



**РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ
И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**RATIONAL USE OF NATURAL RESOURCES
AND PROTECTION OF THE ENVIRONMENT**

УДК631.58 (571.)



**АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫЕ СИСТЕМЫ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
(ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ)**

Власенко А.Н., доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
академик Россельхозакадемии,

Добротворская Н.И., доктор биологических наук, профессор

На модели ОПХ «Кремлевское» разработан проект системы адаптивно-ландшафтного земледелия, включающей вопросы размещения культур и планирования севооборотов на территории земель ОПХ, их экономическую оценку.

**ADAPTIVE AND LANDSCAPE SYSTEMS
OF AGRICULTURE (EXPERIENCE OF DESIGN)**

A.N. Vlasenko, doctor of agricultural sciences, professor, academician,
the Russian Academy of agriculture

On model OPH "Kremlin" the project of system of the adaptive and landscape agriculture including questions of placement of cultures and planning of crop rotations in the territory of lands by OPH, their economic assessment is developed.

Понятие «система земледелия» имеет сложную и противоречивую историю. Существует множество ее определений. В качестве официального, вошедшего в учебники, используется следующее: «Система земледелия – это комплекс взаимосвязанных агротехнических, мелиоративных и организационных мероприятий, направленный на эффективное использование земли и других ресурсов, сохранение и повышение плодородия почвы, получение высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур».

Оно носит слишком общий характер и совершенно безадресно в экологическом отношении. Лишь в результате взятого в 1980-е годы курса на дифференциацию земледелия в соответствии природными условиями появляется экологический адрес системы земледелия, хотя и очень приблизительный – зональная. В ГОСТ 16265-89 зональная система земледелия определена как система, все звенья которой в полной мере учитывают и реализуют почвенно-климатические, материально-технические и трудовые ресурсы конкретной природной зоны. Такая «привязка» системы земледелия далеко не адекватна, поскольку природная зона охватывает чрезвычайно разнообразные условия. Фактически степень дифференциации систем земледелия различалась на уровне природно-сельскохозяйственных провинций.

Рациональное природопользование Rational use of natural resources

В 1990 г. в результате активизации исследований по углублению адаптации земледелия к природным условиям стали активно появляться новые формулировки, в которых развивались различные аспекты проблемы, дополняя друг друга. Тем не менее системы земледелия не воспринимались как целостное явление природно-хозяйственной деятельности. Помимо неопределенности экологического адреса и безальтернативности, в них не отражались социально-экономическая, рыночная мотивация, связь с производственным потенциалом, хозяйственными укладами. С учетом этих недостатков В.И. Кирюшиным разработана методология, которая позволяет строить модели систем земледелия, взвешенные не только в физическом пространстве, но и в социально-экономическом с учетом определенной совокупности факторов:

- общественные (рыночные) потребности;
- агроэкологические требования культур и их средообразующее влияние;
- агроэкологические параметры земель (природно-ресурсный потенциал);
- производственно-ресурсный потенциал, уровни интенсификации производства;
- хозяйственные уклады, социальная инфраструктура;
- качество продукции и среды обитания, экологические ограничения.

Исходя из этого подхода сформулировано определение системы земледелия: адаптивно-ландшафтная система земледелия – это система использования земель определенной 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» [1-4].

Территория Западной Сибири в силу ее континентальности характеризуется значительной контрастностью природных условий: резкими сезонными и суточными сменами температур, неравномерностью выпадения осадков, комплексностью почвенного покрова, в котором черноземные почвы соседствуют с солонцовыми и солодами. Поэтому при проектировании систем земледелия большая роль принадлежит процедуре агроэкологической оценки и типизации земель.

