

УДК 631.4:332.33

БАЗА ДАННЫХ ИНДИКАТОРОВ КАЧЕСТВА ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ РФ

© 2021 г. В. С. Столбовой¹, А. М. Гребенников^{1,*}

¹ Почвенный институт им. В.В. Докучаева
119017 Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2, Россия

*E-mail: gream1956@gmail.com

Поступила в редакцию 07.07.2020 г.

После доработки 27.07.2020 г.

Принята к публикации 10.12.2020 г.

Разработана цифровая база данных индикаторов качества почв сельскохозяйственных угодий РФ (БДИК). БДИК связана с 57678 пространственных/территориальных почвенно-оценочных полигонов, созданных средствами ГИС и полностью покрывает сельскохозяйственные угодья РФ. Выбор индикаторов качества основан на требованиях модели расчета нормативной урожайности зерновых культур. Показано, что БДИК в качестве атрибутов модели “Нормативной урожайности зерновых культур”, позволяет ранжировать почвы сельскохозяйственных угодий РФ по их качеству. БДИК рекомендуется для развития государственной программы обновления нормативов охраны и рационального использования почв страны.

Ключевые слова: база данных, индикаторы качества почв, охрана и рациональное использование почв, почвы.

DOI: 10.31857/S0002188121030133

ВВЕДЕНИЕ

Почвы, наряду с атмосферным воздухом и поверхностными и грунтовыми водами, признаны одним из компонентов, контролирующих качество окружающей среды [1]. Качество воды и воздуха определяется главным образом степенью загрязнения, которое непосредственно влияет на потребление и здоровье человека и животных или на природные экосистемы. Напротив, качество почв не ограничивается степенью загрязнения, а обычно характеризуется гораздо шире, как “способность почвы функционировать в пределах границ экосистемы и землепользования для поддержания биологической продуктивности, сохранения качества окружающей среды, обеспечения здорового развития растений и живых организмов, включая человека” [2]. Сложность понятия “качество почв” определяется полифазностью почв, включающих твердую, жидкую и газообразную фазы, а также их многофункциональностью, обеспечивающей многочисленные связи между функциями почв и почвенными экосистемными услугами [3]. Действительно, качество почвы с точки зрения сельскохозяйственного производства оценивается ее способностью производить продовольствие и сырье, в то время как с точки

зрения экологии качество определяется способностью почв стимулировать рост растений, защищать водосборные бассейны путем регулирования инфильтрации и распределения осадков и предотвращения загрязнения воды и воздуха путем буферизации потенциальных загрязнителей, таких как сельскохозяйственные химикаты, органические отходы и промышленные химикаты.

Правительство РФ утвердило Постановление о проведении “регуляторной гильотины”, которая предполагает к 1 января 2021 г. провести инвентаризацию всех действующих и обязательных норм охраны и использования почв с целью оценить их соответствие современным реалиям [4]. Согласно отмеченному выше Постановлению, ревизия должна учитывать разнообразие природных особенностей территории, а также целевое назначение и разрешенный вид использования земельных участков.

Основой пересмотра норм в области охраны и рационального использования почв выступает принятый МСХ РФ в 2014 г. и МПР и Экологии РФ в 2019 г. “Единый государственный реестр почвенных ресурсов России” (ЕГРПР) [5]. Отметим, что ЕГРПР является официальным почвенным информационным ресурсом страны новой

цифровой генерации. Очевидно, что одним из направлений обновления существующих стандартов и норм использования и охраны почв является приведение их в соответствие с современной государственной почвенной информационной платформой ЕГРПР.

Обновление действующих и обязательных норм охраны и использования почв в рамках “регуляторной гильотины” должно быть гармонизировано с другими действующими государственными актами в отношении сельскохозяйственных земель. В частности, обновленные нормы должны быть согласованы с практикой государственной кадастровой оценки, которая должна осуществляться на основе ЕГРПР и модели расчета нормативной урожайности сельскохозяйственной культуры [6]. Обновленные нормы также должны отвечать требованиям мониторинга сельскохозяйственных земель, таким как использование современных информационных технологий, геоинформационных и программных средств [7].

