, санитарного состояния и др. Необходимо расширение ландшафтно-адаптивных технологий, способствующих рационализации использования почвенного покрова хозяйств. В конечном счете, это обеспечит существенный краткосрочный и особенно долгосрочный экономический эффект.

Оценки состояния ПиПП необходимы для целей постоянного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения в процессах их трансформации в хозяйствах различной формы собственности.

ПОЧВЕННЫЕ ДАННЫЕ, ИНФОРМАЦИЯ, ЗНАНИЯ

Результаты почвенных исследований и проектных изысканий связаны с большими трудовыми и экономическими затратами, поэтому все они должны быть документированы в унифицированной форме, сведены в общедоступные базы данных, информационные системы. Международный и отечественный опыт создания подобных информационных ресурсов имеет более чем 30-летнюю историю. Научные и проектные организации страны накопили обширный объем данных и знаний о почвах, нашедший отражение в многочисленных публикациях, фондовых материалах, архивах и

¹ Необходимо констатировать, что качественная оценка земель до сих пор если и приводится, то формально или произвольно. Довлеет принцип оценки земель не с позиций сельскохозяйственного производства и плодородия, а по пригодности к застройке и близости к административному центру. Отсюда участки с воронежским черноземом оказываются на порядок дешевле подзолистой почвы под Москвой.

базах данных, представленных в почвенных картах разного масштаба и содержания. Многие карты оцифрованы, они составили информационную основу различных ГИС. К 1988 г. территория России была покрыта картографической основой в масштабе 1 : 25 000 и треть страны – масштабе 1 : 10000. Внедрение современных средств информатики в почвоведение имеет длительную историю (Рожков, 2002).

Обширная информация по запросам типа “Почвы ... области”, насчитывающая сотни тысяч страниц, имеется в Интернете (рис. 1А). Даже 1% из этих данных, содержащих необходимые почвенные показатели или указания на их источники, дает достаточно полную картину о почвах и почвенном покрове территории. На фрагменте рис. 1Б кроме указания числа найденных страниц отмечено наличие и год издания среднемасштабных почвенных карт (Руководство по среднемасштабному картографированию..., 2008).

Важнейшей общей характеристикой крупномасштабных почвенных данных является их полнота: привязка, морфологическое и аналитическое описание. Большинство накопленных в прошлом данных не имеет координат разрезов, а лишь описание положения в ряду зональных почв. Необходимо отметить неоднородность представления почвенных данных по составу показателей их свойств, вещественного состава и условий почвообразования. Разнятся классификационные определения почв по уровням таксономии. Все это указывает на необходимость унификации форм представления и шкал значений почвенных показателей для обеспечения их сопоставимости и однозначной интерпретации. Номинальная, порядковая и арифметические шкалы (разностей, отношений, абсолютная) значений имеют разные наборы допустимых арифметических операций, а, следовательно, и методов их обработки (Рожков, 2005).

С учетом требований, принятых в Государственной системе стандартных справочных данных, предложена дифференциация почвенных данных по их достоверности. В состав этой системы включены многие организации Академии наук, промышленности и высшего образования. В 80-х годах Почвенный институт считался головной организацией по изучению физико-химических свойств почв. Служба издает справочники, библиографические

А

GOOGLE: почвы Ленинградской области

- [Ленинградская область](#) — Википедия
- Даринский А. В. **Почвы** // География **Ленинградской области**. — Санкт-Петербург: Глагол, 2001. — С. 35-39. — ISBN 5-88729-025-0; ↑ Карта растительности ...
- [Природа](#) - [История](#) - [Население](#) - [Экономика](#)
- ru.wikipedia.org/.../Ленинградская_область - [Сохранено в кэше](#) - [Похожие](#)
- [Ленинградская область](#) - [общая характеристика](#)
- **Ленинградская область**. На сайте КТМЗ & ARATclub. ... (леса с преобладанием ели) растут обычно на глинистых и суглинистых, реже- на супесчаных **почвах**. ... <ktmz.boom.ru/library/.../index.html> - [Сохранено в кэше](#) - [Похожие](#)
- [Карта Ленинградской области: химическое загрязнение почвы и воды](#)
- Химическое загрязнение **почв Ленинградской области** формируется за счет эмиссий от промышленных объектов, выбросов автотранспорта и размещения отходов ... <www.cottagesspb.ru/.../tehnogennyje/> - [Сохранено в кэше](#) - [Похожие](#)
- [Почва и почвенные ресурсы](#)
- В данном ресурсе представлены изображения территории в