Учеными Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации сельского хозяйства разработан проект системы адаптивно-ландшафтного земледелия для ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области. Площадь хозяйства 16934 га, из них 10346 га занято полевыми севооборотами. В хозяйстве имеются все возможности для реализации адаптивно-ландшафтного подхода к формированию систем земледелия, ориентированных на решение экологических проблем путем средообразующего влияния сельскохозяйственных культур, на восстановление плодородия земель и достижение экономической эффективности производства. На предыдущих этапах развития хозяйства была определена обоснованная специализация на зернопроизводстве (семеноводстве) и мясомолочном скотоводстве.

В основе данного проекта лежит глубокая и всесторонняя оценка агроэкологических условий на территории хозяйства, проведенная с использованием ГИС-технологий.

При создании проекта адаптивно-ландшафтных систем земледелия с применением информационных технологий следует учитывать некоторые специфические особенности. Агрономические знания характеризуются значительным объемом разнородных, зачастую трудно формализуемых данных; различным набором характеристик по аналогичным объектам, для них присуща неполнота сравнительных данных, что во многих случаях обуславливает доминирующую роль экспертных суждений и заключений. Использование

новых методов проектирования требует особой подготовки исходной информации: определения необходимого и достаточного уровня детализации территориальных систем, точности данных, структурирования информации, новых форм представления и т.д. Важным условием подготовки исходной информации является обеспечение полного соответствия между данными разных блоков проекта систем земледелия, что позволяет использовать автоматизированные программы для расчета вариантов и их оптимизации при смене исходных условий – цен на продукцию, сырье, погодных условий, уровня интенсификации и т.д. [5]. Это условие выполняется путем координатной привязки информации к конкретным участкам.

Основными блоками данного проекта являлись: блок агроэкологической оценки и типизации земель, блок организации и размещения севооборотов, блок технологий (системы обработки почвы, определения уровней интенсификации производства, системы удобрений, системы защиты растений).

Обширная и разноплановая информация об экологических условиях хозяйства была обобщена, структурирована и визуализирована в виде цифровой модели местности (ЦММ) – многослойной тематической карты хозяйства, содержащей такие слои, как топография с нанесенными на нее линиями рельефа, карты элементов рельефа с характеристиками уклонов, почвенная карта, карты растительности, засоления почв, уровня грунтовых вод.

На основе сопоставления тематических карт была создана электронная карта структур почвенного покрова или, иначе говоря, карта элементарных ареалов агроландшафта (ЭАА [3]) или видов земель. База данных такой карты содержит информацию о геохимическом статусе выделенного ареала, наличии в нем факторов, лимитирующих продуктивность сельскохозяйственных культур, рациональном способе использования (тип угодья, набор сельскохозяйственных культур, тип севооборота), мероприятиях по улучшению данных видов земель. При общности перечисленных характеристик виды земель объединяли в агроэкологические типы земель, и создали новый слой с картой «Агроэкологические типы земель». В ОПХ «Кремлевское» было выделено 10 агроэкологических типов земель: 1 – автоморфные и автоморфно-полугидроморфные; 2 – полугидроморфные слабоэрозионные с линейной эрозией; 3 – полугидроморфные слабоэрозионные с плоскостной эрозией; 4 – слабопереувлажненные (полугидроморфные); 5 – среднепереувлажненные (гидроморфно-полугидроморфные); 6 – сильнопереувлажненные (гидроморфные); 7 – гидроморфно-полугидроморфные солонцеватые; 8 – гидроморфно-полугидроморфные солончаковатые и солончаковые; 9 – гидроморфные солонцеватые, солончаковатые и солончаковые; 10 – заболоченные.

Границы ареалов типов земель на местности идентифицировали по элементам рельефа и границам соответствующих им почвенных контуров. Ареалы типов земель, как правило, более крупные, чем контуры типов почв, количество контуров значительно меньше по сравнению с количеством контуров почвенной карты. В частности, почвенная карта ОПХ «Кремлевское» М 1:25000 содержит 856 контуров, а карта типов земель – лишь 120. База данных карты «Агроэкологические типы земель» содержит количественные показатели в виде коэффициентов сложности, контрастности и неоднородности почвенного покрова полученных выделов. Для расчета данных показателей использовались морфометрические характеристики всех почвенных контуров. Эта весьма объемная при ручном сканировании задача легко выполняется в программном графическом пакете, в частности MapInfo, с помощью процедуры SQL-запроса.