Цель работы – описание цифровой базы данных индикаторов качества почв и демонстрация ее использования для ранжирования и построения карт качества почв сельскохозяйственных угодий РФ.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Индикаторы качества почв являются частью цифровой базы пространственно-распределенных данных “Почвы сельскохозяйственных угодий РФ” (БДСХ), которая разработана Почвенным институтом им. В.В. Докучаева. БДСХ является новой генерацией интегрированных отраслевых баз данных, имеющих целью обеспечение устойчивости систем сельскохозяйственного производства в части рационального использования и охраны почв. Семантическая часть БДСХ содержит агрегированные на платформе ЕГРПР разнообразные почвенные характеристики, включая данные IV-го тура крупномасштабных (1:10000 и 1:25000) почвенных обследований и более поздние данные мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. В дополнение к почвенным данным, БДСХ интегрирует агроклиматические параметры, природно-сельскохозяйственные условия и статистические данные, характеризующие сельскохозяйственную деятельность на уровне административных районов РФ. Геометрическая часть БДСХ состоит из 57 678 пространственных (территориальных) почвенно-оценочных полигонов, генерированных в среде QGIS.

Выбор индикаторов качества почв определяется требованиями модели расчета нормативной урожайности сельскохозяйственной культуры (МРНУ) [8]. МРНУ разработана на основе анализа эмпирических данных сельскохозяйственных опытов, проведенных на 2500 госсортоучастках РФ. В результате были выявлены статистически значимые характеристики природных условий и показателей почв в совокупности, контролирующие продукцию основных сельскохозяйственных культур [9]. Рассматриваемая МРНУ утверждена МСХ РФ и рекомендована в качестве практических руководств по оценке земель, включая методику по классификации и пригодности земель для использования в сельском хозяйстве, кадастровую оценку земель сельскохозяйственного назначения [8] и др.

МРНУ зерновых культур представлена следующей формулой:

$$U_n = 33.2 \times 1.4 \times \frac{АП}{10} \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4, \quad (1)$$

где U_n – нормативная урожайность зерновых культур, ц/га; $АП$ – величина местного агроклиматического потенциала для зерновых культур; 10.0 – базовая величина $АП$; 33.2 – нормативная урожайность зерновых культур на эталонной почве, полученная при применении среднего уровня зональных технологий при базовой величине $АП$ (10.0), ц/га; 1.4 – коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания; K_1 – K_4 – поправочные коэффициенты на показатели качества почв: K_1 – содержание гумуса в пахотном слое, K_2 – мощность гумусового горизонта, K_3 – содержание физической глины в пахотном слое, K_4 – негативные свойства почв.

МРНУ рассчитывает урожайность зерновых культур относительно таковой эталонной почвы. В качестве последней выбран чернозем, сформированный на лессе с содержанием 4% гумуса в пахотном слое, имеющий гумусовый горизонт мощностью 50 см и содержание физической глины 50%. Почвообразующий лесс обладает оптимальными тепловыми и водно-физическими свойствами (водопроницаемость 0.1–1.0 м/сут) и хорошим внутренним дренажом. Эталонный чернозем не имеет негативных свойств, таких как эродированность, избыточное увлажнение, уплотнение, засоление и др.

В перечень индикаторов качества почв, наряду с термо- и влагообеспеченностью, входящими в агроклиматический потенциал, включены консервативные характеристики почв, изменение которых затруднено или совсем не регулируется

хозяйственной деятельностью. Агрохимические показатели плодородия почв, такие как содержание элементов питания растений, кислотность, состав поглощенных катионов и пр., обладают высокой пространственной волатильностью в пределах отдельных производственных участков. Эти показатели регулируются внесением удобрений и мелиорантов и в перечень индикаторов качества почв не включены. Также не включены свойства, проявление которых препятствует использованию почв в земледелии, например, содержание загрязняющих и радиоактивных веществ в количествах, превышающих допустимые нормы.