Б

ФРАГМЕНТ ИНТЕРНЕТ-ДАННЫХ

№	Субъект федерации	Площадь (км ²)	Население	ИНТЕРНЕТ тыс. стр.	Карты
01	Адыгея	7.600	447.000	292	
03	Башкортост.	143.600	4.103.000	350	1988
05	Дагестан	50.300	2.584.000	575	
06	Ингушетия	4.000	469.000	487	
08	Калмыкия	76.100	292.000	310	
43	Калужская	29.900	1.041.000	428	1985
546	Костромская	60.100	738.000	336	
48	Курская	29.800	1.236.000	407	1961, 1985
49	Ленинградская	84.000	1.671.000	658	
50	Липецкая	24.100	1.213.000	304	
52	Московская	46.000	6.627.000	2000	1956, 1985

Рис. 1. Фрагменты страниц поиска данных о почвах в Интернете: А – фрагмент ответа на запрос; Б – сводка по субъектам Федерации.

указатели, обзоры, которые содействуют оперативному использованию проверенной, унифицированной информации о значениях физических констант, свойствах материалов и веществ заинтересованными организациями. Эти издания дают наиболее достоверный уровень сообщений о результатах исследовательских работ,

связанных в том числе с созданием стандартных образцов веществ и материалов.

Уровень достоверности данных – важный фактор результатов любой работы. В этой связи справочную информацию классифицируют на стандартную, рекомендуемую и информационную.

К стандартным справочным данным относят числовые значения физических констант, свойств материалов и веществ, которые получены на основе анализа и оценки достоверности результатов расчетов (измерений) и утверждены Госстандартом РФ. Опыт института в создании стандартных образцов почв целесообразно продолжить.

К рекомендуемым справочным данным относят числовые значения физических констант, свойств материалов (веществ), которые получены путем оценки погрешности результатов измерений (расчетов). Эти параметры подлежат утверждению органами Госстандарта РФ. В таком качестве следует считать прошедшие экспертизу материалы “Классификации и диагностики почв” (1977), утвержденные Министерством сельского хозяйства, материалы землеустроительных и других проектных работ, представляющих почвенные данные.

К информационным данным относят совокупность сведений об ассортименте (номенклатуре), свойствах и параметрах качества почв (веществ) в конкретный период времени. К ним следует относить авторские исследования почвоведов, персональные и корпоративные банки данных.

Организация почвенно-экологической базы данных страны целесообразна с учетом предложенной дифференциации, чтобы избежать чрезмерной избыточности данных, несогласованности классификаторов и фасетных классификаций. Основная формула информатики связывает понятия данных, информации и знаний в следующей формуле:

Данные = $ис$ => Информация = $эс$ => Знания.

Здесь данные представляются как первичные измерения (в том числе информационные характеристики). Из них средствами некоторой информационной системы ($ис$) вырабатывается информация, или рекомендуемые данные (например, вычисляются ошибки измерений, статистические распределения). Наконец, придавая информации содержательный смысл, который имеет

экспертный характер, формируют декларативные и процедурные знания (*эс*). Первые отвечают на вопросы *кто?*, *что?*, вторые – *как?*, *если, то* и т.п. Их целесообразно фиксировать в качестве стандартных справочных данных.

Характеристика состояния ПиПП, отражение их плодородия и устойчивости к деградации представляют собой комплексные показатели (индексы), обобщающие значения ряда свойств и состава почв. Поэтому информация и тем более знания обычно представляют собой обобщающие выражения из теории подобия, эмпирические или детерминированные формулы, многомерные критерии. Примером служат бонитеты почв, обобщающие несколько почвенных свойств и требований культур. Вербальной информацией служит классификация почв, в которой сконцентрированы представления о почвенных таксонах.

