

АГРОХИМИЯ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВ

УДК 631.4

МЕТОДОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

© 2020 г. В. И. Кирюшин*

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

*e-mail: vkiryushin@rambler.ru

Поступила в редакцию 10.06.2019 г.

После доработки 24.11.2019 г.

Принята к публикации 26.12.2019 г.

Дан анализ различных направлений оценки сельскохозяйственных земель. Показаны недостатки и ограничения применения почвенно-экологического индекса. Обосновывается необходимость дифференциации и расширения оценочных показателей по мере интенсификации сельского хозяйства. Обсуждается опыт агроэкологической оценки, типологии и классификации агроландшафтов и почв для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Предлагается использовать этот опыт и имеющиеся в стране базы данных исследований почв для создания системы комплексной оценки сельскохозяйственных земель. В качестве исходной позиции ее создания предлагается формализация оценочных требований в виде реестра биологических потребностей сельскохозяйственных культур и сортов и регистра агротехнологий. В соответствии с этими требованиями предложено разрабатывать реестр моделей оценки агроэкологического состояния видов земель по их агроэкологическим группам в пределах провинций природно-сельскохозяйственных зон. В качестве результирующих оценок рассматривается методика создания регистров продуктивности агроэкологических видов земель и регистров показателей экономической эффективности их использования при экстенсивных, нормальных и интенсивных агротехнологиях.

Ключевые слова: бонитировка почв, биологические требования растений, регистры агротехнологий, агроэкологические виды земель, модели оценки, реестры продуктивности, экономическая оценка

DOI: 10.31857/S0032180X20070060

ВВЕДЕНИЕ

В сельскохозяйственном природопользовании применяются различные виды оценки земель в зависимости от их назначения и характера использования: агрономическая, агроэкономическая, лесохозяйственная, селитебная, рекреационная и кадастровая, состояние которой активно дискутируется в связи с развитием новых земельных отношений. Все оценки сопряжены между собой и определяются общими требованиями парадигмы природопользования. В этой связи нами предпринята попытка разработки комплексной оценки сельскохозяйственных земель как категории, представляющей трансформированный природный ландшафт с его почвенно-ландшафтными связями, средой обитания сельскохозяйственных растений, животных и человека и средство производства сельскохозяйственной продукции.

Господствующие представления об оценке земель сложились в период природопокорительной экспансии и носили потребительский характер. Принятие Декларации устойчивого развития в

1992 г. и адаптивной парадигмы природопользования определило задачи экологизации хозяйственной деятельности, дифференциации ее применительно к различным природным условиям. Начался поиск компромиссов между интенсификацией и экологизацией производства. Соответственно расширился спектр учитываемых природных условий, возросли требования к дифференцированной оценке земель, которая существенно запаздывала по отношению к темпам интенсификации. В качестве отправной позиции в оценке земель в России с 1960-х годов утвердилась бонитировка и агропроизводственная группировка почв. Ситуация изменилась в конце 1990-х годов с началом разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Тогда была предложена агроэкологическая типология и классификация земель [10]. Анализ этих работ представлен ранее [9]. С тех пор сложился значительный опыт проектирования систем земледелия нового поколения и наукоёмких агротехнологий, с позиций экологического императива переосмыслены задачи природопользования, расширились представления о плодородии почв и оценке потенциальной продук-

тивности земель. С учетом этих представлений предлагается анализ существующих подходов и методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель.

Современные методы оценки почв и земель. Проблема оценки земель из-за своей сложности отличается большим разнообразием подходов и методов, имеет непростую историю. Наиболее активный период ее развития в мире приходится на 1960–70-е годы, когда в различных странах было предложено множество группировок, классификаций, методов бонитировки почв и земель. Например, в США применялось несколько систем оценки земель, в том числе бонитировочно-классификационная, включающая 3 оценочных категории: классы, подклассы, единицы землепригодности, а также известная балльная бонитировка [21]. Наибольшее распространение за рубежом получил рекомендованный в 1970-х годах ФАО метод рейтинговой оценки пригодности земель для сельскохозяйственного использования, согласно которому каждый оценочный показатель получает определенный балл (рейтинг) и рассчитывается индекс оценки земли как среднеарифметическое из общего числа баллов (LUI – land unit index). На основе этого индекса осуществляется оценка пригодности земли по четырем категориям [20].