В число индикаторов качества почв входят: 1 — агроклиматический потенциал, 2 — содержание гумуса в пахотном слое по Тюрину, 3 — мощность гумусового горизонта (в дерново-подзолистых пахотных почвах соответствует мощности горизонта A1 или Aпах, в серых лесных и бурых лесных пахотных почвах соответствует толщине поверхностного слоя, занимаемого горизонтами A1 и A1A2, в пахотных черноземах, лугово-черноземных и каштановых почвах включает горизонты A и B1), 4 — содержание физической глины в пахотном слое, 5 — суммарное процентное содержание фракций мелкозема размером <0.01 мм (%), 6 — легкий гранулометрический состав (преобладает песчаная фракция, частицы 0.05—1.0 мм), 7 — засоление почвы (содержание легкорастворимых солей), 8 — солонцеватость (содержание обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе >5% от емкости обмена), 9 — переувлажненные минеральные почвы (содержание влаги превышает 85% от предельной полевой влагоемкости при тяжелом гранулометрическом составе и 95% — при легком гранулометрическом составе), 10 — водная эрозия (вынос, перенос и переотложение почвенной массы), 11 — каменистость и щебнистость (содержание в почве фракций, размер частиц которой превышает 3 мм и 1—3 мм соответственно), 12 — карбонатность (содержание в почве карбоната кальция в количестве, превышающем 2%), 13 — выщелоченность черноземных почв (промытость горизонтов (A+AB) от карбонатов и других растворимых веществ), 14 — оподзоленность черноземов (наличие осветленной, мучнисто-белесой присыпки, покрывающей структурные отдельности в нижней части горизонта A и в верхней части переходного горизонта B; выщелоченность почвенного профиля от карбонатов (и других растворимых веществ) на глубину, превышающую 1.0—1.5 м) [10—12].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате выполненных работ разработана база данных пространственно-распределенных индикаторов качества почв (**БДИКП**). Полное описание состава, формата и источников данных приведено в табл. 1.

Рассмотренная выше МРНУ соответствует требованиям [1], предъявляемым к оценке качества почв, которая должна включать, наряду с показателями почв, также характеристику разнообразия природных особенностей и целевое использование земель. Разработанная база пространственно-распределенных индикаторов качества пахотных почв, обработанная средствами МРНУ, демонстрирует способность ранжировать качество почв и построить карту его географического размещения по 57 678 пространственных почвенно-оценочных полигонов (рис. 1).

Анализ карты качества почв сельскохозяйственных угодий показал, что площадь лучшего качества черноземных почв с нормативной урожайностью, превышающей 40 ц/га, составляет ≈10% площади пахотных земель. Более 74% площади почв, представленных черноземами оподзоленными и выщелоченными в северной части и черноземами южными в южной части ареала сельскохозяйственных угодий РФ, характеризуются выше среднего и средним качеством для выращивания зерновых — соответственно 30—40 и 20—30 ц/га. Площади почв ниже среднего качества, включающие в северной части дерново-подзолистые и светло-серые почвы и каштановые почвы в южной части ареала пахотных земель РФ с нормативной урожайностью зерновых 10—20 ц/га занимают ≈14%. Почвы низкого качества (нормативная урожайность <10 ц/га) занимают ≈10% площади пашни страны. Анализ вклада (относительной значимости) отдельных индикаторов в географическое размещение земельных угодий по качеству почв контролируется, в значительной мере, неблагоприятными особенностями агроклиматических условий. Вместе с тем определенное влияние на снижение качества пахотных почв оказывает в отдельных регионах распределение индикаторов негативных показателей.