Используемые в инструкциях по кадастровым оценкам земель показатели бонитетов почв, содержания гумуса и питательных веществ, нормативы доступности их для сельскохозяйственных культур, требуют регионального подхода. Содержание гумуса, равное 2.5%, будет очень низким для чернозема, средним для дерново-подзолистой почвы и высоким для светло-каштановой. Переходя от шкалы отношений к более слабой порядковой шкале, можно выражать этот показатель для всех почв одинаково – слабо-, средне- и много гумусовые, не забывая при этом о интервалах значений содержания гумуса в разных почвах. Отсюда возникает потребность в районировании почв и учете специфики почвенных показателей при создании базы данных.

С географическими особенностями ПиПП перекликаются организационные аспекты. Организация мониторинга почв дифференцируется на федеральный, региональный и локальный уровни. Рационально связать такое деление с типами справочных данных: информационные – на локальном уровне, рекомендуемые – на региональном, стандартные – на федеральном. Соответственно этому предложено дифференцировать уровни распределенной почвенной информационной системы в стране (Fridland, Rozhkov, 1977).

Объективные природные (экологические) и организационные аспекты, определяющие требования к представлениям сведений о ПиПП, можно дополнить существующей многоцелевой специали-

зацией сельскохозяйственного производства на обширной территории страны и многообразием форм собственности на землю.

ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЕ ДАННЫХ

Цели мониторинга сельскохозяйственных земель включают контроль изменения плодородия почв и факторов их определяющих. Имеется в виду контроль влияния антропогенных, хозяйственных факторов, с целью определения наиболее действенно влияющих на продуктивность земель. Важно подчеркнуть, что величина урожая зависит от многих условий, часто случайных и независимых: засуха, вредители и болезни, некачественный посевной материал, нарушения технологии и др. Свойства и состав почв заранее предскажут наступающие негативные явления и процессы, ведущие к деградации почв, снижению их продуктивности или уменьшению качества сельскохозяйственной продукции.

Структура данных почвенно-экологической базы данных (БД), соответствующая прикладным целям мониторинга земель, существенно менее сложна по сравнению с БД для научных исследований. Однако использование ее должно быть тем проще, чем выше уровень управления. Эта простота достигается усложнением информационной системы в целом и алгоритмов выполнения запросов. Имеется опыт разработки прототипов экспертных систем, которые могут служить типовыми ядрами распределенной базы почвенно-экологических данных.

В рамках поставленной цели – мониторинга почв – концептуальная модель почвенно-экологическая БД должна включать картографическую и атрибутивную составляющие, декларативные (нормативные в частности) и процедурные знания. БД для мониторинга относится к темпоральным, временным системам, т.е. время входит в число учитываемых параметров. Временной лаг дистанционных и наземных наблюдений определится организационно-техническими условиями ведения реестра почв. Однако учет изменения почвенных показателей имеет свою специфику. Почвенные свойства имеют различное характерное время, разделяясь на консервативные (почва-память: гранулометрический и валовой составы и т.п.) и динамичные (почва-момент: пористость, кислотность, питательные вещества и др.). Метеорологи договорились

считать климатическими изменения, фиксируемые через 30 лет. Изменения в более короткие интервалы считаются погодными вариациями. В отношении почв таких придержек не существует, и, вероятно, такой интервал будет разным для отдельных культур и уровней организации БД – локальных, региональных, федеральной.

Важным этапом является выбор информативных почвенно-экологических показателей, необходимых для принятия решений. Предлагаемые подходы к вычислению интегральных показателей плодородия (Технические указания..., 2000) вызывают существенную критику. За рамками обсуждений находятся расчеты и рамки приложений бонитетов: не обоснованы значения поправочных коэффициентов указанных почвенных показателей: мощность органического горизонта, содержание гумуса в пахотном горизонте, доля физической глины, рН водной вытяжки, – они недостаточны для вычисления интегрального показателя. В отличие от США, где классификация почв (Soil Taxonomy) практически является стандартом, и за каждым почвенным таксоном однозначно зафиксирован целый список диагностических показателей, в нашей стране довольно вольно интерпретируется даже принятая “Классификация и диагностика почв” (1977), и нет гарантии, что указанная почва названа правильно.