В России в качестве базовой категории оценки земли получила развитие бонитировка почв в соответствии с Общесоюзной инструкцией, изданной в 1967 г. Основной ее целью было выявление пригодности почв для возделывания различных культур, рациональное размещение производства, планирование урожайности и определение закупочных цен на продукцию. Существенным недостатком проводившейся бонитировки и агропроизводственной группировки почв явилась слабая связь почвенных условий с другими агроэкологическими условиями. Сведение землеоценочных работ к бонитировке почв безотносительно к другим условиям ландшафта мотивировалось тем, что почва отражает и климат, и рельеф, и почвообразующие породы, и гидрогеологические условия. Абсолютизация почвенного критерия задержала развитие ландшафтно-экологического подхода к оценке земли, который намечался в работах Зворыкина [4], Годельмана [2] и других ученых по сельскохозяйственной типологии и группировке земель, а начало экологической типологии земель было положено Раменским [4] еще в 1930-х годах.

Параллельно с этими направлениями развивались исследования по бонитировке климата. Усилиями ученых-климатологов показано, что природный потенциал территории определяется гармоничным сочетанием света, тепла, влаги, элементов питания растений, причем оно специфично для

различных растений. В 60-х годах XX в. были предприняты попытки определить показатель, интегрирующий эти факторы и характеризующий потенциальную продуктивность земли. Такое понятие под названием биоклиматического потенциала впервые было введено П.И. Колосковым. Несколько позже Шашко [17] в виде количественного выражения показателя биоклиматического потенциала предложил принять относительные величины биологической продуктивности, отражающие влияние соотношения тепла и влаги. Разработанный им способ бонитировки территории по климатическим факторам выражается в баллах фактической и потенциальной продуктивности.

При расширении работ по оценке земель до масштабов регионов и страны в целом усиливаются фациальные различия почв, что определяет необходимость корректировки бонитировки почв по условиям климата. В качестве показателя, интегрирующего почвенные и климатические условия, Кармановым [7] предложен почвенно-экологический индекс (ПЭИ), выражающийся в баллах продуктивности основных сельскохозяйственных культур. Первоначально его рассчитывали по формуле:

$$\text{ПЭИ} = 12.5(2 - V)n \frac{(\sum t > 10^\circ\text{C})(\text{КУ} - 0.05)}{(\text{КК} + 100)},$$

где V – плотность почвы в среднем для метрового слоя почвы; n – полезный объем почвы в метровом слое; $\sum t > 10^\circ\text{C}$ – среднегодовая сумма температур более 10°C ; КУ – коэффициент увлажнения (по Н.Н. Иванову); КК – коэффициент континентальности.

Формула ПЭИ периодически подвергалась изменениям. Первое изменение связано с введением показателя дополнительно учитываемых свойств почвы (D_c) и итогового агрохимического показателя (A) [18]. В очередной модификации ПЭИ [15] исключен полезный объем почвы, введен коэффициент на гранулометрический состав почвы (M), а также коэффициент на условия рельефа (R):

$$\text{ПЭИ} = 12.5(2 - V)MD_c \times \frac{(\sum t > 10^\circ\text{C})(\text{КУ} - 0.05)}{(\text{КК} + 100)} AR.$$

Далее почвенно-экологический индекс был модифицирован в почвенно-агроклиматический индекс (ПАКИ), отличием которого от предыдущих вариантов явилось введение показателей крутизны и экспозиции склонов, для вычисления которых предложены специальные формулы [6]. В последнее время Левыкиным с соавт. [12] предпринята попытка развития данного направления для эколого-экономической оценки земель Оренбургского Зауралья с целью упорядочения их использования, устранения последствий земледельческой

экспансии 1950–1970-х годов. Предложенный модернизированный почвенно-экологический индекс так же, как предшествующие, включает итоговые почвенный и климатический показатели, исключен агрохимический показатель. В основу почвенного показателя вместо плотности положено содержание гумуса в пахотном слое. Отказ от использования показателя плотности на пахотных землях мотивирован тем, что плотность почвы отражает не только природные свойства, но и в значительной степени воздействие агротехнологий, влияющих на урожайность культур.

Существует немало попыток применить ПЭИ для различных целей с различной результативностью, чаще всего не высокой. Анализируя в целом состояние проблемы, разрабатываемой в течение многих лет, следует отметить несовершенство самой методологии, в значительной мере опирающейся на различные допущения и условности. Это относится, прежде всего, к почвенному показателю в почвенно-экологическом индексе. Принятие в качестве такового плотности почвы не имеет экспериментальных доказательств и предложено как аксиома: “продуктивность почвы при ее объемной массе [плотности – ред.], равной двум, принимается равной нулю, а разность между этой величиной и фактической объемной массой [плотностью – ред.] почвы – как пропорциональная уровню ее плодородия” [7]. При этом рекомендуется использовать среднестатистические величины плотности для конкретной разновидности почв области, края или более крупного региона. Приводится список данных плотности для различных типов почв разного гранулометрического состава. Примечательно, что для черноземов выщелоченных, обыкновенных и южных они равны (1.25–1.30 г/см³), хотя продуктивность их существенно различается. В дерново-подзолистых окультуренных почвах плотность значительно больше (1.30–1.40 г/см³), но они отличаются более высокой потенциально возможной продуктивностью.