МРНУ и использованные индикаторы качества почв, в принципе, соответствуют аналогичным моделям, применяемым в США, ЕС, Канаде, Китае и др., включая подход ФАО “Глобальное агроэкологическое зонирование [10]. В основе МРНУ, так же как и других моделей, лежит использование специфических для каждой культуры зависимостей (рейтингов) “фактор/свойство/урожай” и их агрегация на основе

Таблица 1. Описание метаданных БДИКП земель сельскохозяйственного назначения РФ

№ поля	Название поля	Формат данных	Описание данных	Источник данных	Примечание
1	№ записи	Целое	Номер записи в базе данных	Формируется при создании базы данных	Индексированное поле
2	Зона	Короткое целое	Индекс природно-сельскохозяйственной зоны		Карта природно-сельскохозяйственного районирования земельного фонда СССР
3	Провинция	Короткое целое	Индекс природно-сельскохозяйственной провинции		
4	Административный район	Текстовое	Наименование муниципального района	Карта административно-территориального деления РФ	
5	Субъект РФ	Текстовое	Наименование субъекта Российской Федерации		
6	SOIL ID	Целое	Уникальный индекс почвы ЕГРПР	Единый государственный реестр почвенных ресурсов	
7	Почва реестра	Текстовое	Наименование почвы в ЕГРПР		
8	Площадь, га	Целое	Площадь почвы ЕГРПР в административном районе, га	Цифровая почвенная карта России М 1:2500000	
9	Номер ГОСКОМ-ЗЕМ	Целое	Шифр почвы в данных РосНИИЗемпроект	Данные ГОСКОМЗЕМ	
10	Почва БД ГОСКОМ-ЗЕМ	Текстовое	Наименование почвы в данных РосНИИЗемпроект		
11	АП	Десятичное	Величина агроэкологического потенциала	Карта агроклиматического районирования	Справочник агроклиматического оценочного зонирования Российской Федерации (2010)
12	Содержание гумуса в горизонте Ап, %	Десятичное	Содержание гумуса в пахотном горизонте, %	Данные ГОСКОМЗЕМ	Данные IV тура обследования
13	Мощность гумусового горизонта Ап + А1, см	Целое	Глубина залегания нижней границы пахотного горизонта, см		
14	Содержание физической глины в Ап, %	Целое	Содержание физической глины в пахотном горизонте, %		
15	Легкий гранулометрический состав	Десятичное	Поправочный коэффициент на супесчано-песчаный состав		
16	Засоление	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень засоления		
17	Солонцеватость	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень солонцеватости		

Таблица 1. Окончание

№ поля	Название поля	Формат данных	Описание данных	Источник данных	Примечание
18	Мощность мелкоземистого слоя	Десятичное	Поправочный коэффициент на мощность мелкозема	Данные ГОСКОМЗЕМ	Данные IV тура обследования
19	Избыточное увлажнение	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень оглеения лесной зоны и луговатость в лесостепной и степной зонах		
20	Выщелоченность	Десятичное	Поправочный коэффициент на снижение плодородия черноземов за счет выщелачивания		
21	Водная эрозия	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень эродированности		
22	Оподзоленность	Десятичное	Поправочный коэффициент на присутствие степени оподзоленности		
23	Каменистость	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень каменистости		
24	Щебнистость	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень щебнистости		
25	Карбонатность	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень карбонатности		
26	Уплотнение гумусовых горизонтов	Десятичное	Поправочный коэффициент на степень уплотнения гумусового горизонта		
27	K1	Десятичное	Поправочный коэффициент на содержание гумуса		Устанавливается по материалам базы данных
28	K2	Десятичное	Поправочный коэффициент на мощность гумусового горизонта		
30	K3	Десятичное	Поправочный коэффициент на содержание физической глины		
31	K4	Десятичное	Поправочный коэффициент на негативные показатели	Вычисляемое поле	Произведение поправочных коэффициентов полей 15–26
32	Ун	Десятичное	Нормативная урожайность зерновых культур, ц/га		Рассчитывается по формуле [1]