Классификация является компактной информационной системой множества объектов. Концепция информационной базы классификации дает возможность построения исчерпывающей классификации почв (Шишов и др., 1985; Рожков, 2005). В качестве нормативного блока (декларативных знаний) по почвам земледельческой зоны страны может служить экспертная система классификации и диагностики почв МЕРОН (Рожков, Рожкова, 1993), в которой использованы почвенные показатели из программы будущей новой классификации (Фридланд, 1982). Эта компактная система не только предоставляет информацию, но и определяет сходство новых описаний с эталонами. После обновления атрибутивного содержания и программного сопровождения МЕРОН может стать носителем стандартных справочных данных на всех уровнях организации распределенной БД.

Основой для утверждения стандартных справочных данных (эталонных, типичных образов и т.п.) может служить и Классификация (2004). Для этих целей вместе с МЕРОНом они объединены

в единой информационной системе INFOSOIL на сайте с одноименным названием. Таким образом, появились перспективы создания унифицированного блока классификации и описания почв в реестре почв, позволяющего идентифицировать вновь представленные описания почв по их близости к фиксированным в информационной системе в качестве эталона.

Формализация классификации структур почвенного покрова (СПП) (рис. 2) существенно упрощает включение данного фактора плодородия земель в БД их реестра (Белобров и др., 1993).

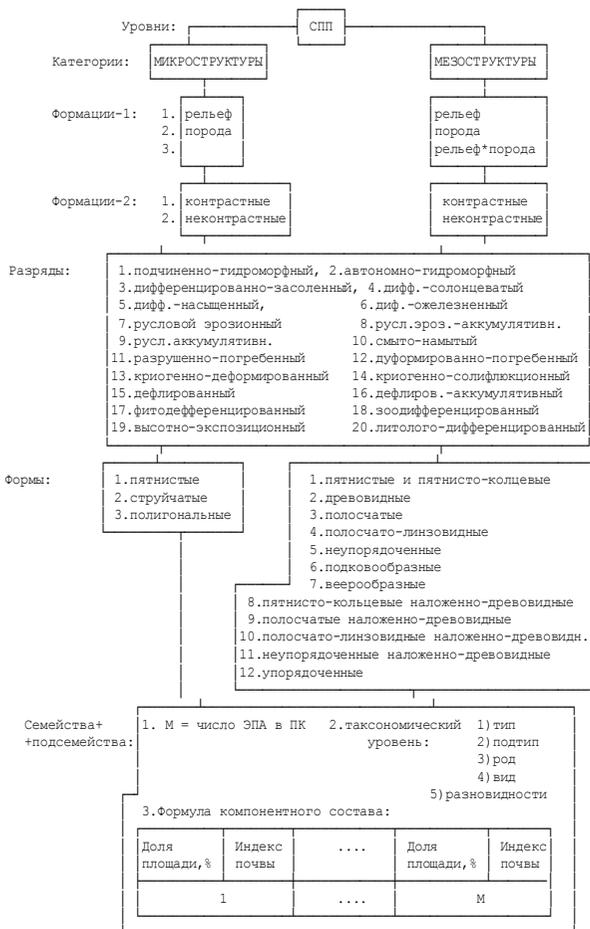


Рис. 2. Классификация структур почвенного покрова.

С учетом числа градаций по таксономическим уровням классификации СПП имеем число классификационных единиц:

$$\text{Категории} \times \text{Формации} \times \text{Разряды} \times \text{Формы} = N:$$

$$\text{для микроструктур} = 2 \times 2 \times 20 \times 3 = 240$$

$$\text{для мезоструктур} = 3 \times 3 \times 20 \times 12 = 1440$$

Всего: 1680.

Таким образом, все многообразие СПП включает 1680 единиц. Комбинация номеров градаций по таксономическим уровням будет служить составным ключом СПП. По каждой из них может встретиться неограниченное число семейств и подсемейств, различающихся составом почв и долей их участия в почвенном комплексе. Для количественного обобщения (свертки) показателей по СПП разработан алгоритм учета свойств почв и форм контуров их комбинаций.

Оценка пригодности земель под угодья. Функциональным ядром БД в качестве процедурных знаний может стать экспертная система LAND, предназначенная для оценки пригодности земель под угодья (Рожков, Рожкова, 1993; Руководство..., 1997).

