

## Моделирование агроэкосистем на эрозионных и солонцовых агроландшафтах степной зоны Южного Урала\*

*Н.Н. Дубачинская, д.с.-х.н., профессор,  
ФГБОУ ВПО Оренбургский ГАУ*

В концепции модернизации управления научными исследованиями предусмотрено:

– развитие фундаментальных и приоритетных прикладных исследований аграрной науки, соответствующих требованиям мирового уровня, повышение их роли в образовании, социально-экономическом развитии агропромышленного производства;

– повышение конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной науки, проведение взаимоувязанной научно-технической и инновационной политики, в том числе обеспечение прорыва на приоритетных направлениях аграрной науки.

Приоритетными направлениями развития аграрной науки, технологий и техники в России на период до 2025 г. являются земельные отношения и формы земельной собственности; система воспроизводства плодородия почв, предотвращения всех видов её деградации; развитие адаптивно-ландшафтных систем земледелия в различных экологических условиях.

В результате аграрной реформы в системе управления природопользованием и землеустройства хозяйств агропромышленного комплекса произошли существенные изменения. В соответствии с действующим законодательством земля может находиться в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности. На праве частной собственности земля принадлежит гражданам и юридическим лицам. Государственная собственность состоит из земель, находящихся в собственности Российской Федерации, и земель, находящихся в собственности субъектов Россий-

ской Федерации. Земли, принадлежащие на праве собственности городским и сельским поселениям, а также другим муниципальным образованиям, являются муниципальной собственностью [1]. Земельные сельскохозяйственные угодья и имущество колхозов и совхозов приватизированы работниками этих хозяйств и организованы в различные формы собственности (ЗАО, ООО, КФК, ИП и др.), где земельные угодья находятся как в собственности, так и в аренде на различный срок (от 49 лет до 1 года) с площадью от 10 га до 30 тыс. га и более. Однако при объединении собственников земель нарушено существующее землеустройство, к тому же не совсем определены границы землепользований собственников, отсутствует плановая система ведения хозяйства и т.п. Всё это приводит к негативным экологическим последствиям в агроэкосистемах, ухудшению фитосанитарной ситуации, проявлению эрозионных процессов, засолению и солонцеватости почв и соответственно загрязнению водных систем, снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Стала очевидной необходимость дифференциации земледелия в соответствии с разнообразными природными условиями страны. В этой связи методологические подходы к формированию комплексных систем природопользования неизбежны.

На современном этапе существует немало концепций дальнейшего развития земледелия: адаптивного земледелия [2], ландшафтного [3] и др. Все они нацелены на углубленную адаптацию, экологизацию земледелия к природным условиям, освещают различные аспекты этих процессов с разных позиций, которые в той или иной мере перекликаются.

\* При поддержке РГНФ, проект № 15-02-00658

Более комплексным подходом, дифференцированным учётом всех факторов отличается концепция адаптивно-ландшафтной системы земледелия [4]. Она представляется наиболее перспективной. Основу методологии её формирования составляет следующее определение: адаптивно-ландшафтная система земледелия — это система использования земли определённой агроэкологической группы, ориентированная на производство продукции экономически и экологически обусловленного количества и качества в соответствии с общественными (рыночными) потребностями, природными и производственными ресурсами, обеспечивающая устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия.

Научные основы адаптивно-ландшафтных систем земледелия на солонцовых землях Казахстана и Заволжской провинций Южного Урала впервые были разработаны нами и автором концепции академиком РАН В.И. Кирюшиным и реализованы в качестве моделей агроэкосистем совместно с филиалом «Волгогипрозем» в проектах землеустройства на эрозионных и солонцовых агроэкологических группах земель в СПК «Правда» и ЗАО «Адамовский» Оренбургской области [5]. Модели представляют природно-сельскохозяйственный ландшафт (культурный, окультуренный, в том числе деградированный), обусловленный сельскохозяйственной деятельностью, в котором природная основа сочетается с производственной и социальной инфраструктурой, формируемой на адаптивно-ландшафтной основе.