В последующем руководстве по “почвенно-экологической оценке” [18] приведен список величин (2 – *И*) для почв всех природно-сельскохозяйственных зон на территории бывшего СССР. Степень адекватности этих данных, полученных в результате тотального обобщения неизвестна так же, как достоверность множества табличных коэффициентов (на гидроморфизм, солонцеватость, засоленность, смывость, дефлированность, содержание элементов питания, кислотность и др.), которые устанавливаются обобщенно, без экспериментальных обоснований.

На основе этого индекса в различных его вариантах разработаны общероссийские бонитировочные шкалы почв для зерновых и других культур по природно-сельскохозяйственным зонам.

Качество этих материалов и их адекватность существенно ограничены недостатками методики. Например, некорректность выведения среднего балла бонитета из баллов разновеликих почвенных показателей и урожайности; множество поправочных коэффициентов, в том числе взаимосвязанных и малообоснованных, нередко сугубо экспертных, очень приблизительных; слабая интегрированность почвенных условий с другими агроэкологическими условиями; необоснованность некоторых бонитировочных критериев. Следует особо отметить, что применение рассматриваемой методологии ограничено условиями экстенсивного земледелия, ориентированного на использование естественного плодородия почв без применения удобрений и других агрохимических средств интенсификации. Именно таким было земледелие России в период развития землеоценочных работ и осталось на значительной территории страны, для которой бонитировочные материалы в определенной мере сохраняют значение и могут быть использованы для кадастровой оценки земель в первом приближении.

В последние годы в рамках данной методологии рекомендовано уравнение для расчета нормативной урожайности зерновых культур в качестве критерия кадастровой оценки земель [3]:

$$Y_n = 33.2 \times 1.4 \frac{AP}{10.0} K_1 K_2 K_3 K_4,$$

где Y_n – нормативная урожайность зерновых культур, ц/га; AP – величина местного агроэкологического потенциала для зерновых культур (по Карманову); 10.0 – базовое значение величины AP; 33.2 – нормативная урожайность (ц/га) зерновых культур на эталонной почве, соответствующая нормам нормальных зональных технологий при базовом значении AP (10.0); 1.4 – коэффициент пересчета на уровень урожайности при интенсивной технологии возделывания; $K_1 \dots K_4$ – поправочные коэффициенты на: 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.

Данная методика включает все рассмотренные выше недостатки и, кроме того, – необоснованную величину эталонной урожайности зерновых культур и некорректную величину поправки на уровень урожайности при интенсивных агротехнологиях, которая может изменяться в широких пределах.

В целом методология оценки земель, основанная на интегральных показателях, утрачивает значение. С применением наукоемких агротехнологий возрастает количество учитываемых агроэкологических показателей, которые регулируются по принципу последовательного устранения или смягчения лимитирующих условий, возрастает вклад человека в продуктивность земли, из-

меняется характер его взаимодействия с факторами жизни растений. Урожайность смещается в сторону более высокой влагообеспеченности почв. В результате на бедных по бонитировочным показателям, например, дерново-подзолистых почвах, при окультуривании и освоении интенсивных агротехнологий урожайность удваивается и утраивается. Таким образом, оценка земель в значительной мере означает оценку научно-производственного потенциала и возможность его реализации. В новых условиях изменяется смысл и роль показателей оценки земли. Например, в экстенсивном земледелии ключевая роль гумуса связана с обеспечением растений элементами питания, которые высвобождаются в процессе его минерализации, что определяет высокую значимость этого показателя. В условиях интенсивного земледелия на первый план выходит экологическая роль органического вещества почвы, определяющего экологическую емкость, буферность, условия разрушения остатков пестицидов и других токсикантов, благоприятную физико-химическую среду. Роль его опосредуется через сложные экосистемные взаимодействия. В этой же связи возрастает роль ряда других показателей, характеризующих почвенно-ландшафтные связи и устойчивость ландшафтов. В современном природопользовании оценка земель приобретает все более дифференцированный характер.