Количественные оценки пригодности земель имеют сравнительно короткую историю. Вместе с тем, они необходимы для многочисленных приложений: кадастровых оценок, определения структуры угодий, выбора и размещения сельскохозяйственных культур и др. Они могут применяться на уровне поля, хозяйства, района и определяются обобщением совокупности показателей, имеющих отношение к поставленной цели. В качестве такой меры используются расчетные индексы (FAO, 1976; Гринченко, Егоршин, 1985; Linkes, 1985; Карманов, 1990; Руководство..., 1997; Рожков, Рожкова, 1993). Для расчета индекса выбирают список показателей, определяющих пригодность земель. Значениям этих показателей присваивается рейтинг (балл), исходя из того, накладывают они или нет какие-либо ограничения при использовании земель. Рейтинги могут быть получены экспертным путем на основе обобщения отечественного и зарубежного опыта (табл. 1).

Виды интегральных индексов продуктивности земель.

1. И.И. Карманов (1990): Почвенно-экологический индекс.
2. Т.А. Гринченко и А.А. Егоршин (1985):

$$Y_i = \exp\{-k^* |(X_i - A_i)/(A_i - B_i)|^h\},$$

Таблица 1. Рейтинги и соответствующие им ограничения использования земель

Код	Уровень ограничений	Рейтинг, %
0	Отсутствуют	100–98
1	Слабые	97–85
2	Средние	84–60
3	Жесткие	59–45
4	Очень жесткие	44–0

где X_i – исходный показатель; A_i – оптимум; B_i – наихудшие значения; $k = 5$, $h = 3$ – подобраны для конкретных условий; при $X_i > A_i$ $Y_i = 1$. Сводный показатель качества земли:

$$P = [Y_1 Y_2 \dots Y_m]^{1/m}.$$

3. В. Линкеш (Linkes, 1985) – индекс активности лимитирующего фактора:

$$LFA = [(Z_1 Z_2 \dots Z_m)^{(m-2)}/10]^{1/2}.$$

где Z_i – нормированные значения лимитирующих значений.

4. Т.П. Магазинщиков (1987) – индекс общей продуктивности земель (P):

$$P = L T N S O A M D H,$$

где L – рейтинг мощности почвы; T – гранулометрического состава; N – насыщенности основаниями; S – степени засоления; O – гумуса; A – емкости катионного обмена и характера глинистых минералов; M – материнской породы; D – степень дренированности; H – степень увлажнения.

Продуктивность земель оценивается по значению P : 100–65 – очень высокая; 64–35 – высокая; 34–20 – средняя; 19–8 – низкая; 7–0 – очень низкая.

5. ФАО (1976): $LUI = 100 (R_1 R_2 \dots R_t)$, где LUI – land unit index, %, R_t – рейтинг t -го признака.

6. ГИС АДАПТЕР (Рожков, Рожкова, 1993):

$$LUI = 100 [(R_1 R_2 \dots R_t)]^{1/t}.$$

Оценка пригодности земель под угодья и/или сельскохозяйственные культуры с учетом индекса LUI проводится по пяти-балльной системе:

1 класс (LUI > 75%) – весьма пригодные: имеются лишь легкие ограничения не более чем на 3/4 территории.

2 класс (74–50%) – умеренно пригодные: средние ограничения не более чем на 2/3 территории.

3 класс (50–25%) – слабо пригодные: средние ограничения на 2/3 территории и не более одного показателя с тяжелыми ограничениями.

4 класс (<25%) – непригодные: вопрос о возможности использования требует дополнительных экономических обоснований.

Последний класс может подразделяться на два подкласса. Практически непригодные (4а), если имеются тяжелые ограничения на 2/3 территории, но они могут быть устранены при значительных материальных затратах. Непригодные (4б), если имеют тяжелые ограничения, которые не могут быть устранены.

Для оценки земель с целью определения категории их пригодности отбираются показатели, которые наиболее существенно влияют на характер возможного и целесообразного использования под основные виды сельскохозяйственных угодий (пашню, сенокосы, пастбища). Среди них обычно учитывают элемент рельефа, уклон, дренированность территории и степень ее увлажнения, глубину грунтовых вод, контурность или пестроту полей, окультуренность земель, эрозионную опасность и степень эродированности, мощность почвенного профиля, гранулометрический состав, каменистость, карбонатность, оглеение почв.

Присвоение рейтингов градациям показателей проводится на основании специальных исследований или экспертно, исходя из значимости в данной местности. Совокупность рейтингов градаций всех показателей образует нормативную базу задачи. В данном случае использованы рекомендации ФАО, USD и ГИЗРа. Предлагаемые рейтинги свойств приведены в табл. 2.