Как показали наши исследования, в пределах землепользования хозяйства (от 100 га и более) может встречаться несколько агроэкологических групп земель, очень разнообразных по агромелиоративным свойствам почв и рельефа местности, для которых должны разрабатываться соответствующие модели адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий.

В целях развития методологии, а также практической реализации в разработке экологически безопасных технологий производства продукции на основе агроэкологической оценки земель, выявления адаптивных фитоценозов и механизма их формирования под общей редакцией В.И. Кирюшина группой учёных в 2005 г. разработано методическое руководство, одобренное Министерством сельского хозяйства РФ и РАСХН [6]. В качестве научных предпосылок этой работы рассматриваются теория и опыт формирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий на основе новой системы агроэкологической оценки. Основу оценки составляют ландшафтно-экологический анализ территории, ландшафтно-экологическая классификация земель и встроённая в неё классификация почв. С использованием данных подходов разрабатывается агроэкологическая оценка земель с детальным отражением структуры почвенного

покрова, литолого-геоморфологических, микроклиматических и других условий.

Природно-климатические условия регионов Российской Федерации очень разнообразны, и развитие земледелия в этом направлении требует дифференцированного подхода. Особенностью степной зоны Южного Урала является наличие в комплексе с чернозёмами и тёмно-каштановыми почвами эрозионных (до 70%) и солонцовых (до 25% и более) почв.

Солонцовые и эрозионные почвы весьма разнообразны по агромелиоративным свойствам и на практике невозможно применять индивидуальные приёмы мелиорации для каждого отдельного вида. Поэтому их целесообразно объединять в группы, включая в них почвы с близкими мелиоративными показателями и требованиями в отношении мелиорации и эффективного использования. С учётом нашего опыта и данных исследований в различных районах степной зоны Южного Урала под руководством академика В.И. Кирюшина разработана агроэкологическая группировка, включающая плакорные, эрозионные, солонцовые и др. земли [6]. Выделенные группы земель характеризуют приуроченность к части природной зоны, естественным и лесным угодьям, т.е. к типу ландшафта, которому присущи общность природных факторов, обуславливающих определённую структуру использования сельскохозяйственных угодий, адаптивные севообороты, сельскохозяйственные культуры и технологии их возделывания.

Оптимизация агроэкосистем при разработке моделей базируется на ландшафтном анализе территории, который является системной матрицей агроэкологической оценки земель [6]. В результате оценки земель предлагаются системы в зависимости от характеристики агроландшафта, видового состава фитоценозов на определённой агроэкологической группе земель (плакорных, эрозионных, солонцовых). Индикатором показателей является агроэкологическая группа земель, которая представляет собой агроэкологическую общность, пространственно характеризующую геосистемой, функционирование которой происходит в единой цепи миграции вещества и энергии. Построение ландшафтной системы осуществляется с учётом законов и правил функционирования этой системы. В качестве таковой рассматривается элементарный ареал агроландшафта (ЭАА), который представляет собой современное землепользование БПХ им. Куйбышева, сегодня опытное поле Оренбургского НИИСХ. Площадь поля 90 га, расположено на различных элементах мезорельефа, ограничено элементарной почвенной структурой: 1 гр. — плакорные земли, чернозём южный солонцеватый слабозасолённый (склон до 1°); 2 гр. — эрозионные (умеренно-эрозионные), чернозём южный солонцеватый слабозасолённый (склон до 3°), 3 гр. — эрозионно-засолённые средне-эрозионные,

чернозём южный солонцеватый средnezасоленный (склон до 5°); 4 гр. — солонцовые, солонец глубокий средненатриевый средnezасоленный (склон до 5°). Все земли этого участка находятся в одинаковых геологических и микроклиматических условиях.