Для вычисления коэффициента контрастности в базе данных проекта «Справочные данные» разместили матрицу признаков почв, градуированных по степени проявления каждого свойства из определенного заранее перечня агрономически важных свойств.

Далее на фоне карты типов земель был организован слой «Производственные

Рациональное природопользование Rational use of natural resources

участки», который получен путем картографирования существующего землеустройства. Характеристиками данного слоя стали сведения о площади участка, длине гона, уклоне поверхности, каменистости и другие технологические показатели.

В результате была получена карта рабочих участков, дифференцированных в зависимости от базовых агроэкологических условий хозяйства, отражающих воздействие нерегулируемых или ограниченно регулируемых факторов продуктивности земель.

Оценка продуктивности типов земель с использованием ГИС-технологий.

Следующим шагом, необходимым при агроэкологической оценке земель, являлось определение потенциальной продуктивности почвенного покрова полученных участков применительно к основным сельскохозяйственным культурам, выращиваемым в хозяйстве. Данная процедура может осуществляться на основе материалов внутрихозяйственной оценки земель, накопленных эмпирических данных, результатов научных опытов, испытаний Госсортоучастков. В нашем проекте использовался экспертный метод оценки сравнительной продуктивности почв и земель [6, 7]. В основе алгоритма оценки продуктивности почв и рабочих участков лежит процедура многомерного ранжирования почвенных объектов по их свойствам: от лучших значений данного свойства для данной культуры к худшим. В расчет принимались 11 важных свойств почв: гумусированность, pH, гранулометрический состав, емкость катионного обмена и т.д., учитывался вес признака-свойства, показывающий степень его важности для возделывания данной культуры. Таблицу урожайности культур на разных типах почв размещали в справочной таблице базы данных, а в среде ГИС рассчитывали ее для рабочих участков с учетом структуры почвенного покрова (рис. 1) и отражали в виде картограмм урожайности (рис. 2). Визуализация распределения урожайности культур по производственным полям открывает путь для формирования севооборотов и их размещения на территории хозяйства.

Урожайность культур на различных почвах (ц/га)										
Уровень интенсификации 1			Уровень интенсификации 2			Уровень интенсификации 3				
Индекс	Номер	Рожь	Пшеница	Овес	Ячмень	Горох	Рапс	Кукуруза	Однолетние травы	Многолетние травы
K2-г	74	30,41	23,04	26,91	29,69	19,9	17,01	274,3	46,09	34,92
K3-т	75	27,69	19,75	24,52	24,5	18,17	13,61	227,3	39,49	31,21
K4-т	76	27,48	19,49	24,33	24,09	18,03	13,35	223,7	38,98	30,92
K5-т	77	25,7	17,33	22,76	20,69	16,9	11,12	192,9	34,66	28,5
K6-т	78	25,49	17,08	22,59	20,31	16,77	10,87	189,4	34,17	28,22
K7-т	79	26,64	18,48	23,59	22,5	17,5	12,3	209,2	36,95	29,78
K8-т	80	28,03	20,15	24,81	25,14	18,38	14,03	233,1	40,31	31,67
K9-т	81	26,8	18,66	23,73	22,79	17,6	12,5	211,9	37,33	30
K10-т	82	25,24	16,78	22,37	19,83	16,61	10,56	185,1	33,56	27,88
K10-г	83	26,17	17,9	23,18	21,59	17,2	11,71	201,0	35,8	29,14
K11-т	84	28,88	21,19	25,56	26,77	18,92	15,1	247,9	42,37	32,83
K12-т	85	24,35	15,69	21,58	18,12	16,04	9,43	169,6	31,39	26,65
K13-т	86	24,66	16,08	21,86	18,72	16,24	9,83	175,0	32,15	27,09
K14-т	87	27,19	19,14	24,07	23,54	17,85	12,98	218,6	38,27	30,53
K15-т	88	19,69	10,05	17,49	9,23	13,08	3,61	89,21	20,1	20,31
K16-т	89	21,93	12,76	19,45	13,5	14,5	6,41	127,8	25,53	23,36
K17-т	90	22,62	13,59	20,06	14,81	14,94	7,27	139,7	27,19	24,29