Иллюстрацией описанного подхода являются диалоговая экспертная система LAND и ее картографическая реализация ADAPTER (Рожков, Рожкова, 1993). На мониторе высвечиваются поочередно признаки с соответствующими градациями их значений. Для каждой градации предлагается интервал рейтингов, который может быть изменен пользователем в интерактивном режиме.

После присвоения выбранным признакам рейтингов выводится сводка экспертной характеристики контура (табл. 3), которая содержит список выбранных признаков, их рейтинги, а также вели-

Таблица 2. Рейтинги свойств

№	Градация	Балл, %	№	Градация	Балл, %
Рельеф			Эрозионная опасность		
1	Водораздел	85–98	1	Нет	89–100
2	Склон < 2	98–100	2	Слабая	85–98
3	Склон 2–5	85–98	3	Средняя	60–85
4	Центральная пойма	60–85	4	Сильная	45–60
5	Прирусловая пойма	45–60	5	Очень сильная	< 45
6	Равнина	85–98	Степень эрозии		
Контурность			1	Нет	98–100
1	ЭПА	85–98	2	Слабая	85–98
2	Слабоконтурные	85–98	3	Средняя	60–85
3	Среднеконтурные	60–85	4	Сильная	45–60
4	Сильноконтурные	45–60	5	Очень сильная	< 45
Окультуренность			Уклон, градус		
1	Неокультуренные	45–60	1	< 1	98–100
2	Слабоокультуренные	60–85	2	1–3	85–98
3	Окультуренные	85–98	3	3–8	60–85
4	Глубокоокультуренные	98–100	4	8–30	45–60
5	Культурные	98–100	5	> 30	< 45
Дренированность			Мощность почвы, см		
1	Избыточная	60–85	1	> 200	98–100 (98–100)**
2	Нормальная	98–100	2	100–200	85–98 (98–100)
3	Средняя	85–98	3	50–100	60–85 (85–98)
4	Слабая	45–60	4	30–50	45–60 (60–85)
5	Очень слабая	< 45	5	< 30	< 45 (45–60)
Увлажнение			Гранулометрический состав		
1	Слабое (сухо)	60–85	1	Глина	85–98 (60–85)***
2	Нормальное	98–100	2	Тяжелый суглинок	98–100 (85–98)
3	Эпизодическое переувлажнение	85–98	3	Средний суглинок	90–98 (60–85)
4	Периодическое переувлажнение	45–60	4	Легкий суглинок	85–90 (60–85)
5	Постоянное переувлажнение	< 45	Каменистость, м ³ /га		
Слитность почв			1	Нет	98–100
1	Есть	< 45	2	< 50 (слабая)	85–89
2	Слабая	60–85	3	50–100	60–85
3	Отсутствует	85–98	4	100–200 (сильная)	45–60
Грунтовые воды, глубина, м			5	> 200 очень сильная	< 45
1	> 3	98–100 (>60)*	Карбонаты		
2	1.2–3	85–98 (45–60)	1	< 25 (нет)	95–100
3	0.5–1.2	85–98 (< 45)	2	25–50 (есть)	85–95
4	< 0.5	45–60 (< 45)			

№	Градация	Балл, %	№	Градация	Балл, %
Засоление,					
1	Незасоленная	98–100, 85–98, 60–85****	5	Очень сильно засоленная	45–60, < 45,
2	Слабозасоленная	85–98, 60–85, 60–85	1	Нет	98–100
3	Среднезасоленная	60–85, 60–85, 45–60	2	Слабооглеенная	85–98
4	Сильнозасоленная	45–60, 45–60, < 45	3	Глееватая	60–85
			4	Глеевая	45–60
			5	Глей	< 45
Оглеение					

* В скобках указана глубина засоленных грунтовых вод.

** В скобках значения для плотной (рыхлой) породы.

*** В скобках указано содержание скелета <25% (>25).

**** Указано последовательно для содержания Na = 5–10, 10–15, >15%.

чину общего индекса (LUI) и его интерпретацию, т.е. название категории пригодности. В ходе расчетов можно провести корректировку присвоенных рейтингов (строка под таблицей).