Опыт агроэкологической оценки земель для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия. Давая приблизительные представления о производительной способности земель, существующие методы их бонитировки мало соотносятся с оценками направлений и средств их использования. Между тем, любым землепользователям, помимо продуктивности, важно знать, какими способами (системами земледелия, мелиорации и др.) она может быть достигнута. Такой подход реализован в процессе разработки, проектирования и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия на основе агроэкологической типологии земель [10]. Суть ее заключается в выделении в пределах природно-сельскохозяйственной провинции агроэкологических групп земель, различающихся по основным агроэкологическим факторам и, соответственно, агрономическим категориям ландшафта, определяющим соответствующие им адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Эти группы земель (агрорландшафтов): плакорные, эрозионные, гидроморфные, засоленные, солонцовые, литогенные и др., различаясь по лимитирующим агроэкологическим факторам и, соответственно, применяемым агротехнологиям, одновременно ранжируются по их качеству, народно-хозяйственному значению, природоохранным мерам. В данной связи плакорные земли следует рассматривать как главное богатство страны и оберегать от урбанизации и различных способов

отчуждения от сельскохозяйственного производства. Особую проблемную категорию представляют эрозионные земли с точки зрения дифференциации их использования и предотвращения эрозии, имеющей широкое распространение. Каждая последующая группа также требует специфических мероприятий: мелиоративных или адаптационных, различной производственной специализации. В соответствии с принятой агроэкологической типологией группы включают подгруппы, типы и виды земель. Подгруппы выделяются по степени проявления определяющего (лимитирующего) агроэкологического фактора (слабо-, средне-, сильноэрозионные, слабо-, средне-, сильногидроморфные и др.). Типы земель представляют ареалы, соответствующие биологическим требованиям определенных культур. Применительно к типам земель формируются севообороты или сенокосопастбищеобороты. Типы земель состояются из агроэкологических видов, представляющих первичную единицу оценки земель. Вид земель — это элементарный ареал агроландшафта, то есть участок на элементе мезорельефа, ограниченный элементарным почвенным ареалом или элементарной почвенной структурой. Идентификация последнего осуществляется с помощью ландшафтно-экологической классификации земель, включающей следующие таксоны: природно-сельскохозяйственная зона, природно-сельскохозяйственная провинция, агроэкологические группы и подгруппы, разряды по морфогенетическим типам рельефа и абсолютным высотам, классы по генезису почвообразующих пород, подклассы по гранулометрическому составу, роды по мезоформам рельефа, подро́ды по крутизне и экспозиции склонов, виды по элементарным почвенным структурам, подвиды по контрастности и сложности элементарных почвенных структур, типам, подтипам, родам, видам и разновидностям почв. В соответствии с этой классификацией проводится почвенно-ландшафтное картографирование территории сельскохозяйственного предприятия, на основе которого разрабатывается ГИС агроэкологической оценки земель. ГИС включает электронные карты перечисленных агроэкологических условий и свойств почв. Путем взаимного наложения карт-слоев выявляются агроэкологические группы земель. Посредством сопоставления биологических требований сельскохозяйственных культур с базами экологических данных по каждому элементарному ареалу агроландшафта составляется карта пригодности земель для возделывания культур. Выделяется 6 категорий пригодности земель [10]. Путем взаимного наложения карт выявляются севооборотные участки. На основе этих материалов с учетом почвенно-ландшафтных связей, особенностей энергомассопереноса и геохимических потоков разрабатываются проекты адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Таблица 1. Среднеклиматически обеспеченная урожайность полевых культур, предусмотренная в севообороте на плакорных землях (чернозем типичный) по проекту адаптивно-ландшафтного земледелия для ОАО “Роговатовская нива” Старооскольского района Белгородской области, т/га

Культура	Урожайность культуры при использовании агротехнологии			
	экстенсивной	нормальной	интенсивной	высокой
Соя	1.2	1.7	2.3	2.8
Кукуруза на зерно	3.0	5.3	7.4	8.5
Горчица	1.0	1.4	1.7	2.2
Озимая пшеница	2.7	3.4	4.9	5.8
Подсолнечник	1.4	2.0	2.7	3.3
Кукуруза на зерно	2.6	4.8	6.8	8.0

Таблица 2. Средняя урожайность полевых культур в ОАО “Роговатовская нива” (2011–2018 гг.), т/га

Культура	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Озимая пшеница	2.5	3.0	5.2	5.9	5.5	5.7	5.7	4.5
Кукуруза на зерно	7.3	6.1	9.0	5.0	7.4	9.6	7.2	7.6

Важнейшей задачей проекта является определение потенциальной урожайности, качества продукции и эколого-экономической эффективности при различных уровнях интенсификации земледелия (нормальные, интенсивные и точные агротехнологии). Источники информации – научные и производственные опыты научных учреждений, материалы Госсортосети. Сложился многолетний опыт агроэкологической оценки земель при разработке и проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ) во многих регионах. В табл. 1 на примере крупного хозяйства Белгородской области (12 тыс. га) приводится урожайность сельскохозяйственных культур на плакорных землях при различных агротехнологиях, запланированная в проекте АЛСЗ, выполненном в 2011 г., а в табл. 2 представлены средние данные урожайности по хозяйству за 7 лет после освоения проекта. Полученные результаты в большой мере согласуются с запланированными.