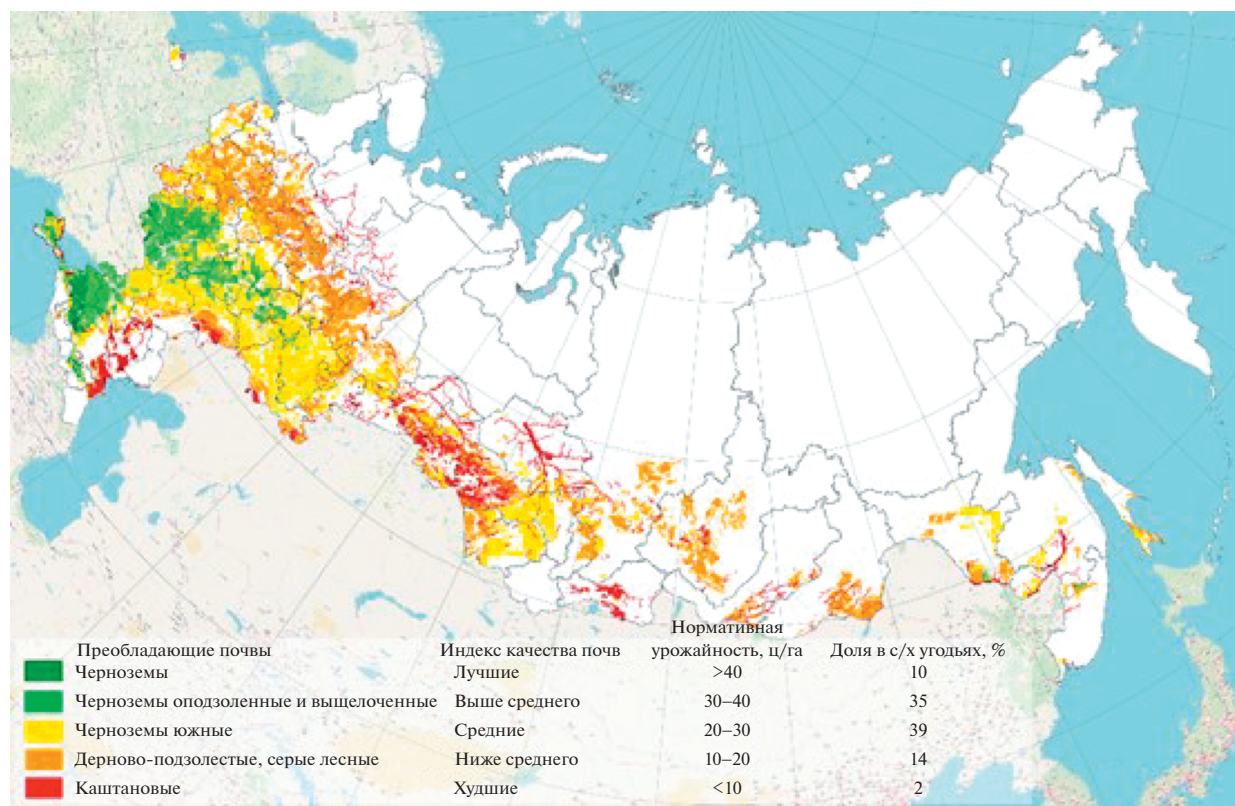


Рис. 1. Качество почв сельскохозяйственных угодий РФ.

какого-либо интегрирующего алгоритма. Этот вывод важен с позиции понимания того, что рассмотренный в статье подход, реализованный в МРНУ, находится на современном уровне развития цифровых информационных технологий в области анализа качества почв сельскохозяйственных угодий.

ВЫВОДЫ

1. Разработана цифровая база данных пространственно-распределенных индикаторов качества почв сельскохозяйственных угодий РФ (БДИКП). Выбор индикаторов качества почв соответствует требованиям модели расчета нормативной урожайности сельскохозяйственной культуры. БДИКП связана с 57 678 пространственных/территориальных почвенно-оценочных полигонов, созданных на основе ГИС-технологий.