Таблица 3. Экспертная характеристика объекта

Номер	Показатель	Балл, %
1	Рельеф	85
2	Окультуренность	88
3	Дренированность	99
4	Увлажнение	98
5	Грунтовые воды	100
6	Эрозионная опасность	85
7	Степень эрозии	85
8	Уклон	65
9	Мощность почвы	85
10	Гранулометрический состав	85

Итоги расчетов:

Категория	Пригодность земель	Общий индекс
1	Под пашню	87

что делать?: 1 – корректируем баллы, 2 – завершение счета?

В том случае, если LUI < 50%, выводится также список лимитирующих факторов, т.е. тех признаков, которые имеют минимальные значения рейтингов:

Категория	Пригодность земель	Общий индекс
3	Под пастбища	43

что делать?: 1 – корректируем баллы, 2 – завершение счета? 2

Лимитирующие факторы	Балл,%
Контурность	20
Дренированность	20
Степень эрозии	20

Результаты счета представляются в виде таблицы, где указаны номера контуров, интервалы рейтингов и интерпретация полученной оценки:

№ контура	Рейтинг	Интерпретация
0	< 25	Не пригодные
1	50–25	Пригодны под пастбища
2	51–75	Пригодны под сенокосы
3	76–100	Пригодны под пашню

Результаты вычислений могут быть представлены в виде картограмм, для построения которых используется введенная почвенная карта хозяйства. Ее контуры перекрашиваются в цвет, выбранный для данной категории пригодности.

Оценка пригодности земель под сельскохозяйственные культуры. При оценке пригодности земель для выращивания той или иной культуры используется мера сходства между требованиями культуры и показателями, которые характеризуют данное земельное угодье. Каждая сельскохозяйственная культура обладает определенными требованиями к почве и внешним условиям. Пусть набор из m таких показателей обозначается через Z_j , где $j = 1, \dots, m$ – номера и число показателей.

Совокупность показателей, которыми характеризуется отдельные контуры (угодья) земель, образует многомерную выборку. Каждому контуру в ней соответствует набор из m признаков, а вся совокупность образует таблицу объект–свойства. Обозначим такое множество объектов (многомерную выборку) через X_{ij} , где $i = 1, \dots, n$ угодий и $j = 1, \dots, m$ показателей.

Матрица наблюдений имеет n строк, что соответствует числу описанных контуров (угодий) и m столбцов – по числу показателей. В качестве показателей, необходимых для оценки пригод-

ности земельного контура под культуру, следует учесть следующие: температуру воздуха и почвы, физиологически активную радиацию (ФАР), коэффициент увлажнения Иванова, влагообеспеченность, мощность почвы, плотность объемной массы, содержание физической глины, рН солевой вытяжки, содержание доступных N, P, K.

Пригодным считается тот участок, сходство требований растений с которым по показателям наибольшее. Понятия “различия” и “сходства” выражаются как расстояние между требованиями растений и свойствами оцениваемой почвы:

Экспертная система для определения пригодности почв под сельскохозяйственные культуры “PLANT”. Определяется индекс пригодности почв для сельскохозяйственных культур:

winter озимая пшеница	barley ячмень	maize кукуруза
soyben соя	rice рис	potato картофель
sinter яровая пшеница	millet просо	polign гречиха
oat овес	sbeet сахарная свекла	carrot морковь
rye озимая рожь	sorghm сорго	mustrd горчица
pea горох	cabbag капуста	rape озимый рапс

Минимальное среднее расстояние (различие) по m признакам между свойствами почвы и требованием сельскохозяйственных культур означает наилучшую пригодность:

$$d = 1/m \sum_{j=1}^m [(X_j - X_{ij}) / (X_{maxj} - X_{minj})]^2.$$

Очевидно, что для проведения таких расчетов в компьютере должны храниться описания контуров земель, относительно которых предстоит проводить оценку пригодности. Это могут быть выборки, т.е. описания нескольких реальных почв, усредненные или модальные их характеристики, голотипы – наиболее типичные почвы. Возможен случай, когда объект окажется на равном расстоянии от двух или более контуров сразу, в таком случае они оба одинаково пригодны под данную культуру.