Обширный опыт оценки земель и проектирования АЛСЗ в крупных сельскохозяйственных предприятиях (10–20 тыс. га) ориентирует на формирование комплексной системы оценки сельскохозяйственных земель. Развитие оценки земель на ландшафтно-экологической основе приобретает особое значение в условиях актуальных задач технологической модернизации земледелия и упорядочения землепользования.

Определяя дальнейшие перспективы развития оценки сельскохозяйственных земель, следует исходить из задач экологизации хозяйственной деятельности и в целом оптимизации сельскохозяйственного природопользования. Решение их связывается с проектированием сельскохозяйственных ландшафтов – агроландшафтов, живот-

новодческих, водохозяйственных, лесохозяйственных, селитебных и других в системе экологических каркасов территории, интегрированных с сельскохозяйственной инфраструктурой [11]. В качестве инструментария планирования и проектирования предлагается структурно-функциональный анализ ландшафта, включающий группировки экологических и социально-экономических функций ландшафта и анализ его структуры [11]. С этих позиций существенно расширяется понятие плодородия почвы, которая в отличие от различных “плодородных” субстратов характеризуется способностью к самовоспроизводству и, соответственно, к воспроизводству среды жизнеобеспечения. На почву приходится значительная часть экологических функций ландшафта (биосферы). Значение их возрастает по мере интенсификации земледелия в связи с необходимостью повышения экологической емкости агроландшафтов и преодоления пестицидной нагрузки. Соответственно возрастает значение биогенности почв, численности полезных организмов и поступления в почву лабильного органического вещества в качестве энергетического материала для их функционирования. В этой связи чрезвычайно актуальна задача разработки адекватной методики оценки биоэкологического состояния почв по различным параметрам. На ее основе должны применяться биотехнологические методы управления фитосанитарной ситуацией в агроценозах, процессами биологической мобилизации элементов питания, стимуляции ростовых процессов и др.

Требования к комплексной оценке сельскохозяйственных земель. Рассмотренный опыт оценки земель для проектирования адаптивно-ландшафт-

ных систем земледелия на больших территориях создает предпосылки для системного подхода к оценке земель. К ним же относится огромная информация по оценке условий сельскохозяйственного природопользования, в том числе многочисленные базы почвенных данных. Часто отмечается их чрезвычайная разобщенность и низкая эффективность использования, хотя их целевое объединение могло бы сыграть важную роль при создании системы комплексной оценки сельскохозяйственных земель.

В основу такой системы может быть положен опыт природно-сельскохозяйственного районирования, агроэкологической группировки земель, агрономической и экономической оценки. Исходными требованиями к системе должны быть потребности растений, условия применения агротехнологий различного уровня интенсивности и сельскохозяйственных машин, требования землеустройства, формирования социальной инфраструктуры, селитебные, рекреационные. Основные требования должны быть сформированы в виде реестров агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур, методики оценки пригодности земель под различные культуры, региональных регистров агротехнологий. В соответствии с перечисленными требованиями и условиями должен составляться *реестр агроэкологической оценки групп и видов земель*, который сопровождается регистрами продуктивности агроэкологических видов земель и оценки экономической эффективности использования земель. Основное содержание названных регистров представляется следующим.

Реестр агроэкологической оценки сельскохозяйственных культур и сортов должен отражать требования растений к различным агроэкологическим условиям, потенциальную продуктивность и их средообразующее влияние. По этому поводу имеется обширная информация и базы данных, которые должны быть интегрированы в информационно-справочную систему. В первой ее части должны быть изложены критерии оценки культур по их агроэкологическим требованиям, формализованные для компьютерной обработки [10], а во второй части – оценка сортов с точки зрения их урожайности, устойчивости, интенсивности, технологических и технических качеств. Такая оценка содержится в Государственном реестре селекционных достижений, который ведет ФГБУ “Госсорткомиссия” и который следует дополнить базами данных о сортах с Интернет-ресурсов оригинаторов, производителей, рекомендаций научно-производственных организаций. При этом совокупность экологических паспортов сортов целесообразно формализовать применительно к природно-сельскохозяйственным провинциям, что потребует определенной работы, поскольку госсортосеть организована по 12-ти природно-сельскохозяйственным районам.