Рис.1. Расчет урожайности сельскохозяйственных культур для почвенных разновидностей или комплексов (графа «Индекс»)

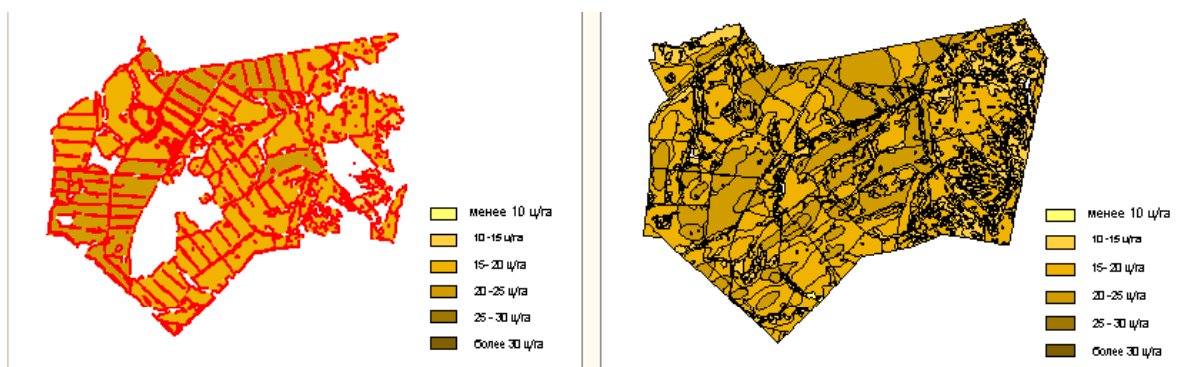


Рис.2. Картограмма урожайности пшеницы по почвенным контурам и рабочим участкам на первом уровне интенсификации производства

Размещение культур и планирование севооборотов на территории хозяйства.

Для решения данной задачи в справочную базу данных вводили таблицу основных типов полевых и кормовых севооборотов, рекомендуемых научными учреждениями для данной области, а также таблицу поправочных коэффициентов к урожайности культуры в зависимости от предшественника. Учет данных факторов позволяет получить величину среднемноголетней продуктивности севооборота на данном типе земель при определенном уровне интенсификации.

В процесс моделирования было включено 12 видов севооборотов. Лучшими по продуктивности севооборотами на первом и четвертом типе земель (автоморфные и слабопереувлажненные) являются: 1) пар – пшеница – горох – пшеница – ячмень; 2) многолетние травы (2 года) – пшеница – горох – пшеница. Их продуктивность при экстенсивном уровне производства составила 25-30 ц к.ед./га, интенсификация перспективна и дает повышение продуктивности данных севооборотов до 40-45 ц к. ед/га севооборотной площади. Однако на четвертом типе земель из-за более поздних сроков наступления физической спелости почв необходимо применение современных посевных комплексов для своевременного проведения технологических операций.

На пятом и седьмом типах земель (гидроморфно-полугидроморфные и гидроморфно-полугидроморфные солонцеватые) наиболее продуктивным оказался севооборот «однолетние травы – зерновые (ячмень, овес) + многолетние травы – многолетние травы (4 года)». На третьем типе земель предпочтительны кормовые зернотравяные севообороты с обязательным проведением противоэрозионных мероприятий. Восьмой тип земель может использоваться под кормовые севообороты с многолетними солеустойчивыми травами, девятый – под улучшенные сенокосы и пастбища ограниченного пользования, второй, шестой и десятый следует оставить под водоохранную зону.