Почвы комплекса имеют средне-тяжелосуглинистый гранулометрический состав. Агроэкологические 3 и 4 гр. земель (эрозионные и солонцовые) характеризуются близкими агромелиоративными свойствами почв, но отличаются содержанием обменного натрия в ППК (26,6–28,6% от ёмкости обмена). Для этих почв характерны укороченный гумусовый профиль и более низкое содержание гумуса (1,9–3,1%), они отличаются более высокой плотностью сложения в верхней части профиля (1,25–1,41 и 1,20–1,30 г/см<sup>3</sup>, меньшей водопроницаемостью и полевой влагоёмкостью (33,5–25,3 и 33,5–20,9%), средним засолением (сумма солей 0,730–0,812%) с горизонта С, большей влажностью устойчивого завядания растений (16,6–19,6 и 16,7 и 26,7%) по сравнению с 1 и 2 гр. земель.

Чернозём южный солонцеватый среднемощный содержит гумуса 4,1 – 3,9–2,9%, обменного натрия в пределах 3,6–6,9% в горизонтах В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, засоление в горизонте АВ (0,076–0,015), увеличиваясь до 0,330–0,437% в горизонте С. Количество карбонатов в этих почвах в горизонте В<sub>2</sub> – 3,6–5,5%. Почвы стационара характеризуются высокой обеспеченностью обменным калием (24,8–29,7 мг/100 г почвы), средней – подвижным фосфором (1,5–2,3 мг/100 г почвы).

Задачи агроэкологической оценки земель заключаются в том, чтобы идентифицировать значимые параметры различающихся участков земель (в соответствии с агроэкологическими требованиями фитоценозов). В этой связи на выделенных участках (1–4 гр.) одновременно в севооборотах (пар – озимая пшеница – яровая пшеница – суданская трава) возделывались однолетние сельскохозяйственные культуры по принятой технологии.

Согласно методологии предлагаемая система агроэкологической оценки земель включает ландшафтно-экологический анализ территории, представляющий в соответствии с полученными данными исследований:

– типы: 1–3 гр. – степные слабоизменённые, 4 гр. – степные солонцово-солончаковые слабоизменённые;

– роды, подроды: 1 гр. – равнинные, элювиальные, 2–4 гр. – эродированные, элювиальные;

– виды, подвиды по направлению использования: 1 гр. – освоенные, распаханые, мелиоративно-организованные, полевые лесохозяйственные, 2 гр. – освоенные, противоэрозионноорганизованные, полевые, 3 и 4 гр. – освоенные, противоэрозионно-мелиоративно организованные, пастбищные.

Ландшафтно-экологическая оценка участков составляет: 1 и 2 гр. – 0,8 балла, 2 и 3 гр. – 0,6 балла.

Индикаторами агроэкологической оценки земель являются:

– структура почвенного покрова: по степени контрастности и сложности почвенных комбинаций 1 и 2 гр. – слабоконтрастные, комбинация несложная и умеренно-сложная, 3 и 4 гр. – средне- и сильноконтрастные, комбинация сложная;

– агроэкологическая оценка почв. Определялась в соответствии с полученными нами экспериментальными данными: физические свойства почв (гранулометрический (механический) состав, скелетность, плотность почвы, порозность, структурное состояние); физико-механические свойства (пластичность, липкость, набухание, усадка, связность, твёрдость), удельное сопротивление различных почв; водно-физические свойства почв (влагоёмкость, наименьшая влагоёмкость (НВ), влажность завядания растений (ВЗ), (НВ–ВЗ) – диапазон доступной (продуктивной) влаги, водопроницаемость).

В результате исследований установлено: в среднем по всем обозначенным показателям коэффициент оценки свойств почв составляет по 1 и 2 гр. – 0,79; по 3 гр. – 0,68; по 4 гр. – 0,63. Наименьшие показатели свойств почв по 3 и 4 гр. связаны с плохими водно-физическими и химическими свойствами почв. На диапазоне доступной влаги особенно сказалась степень засоления, что послужило причиной снижения продуктивной влаги и продуктивности агроценозов.