Возделывание одних и тех же культур в различных агротехнологиях имеет свои особенности, которые выделяются в особые требования к оценке земель. Например, интенсивные технологии возделывания зерновых культур возможны только в условиях однородного почвенного покрова, применение технологий минимизации обработки почвы и, особенно, прямого посева ограничено условиями плотности почвы и так далее. Тем самым определяется необходимость формирования *регистра агротехнологий*. Методология составления федеральных регистров агротехнологий разработана под руководством Н.В. Краснощекова с участием автора [16]. Их ведение и пропаганда осуществлялись Министерством сельского хозяйства России. Целесообразно развитие этой работы на уровне природно-сельскохозяйственных провинций.

Регистры агротехнологий сопровождаются *регистрами сельскохозяйственных машин и орудий* [16]. Рабочие органы машин конструируют в соответствии с агропотребностями, которые разрабатывают с учетом почвенно-экологических условий, в особенности в связи с физическими, физико-механическими и технологическими свойствами почв.

Разнообразные требования к оценке земель закономерно усложняются требованиями экологической устойчивости ландшафтов, способностью их противостоять деградации. С ними связаны организация территории, регулирование энергомассопереноса и биологического круговорота веществ, поддержание биоразнообразия. Агрономические требования смыкаются с селитебными, связанными с личными подсобными хозяйствами, рекреациями, социально-структурными требованиями, поскольку все эти аспекты тесно сопряжены. Особую категорию представляют требования лесомелиоративного комплекса, лесных культур, организации экологического каркаса территории, требования противоэрозионных, гидротехнических и других мелиораций.

Задачи создания комплексной оценки сельскохозяйственных земель. Удовлетворение многообразных требований к сельскохозяйственному использованию земель в условиях огромного разнообразия природных условий страны возможно лишь на ландшафтно-экологической основе. Этим требованиям может соответствовать природно-сельскохозяйственное районирование страны, модифицированное на основе ландшафтно-агроэкологической типологии земель, сложившейся в процессе разработки и освоения адаптивно-ландшафтных систем земледелия [1]. Суть ее в выделении в пределах природно-сельскохозяйственных провинций агроэкологических групп земель как природно-территориальных комплексов, которые характеризуются общностью специфических ландшафтно-экологических условий,

определяющих направление и характер сельскохозяйственного использования и производственный потенциал. При этом основную оценочную нагрузку несет элементарный ареал агроландшафта — вид земель — как первичная единица оценки земли. В земледелии ее ключевое значение определяется тем, что применительно к виду земель разрабатываются агротехнологии в рамках агроэкологической группы земель, определяющей АЛСЗ. Очевидно, оценка вида земель, как ключевая, должна представлять модель агроэкологического состояния, характеризуемого определенными агроэкологическими показателями, по совокупности которых можно определить направление, характер использования, риски и ограничения. В таком случае информационная система оценки земель может быть представлена в виде регистра агроэкологических видов земель по соответствующим агроэкологическим группам по провинциям различных природно-сельскохозяйственных зон. В этой иерархии ранжируются оценочные показатели.

На уровне зон и подзон рассматриваются макроклиматические, геоморфологические и другие условия, определяющие потенциальные возможности размещения и развития отраслей сельского хозяйства и социума на федеральном уровне стратегического планирования.

Природно-сельскохозяйственные провинции характеризуются по условиям макроклимата, существенно изменяющегося в связи с океаническими условиями влагопереноса и вертикальной зональностью, мега- и макрорельефа, литологии и мегаструктур почвенного покрова. С учетом этих условий и новых рисков в связи с изменением климата обосновываются направления специализации производства, структура угодий, наборы сельскохозяйственных культур, сортов. С учетом агроэкологических требований целесообразно составить модели агроклиматических условий возделывания сельскохозяйственных культур по природно-сельскохозяйственным провинциям с выделением относительно однородных агроклиматических ареалов там, где это необходимо.

Выделение агроэкологических групп земель в пределах провинций осуществляется по агроэкологическим условиям, определяющим: выбор севооборотов, сенокосо-пастбищеоборотов, противоэрозионную и мелиоративную организацию территории; системы защитного лесоразведения; регулирование поверхностного стока; противоэрозионные мероприятия, гидротехнические мелиорации, формирование экологических каркасов территории, рекультивации земель и другие мероприятия, учитывающие ландшафтно-экологические связи.

Оценка видов земель определяется многочисленными требованиями различных технологических операций по возделыванию сельскохозяй-

ственных культур и управлению продукционным процессом растений, режима минерального питания, водным и тепловым режимом, регулированием почвенно-экологических условий и адаптацией к ним, требованиями ограничений агрохимической нагрузки на почвы и агроценозы.