2. БДИКП соответствует требованиям, предъявляемым к оценке качества почв, которая должна включать показателями почв, характеристику разнообразия природных особенностей и целевое использование земель. БДИКП также отвечает целям проводимой правительством РФ политики

“регуляторной гильотины”, в части приведения в соответствие норм охраны и рационального использования почв. Кроме того, БДИКП является частью определения качества почв в целях кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения.

3. БДИКП, интегрированная с моделью расчета нормативной урожайности сельскохозяйственной культуры, позволяет ранжировать качество почв и построить карту его географического размещения, учитывая данные 57678 пространственных почвенно-оценочных полигонов сельскохозяйственных земель РФ.

4. Показано, что площадь черноземных почв лучшего качества, с нормативной урожайностью зерновых культур, превышающей 40 ц/га, составляет $\approx 10\%$ площади пахотных почв. Более 74% площади пахотных почв, представленных черноземами оподзоленными и выщелоченными в северной части и черноземами южными в южной части ареала сельскохозяйственных угодий РФ, характеризуются выше среднего и средним качеством для выращивания зерновых с урожайностью соответственно 30–40 и 20–30 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 149 “О разработке, установлении и пересмотре нормативов качества окружающей среды для химических и физических показателей состояния окружающей среды, а также об утверждении нормативных документов в области охраны окружающей среды, устанавливающих технологические показатели наилучших доступных технологий”.
2. *Bunemann E.K., Bongiorno G., Bai Z.G., Creamer R.E., De Deyn G., de Goede R.* Soil quality — a critical review // *Soil Biol. Biochem.* 2018. V. 120. P. 105–125. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030>
3. *Nortcliff S.* Standardization of soil quality attributes // *Agricult. Ecosyst. Environ.* 2002. V. 88 (2). P. 161–168.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 30.01.2020 № 65 “О признании утратившими силу нормативных правовых актов и отдельных положений нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, об отмене нормативных правовых актов федеральных органов исполнительной власти, содержащих обязательные требования, соблюдение которых оценивается при проведении федерального государственного контроля за деятельностью аккредитованных лиц”.
5. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Верс. 1.0. Коллектив. монограф. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014. 768 с.
6. Методические указания о проведении государственной кадастровой оценки. Приказ МЭР РФ № 226 от 12 мая 2017 года.
7. Концепция развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 г. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.07.2010 № 1292-р.
8. *Сапожников П.М., Носов С.И.* Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации. М.: ООО “НИПКЦ ВОСХОД–А”, 2012. 160 с.
9. Оценка земель Краснодарского края. Отчет Кубаньгипрозем. Т. 2. Кн. 1. Оценочные шкалы почв по продуктивности. Краснодар, 1989 (рукопись).
10. *IIASA/FAO*, 2012. *Global Agro-ecological Zones (GAEZ v3.0)*. IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy.
11. Методические рекомендации по оценке качества и классификации земель по их пригодности для использования в сельском хозяйстве. Утв. Федеральной службой земельного кадастра России, М., 2003. 169 с.
12. Качество почв сельскохозяйственных угодий Российской Федерации (для кадастровой оценки сельскохозяйственных земель). Коллект. монограф. Верс. 1.0 / Под ред. Иванова А.Л. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2019. 681 с.

Database Of Soil Quality Indicators of Agricultural Land in the Russian Federation

V. S. Stolbovoy^a and A. M. Grebennikov^{a, #}

^a *Dokuchaev Soil Science Institute
per. Pyzhevskii 7, Moscow 119017, Russia*

[#] *E-mail: gream1956@gmail.com*

The study demonstrates a new database of soil quality indicators (DBSQI) of agricultural lands in the Russian Federation (RF). The DBSQI forms attributes for 57 678 spatial soil-valuation units created by GIS covering entire agricultural land of the RF. The list of the quality indicators matches requirements of the Grain equivalent model allowing ranking the soils of agricultural lands around the country by their quality. The DBSQI supports the state program for the development of modern standards for the protection and rational use of soils in the RF.

Key words: database, soil quality indicators, soil conservation and rational use, soil.