Оценка бонитета почв по продуктивности показала большие различия по исследуемым агроэкологическим группам почв, а также по зерновым и кормовым культурам: 1 гр. – 23,0 балла; 2 гр. – 30 баллов; 3 гр. – 18,9 балла; 4 гр. – 14,2 балла.

Для построения многофакторной регрессионной модели отобраны следующие факторы: продуктивность, балльная оценка, показатели свойств почв. Уравнение множественной регрессии построили с помощью MS Excel. В результате многофакторного уравнения регрессии получили

$$Y = 1,7 + 0,38 + 6,88.$$

Из полученных данных следует, что урожайность зерновых и суданской травы увеличится в среднем на 0,38 ц с 1 га при увеличении качества участка на 1 балл, а при повышении коэффициента качества показателей почв на 0,1 продуктивность возделываемых культур в севообороте может увеличиться на 6,88 ц/га.

В соответствии с полученным коэффициентом множественной детерминации можно отметить, что исследуемые факторы, входящие в модель, объясняют 51% вариации урожайности возделываемых культур в севообороте, 49% её вариации вызвано другими факторами, не включёнными в модель.

Из полученных данных следует, что на рассматриваемых моделях земель 1 и 2 агроэкологических групп эффективнее возделывать зерновые (яровую

и озимую пшеницу), на моделях земель 3 и 4 гр. – суданскую траву, которая является более солонце- и солеустойчивой культурой.

В дальнейшем полученные экспериментальные данные составят основу для разработки ГИС агроэкологической оценки земель и агротехнологий на примере модельных проектов в масштабе 1:100000.

Таким образом, научное обеспечение этой актуальной проблемы заключается в разработке различных вариантов использования земель с тем, чтобы сельскохозяйственный товаропроизводитель мог выбирать оптимальное решение в зависимости от природных и социально-экономических условий. Этот выбор будет находиться в широком диапазоне мероприятий: от комплексных и выборочных мелиораций до приспособительных приёмов, от интенсивного использования в полевых севооборотах до трансформации наиболее неблагоприятных по агрономическим свойствам солонцовых почв в пастбищные угодья с умеренным выпасом, рекреации и т.п. Разрабатываемые модели оптимизации агроэкосистем будут обеспечивать сохранение плодородия почв, фитоценозов, водных и лесных ресурсов, биоразнообразия, способствовать повышению продуктивности агроценозов за счёт

дифференцированного адаптивного размещения фитоценозов и наукоёмких агротехнологий.

Предлагаемые методы и подходы в формировании моделей агроэкосистем могут широко использоваться в образовательных программах вузов для подготовки бакалавров, магистров по специальностям почвоведение и агрохимия, землеустройство и кадастр, агроэкология, проектирование и освоение наукоёмких агротехнологий, агрономии, в диссертационных работах магистрантов, аспирантов и докторантов, а также в проектах земельных кадастров и землеустройства, адаптивно-ландшафтных систем земледелия в хозяйствах всех форм собственности.

### Литература

1. Федеральный закон «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» от 24 июля 2002 г. N 101-ФЗ // Собрание законодательства Российской Федерации. 2002. № 30.
2. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Кишенёв: Штиница, 1990. 432 с.
3. Каштанов А.И., Лисецкий Ф.Н., Швёбс Г.И. Основы ландшафтно-экологического земледелия. М.: Колос, 1994. С. 5–7.
4. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. Пушкино, 1993. 64 с.
5. Дубачинская Н.Н. Ресурсосберегающие технологии производства продукции растениеводства (на примере Южного Урала): методическое пособие. М.: Столичная типография, 2009. 315 с.
6. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. и др. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологии: методическое руководство МСХРФ, РАСХН. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.