Модели оценки агроэкологического состояния видов земель включают:

- мезо- и микроклиматическую характеристику (влагообеспеченность, температурный, ветровой режимы);

- положение в рельефе (коэффициент горизонтального расчленения, форма, крутизна, экспозиция склонов, микрорельеф);

- почвообразующие и подстилающие породы, гранулометрический, минералогический состав, слоистость, каменистость;

- гидрогеологический режим, уровень грунтовых вод, состав;

- дренированность территории;

- микроструктуры почвенного покрова, сложность, контрастность;

- мощность гумусового горизонта;

- гранулометрический и минералогический состав почв, каменистость;

- плотность сложения, структурное состояние, водопроницаемость;

- содержание гумуса; емкость катионного обмена;

- состав обменных оснований, pH;

- обеспеченность почв элементами минерального питания;

- гидроморфизм, солонцеватость, засоленность, слитогенез.

В системе оценки видов земель особо выделяется технологическая оценка почв для разработки агротребований к конструированию и эксплуатации почвообрабатывающих машин, орудий, движителей, обоснования оптимальных технологий обработки почв и системы машин с учетом предотвращения деградации почв. Критерии оценки — показатели физических, физико-механических и технологических свойств почв, в том числе твердости, липкости, пластичности, удельного сопротивления обработке.

Результирующими критериями оценки земель являются продуктивность и экономическая эффективность их использования. Вопрос в том, к какому уровню интенсификации должна быть приурочена урожайность сельскохозяйственной культуры или выход продукции с 1 га угодья. Представляется, что для полевых культур должно быть три уровня: экстенсивный, нормальный и интенсивный. Первый соответствует среднеклиматически обеспеченной урожайности за счет естественного плодородия почвы в экстенсивных

Таблица 3. Продуктивность агроэкологических видов плакорных земель при экстенсивных (А), нормальных (Б) и интенсивных (В) агротехнологиях в зерновых севооборотах, т зерновых единиц/га севооборотной площади

Зона, подзона	Провинция	Почвы	Выход продукции, т зерн. ед./га		
			А	Б	В
Северная лесостепная	Западносибирская	Серые лесные	1.2	2.5	3.5
Центральная лесостепная	Северопредаптайская	Черноземы выщелоченные	1.6	2.8	3.6
Южная лесостепная	Казахстанская	Черноземы обыкновенные	1.2	1.6	2.2
Степная		Черноземы южные	0.9	1.4	1.6
Сухостепная	Среднерусская	Темно-каштановые почвы	0.7	1.1	–
Лесостепная		Чернозем типичный	2.5	4.5	5.5
		Предкавказская	3.0	5.5	7.0

агротехнологиях, третий – потенциально возможной среднеклиматической урожайности за счет достижений научно-технического прогресса в интенсивных агротехнологиях. Эти уровни позволяют объективно оценивать и сравнивать потенциал продуктивности земель различных видов. Промежуточный нормальный уровень, соответствующий нормальным агротехнологиям, имеет актуальное значение, но он в определенной мере субъективен. Переход к данным категориям оценки продуктивности земель, по-видимому, единственно возможный путь упорядочения этой работы, имея в виду традиционное манипулирование статистическими данными фактической урожайности и расчетными величинами со всевозможными допущениями.

Регистры продуктивности агроэкологических видов земель при различных уровнях интенсификации (экстенсивных, нормальных и интенсивных) должны разрабатываться в многофакторных полевых опытах. Такая работа была проведена в Сибирском НИИ земледелия и химизации сельского хозяйства в 1981–1990 гг. в системе многолетних полевых опытов в основных природно-сельскохозяйственных зонах Новосибирской области [11]. Некоторые оценочные показатели для этих почв, а также данные для наиболее благополучных почв страны приведены в табл. 3.

К сожалению, подобные экспериментальные данные ограничены. Необходимо развитие этих работ в зональных НИИ по сельскому хозяйству. В определенной мере для этих целей могут быть использованы данные Госсортосети и передовых хозяйств.

Регистр продуктивности агроэкологических видов земель сопряжен с *регистром показателей экономической эффективности* их использования. Последний должен включать оценки себестоимости продукции с учетом затрат на природоохранные мероприятия, чистый доход, рентабельность и другие экономические показатели.