На рис. 3 приведен пример приложения рассмотренного модуля в реальной задаче.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложены апробированные программно-информационные модули почвенно-экологического блока в реестре сельскохозяйственных земель. Эти средства позволяют унифицировать диагностику почв, устраняя авторскую и региональную субъективность представлений об их составе и свойствах. Аналогичные унифицированные подходы предложены для оценки эрозийной опасности и выбору противоэрозийных технологий возделывания сельскохозяйственных культур (Рожков, 2007). Обсуждается обобщенный механизм организации классификационных построений в почвоведении (Рожков, 2013а, б).

В оценках пригодности почв под угодья и культуры исключается использование не обоснованных статистически поправочных коэффициентов, а для интегральных показателей плодородия предлагаются количественные индексы плодородия и международные методы расчетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белобров В.П., Рожков В.А., Столбовой В.С. База данных о структурах почвенного покрова для их классификации // Почвоведение. 1993. № 7. С. 83–90.
2. Гринченко Т.А., Егоршин А.А. Комплексная оценка плодородия почв и степени их окультуренности при длительном воздействии мелиорации и удобрений // Агрохимия. 1984. № 11. С. 82–88.
3. Карманов И.И. Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельскохозяйственных культур. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 114 с.
4. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. 224 с.
5. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
6. Магазишников Т.П. Земельный кадастр. Львов: Львовский гос. Университет, 1987. 424 с.
7. Рожков В.А. Становление почвенной информатики // Почвоведение. 2002. №7. С. 858-866.
8. Рожков В.А. Алгебра WRB (формализация концепции) // Эксперимент. Информация в почвоведении: теория и пути стандартизации. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2005. С. 73–82.
9. Рожков В.А. Почва как основа плодородия земель // Плодородие. 2006. № 5 (32). С. 12–15.
10. Рожков В.А. Оценка эрозийной опасности почв // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 59. 2007. С. 77–91.

11. *Рожков В.А.* Организационные механизмы тектологии в почвоведении // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 71. 2013а. С. 80–102.
12. *Рожков В.А.* Классификация почв – не место для дискуссий // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. Вып. 72. 2013б. С. 47–63.
13. *Рожков В.А., Рожкова С.В.* Почвенная информатика. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1993. 190 с.
14. Руководство по определению потенциального плодородия и уровня его использования по почвам пашни Центрального района России с целью их охраны, предотвращения деградации. М.: Госкомзем, 1997. 25 с.
15. Руководство по среднемасштабному картографированию почв на основе ГИС. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008.
16. Технические указания по государственной кадастровой оценке сельскохозяйственных угодий в субъекте российской федерации. М.: Комитет РФ по земельной политике, 2000.
17. *Фридланд В.М.* Основные принципы и элементы базовой классификации почв и программа работ по ее созданию. М.: ВАСХНИЛ, 1982. 151 с.
18. *Шишов Л.Л., Рожков В.А., Столбовой В.С.* Информационная база классификации почв // Почвоведение. 1985. № 9. С. 9–20.
19. FAO Soil Bulletin. No. 32. Rome, FAO, 1976. 72 p.
20. *Fridland V.M., Rozhkov V.A.* Levels of the soil information systems organization according to the type of data // Developm. Soil Inform. Systems. Wageningen. 1978. P. 30–36.
21. *Linkes V.* A contribution to the characterization of the soil cover structure of the West Carpathians and the adjacent part of Sub-Carpathian lowlands. Vedecke prace, 1985. P. 27–35.
- 22.

EXPERIENCE IN ELABORATING THE NATIONAL SYSTEM FOR ESTIMATING THE LAND SUITABILITY

V. A. Rozhkov

V. V. Dokuchaev Soil Science Institute of Russian Academy of Agricultural Sciences, 119017, Moscow, Pyzhevskii, 7

e-mail: rva39@mail.ru

Under discussion is the FAO algorithm modified to estimate the suitability of lands and soils for agricultural purposes using the definite LUI index (land unit index). The latter is calculated by rating of soil indices taken into complete account and accepted by FAO, USDA (USA) and the Ministry of Agriculture in the Russian Federation. The algorithm and proposed computer programs of interactive expert systems ((ADAPTER, LAND, PLANT) are universal and make it possible to use the indices for solving a number of intricate tasks in off-line regime.

Keywords: estimate of land suitability, indices for estimating the lands.