Таким образом, совокупность перечисленных материалов составит справочную геоинформационную систему, удовлетворяющую различным целям, в том числе задачам кадастровой оценки земель. В качестве основных ее параметров представляются: принадлежность регистрируемого участка земли к природно-сельскохозяйственной зоне, провинции, агроэкологической группе, виду земель; полное название агроэкологического вида земель (например, чернозем выщелоченный среднесуглинистый слабосмытый на делювиальном суглинке на склоне 3° северной экспозиции); набор сельскохозяйственных культур, оптимальные севообороты, продуктивность (выход продукции в тоннах зерновых единиц с 1 га севооборотной площади) при экстенсивных, нормальных и интенсивных агротехнологиях; экономические показатели использования земли при тех же агротехнологиях.

Предлагаемая система оценки земель позволит реально оценивать, возможности и способы производства экологически безопасной сельскохозяйственной продукции при различных уровнях интенсификации.

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, в рамках научного проекта № 19-016-00101.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий / Под ред. Кирюшина В.И., Иванова А.Л. М., 2005. 784 с.
2. Гodelьман Я.М. Неоднородность почвенного покрова и использование земель. М.: Наука, 1981. С. 15–28.
3. Государственная кадастровая оценка земель сельскохозяйственного назначения / Под ред. Сапожникова П.М., Носова С.И. М., 2011. 124 с.

4. Зворыкин К.В. Сельскохозяйственная типология земель для кадастровых целей // Вопросы географии. 1965. Сб. 67. С. 13–20.
5. Карманов И.И. Методика и технология почвенно-экологической оценки и бонитировки почв для сельскохозяйственных культур. М.: ВАСХНИЛ, 1990. 114 с.
6. Карманов И.И., Булгаков Д.С. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. 12 с.
7. Карманов И.И., Фриев Т.А. Бонитировка почв на основе почвенно-экологических показателей // Почвоведение. 1982. № 5. С. 13–21.
8. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: КолосС, 2010. 687 с.
9. Кирюшин В.И. Оценка качества земель и плодородия почв для формирования систем земледелия и агротехнологий // Почвоведение. 2007. № 7. С. 873–880.
10. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 367 с.
11. Кирюшин В.И. Экологические основы проектирования сельскохозяйственных ландшафтов. СПб., 2018. 568 с.
12. Левыкин С.В., Чибилев А.А., Казачков Г.В., Петрищев В.П. Применение почвенно-экологического мультипликативного индекса при оценке пахотно-пригодности южных черноземов Предуралья с учетом экологических показателей // Почвоведение. 2017. № 2. С. 256–263.
13. Природно-сельскохозяйственное районирование и использование земельного фонда СССР. М.: Колос, 1983. 335 с.
14. Раменский Л.Г. Введение в комплексное почвенно-геоботаническое исследование земель. М.: Сельхозгиз, 1938.
15. Савич В.И., Амергузин Х.А., Карманов И.И., Булгаков Д.С., Федорин Ю.В., Карманова Л.А. Оценка почв. Астана, 2003.
16. Федеральный регистр технологий производства продукции растениеводства / Под ред. Краснощекова Н.В. М.: Информагротех, 1999. 517 с.
17. Шапко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 128 с.
18. Шишов Л.Л., Дурманов Д.Н., Карманов И.И., Ефремов В.В. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв. М., 1991. 302 с.
19. Шоба С.А., Столбовой В.С., Алябина С.О., Молчанов Э.Н. Почвенно-географическая база данных России // Почвоведение. 2008. № 9. С. 1029–1036.
20. FAO Soils bulletin 32 // Soil resources development and conservation service land and water development division. FAO UN. Rome, 1976.
21. Soil Survey Staff, 1998. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys, 2-nd ed. (Washington, D.C. USDA Natural Resources Conservation Service).

The Methodology for the Integrated Assessment of Agricultural Land

V. I. Kiryushin*

Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, 119017 Russia

**e-mail: vkiryushin@rambler.ru*

The analysis of various ways of agricultural land assessment is given. Disadvantages and limitations of applying the soil-ecological index are shown. The necessity of differentiation and expansion of assessment indicators as agriculture intensifies is justified. The experience of agroecological assessment, typology and classification of agricultural landscapes and soils for projecting adaptive landscape farming systems is discussed. It is proposed to use this experience and existing databases of soil research in the country to create a system of integrated assessment of agricultural land. As a starting point of its creation, it is proposed to formalize the assessment requirements in the form of a register of biological needs of crops and cultivars and a register of agricultural technologies. In accordance with these requirements, it is proposed to develop a register of models for assessing the agro-ecological status of land types by their agro-ecological groups within the provinces of natural and agricultural zones. The method of creating registers of agroecological land types productivity and registers of economic efficiency indicators for their use in extensive, normal and intensive agricultural technologies is considered as the resulting assessments.

Ключевые слова: soil valuation, biological requirements of plants, registers of agricultural technologies, agro-ecological types of land, assessment models, productivity registries, economic assessment