Необходимо отметить, что при существующем землеустройстве в ОПХ «Кремлевское» на некоторых производственных полях в состав почвенного покрова входят земли, относящиеся к первому типу (автоморфные с черноземами выщелоченными) и к седьмому – (гидроморфно-полугидроморфные солонцеватые с черноземно-луговыми солонцеватыми почвами). Эти почвы существенно различаются не только физическими свойствами и уровнем плодородия, но и технологическими параметрами: различными сроками наступления физической спелости почвы, а также сроками созревания зерновых культур. Неоднородность почвенного покрова обусловлена очень крупными размерами производственных полей (500-600 га), для которых весьма трудно подобрать однородные по ландшафтным и агрохимическим характеристикам участки. Неоднородность почвенных

Рациональное природопользование Rational use of natural resources

условий приводит к пестроте в урожайности и ухудшению качества продукции и, как следствие, снижению усредненных показателей продуктивности. Кроме того, уравнительный характер проведения технологических, особенно агрохимических, мероприятий на всей площади поля создает риск неоправданности затрат. В системе адаптивно-ландшафтного земледелия данная проблема решается двумя путями: выведением контрастных участков в иной тип использования или дифференциацией технологий применительно к участкам с различными условиями в границах одного производственного поля. В соответствии с данными положениями и с учетом существующей инфраструктуры полей, избегая ее принципиального изменения, было предложено некоторое изменение границ полей, приведение их в соответствие с границами агроэкологических типов земель. Итого было рекомендовано вывести из-под зерновых культур под многолетние травы 978 га переувлажненных, солонцеватых, солончаковых или сильно расчлененных участков.

Дальнейшее проектирование сводится к формированию базовых элементов систем земледелия, а именно системы обработки почвы, исходя из свойств почв выделенных типов земель, системы удобрений, системы защиты растений и расчета показателей эффективности производства.

В интенсивном земледелии при использовании азотных удобрений и гербицидов эффективно чередование вспашки с глубоким безотвальным рыхлением, мелкой плоскорезной (10-14 см) и «нулевой» обработкой (оставление стерни без обработки) в зависимости от сложения пахотного слоя и условий увлажнения. Особенно эффективно уменьшение интенсивности зяблевой обработки в годы с дефицитным или остродефицитным типом увлажнения, которые повторяются на данной территории в 30% лет.

На слабозероизонных землях южных склонов была рекомендована осенняя обработка только безотвальными орудиями на глубину 23-25 см поперек склона, а также посев в этом направлении, чему способствует и большая длина гона.

Система удобрений рассчитана на потребность в элементах питания по каждому севообороту. Для ведения земледелия с применением малоинтенсивных технологий хозяйству потребуется ежегодно примерно 180 т азотных удобрений и 30 т фосфорных, с применением интенсивных технологий – соответственно 440 и 80 т. При длительном возделывании культур по интенсивным технологиям (обычно спустя 3-4 ротации севооборота) дозы азотных удобрений должны корректироваться в сторону уменьшения вследствие повышения азотминерализующей способности почвы.

Система защиты растений построена на формировании комплекса мероприятий, связывающих в единое целое использование иммунных сортов, адаптированных агротехнических приемов возделывания, методов биологической борьбы с вредными организмами, и сводит применение химических средств защиты растений к минимуму.

Экономическая оценка севооборотов показала, что рентабельность вложений в севообороте «пар – пшеница – пшеница – зернофуражные – многолетние травы (выводное поле)» увеличивается с 45% на экстенсивном уровне технологий до 58% при нормальном и 53% – интенсивном уровне. В севообороте «пар – пшеница – зернобобовые, рапс – пшеница – многолетние травы (выводное поле)» эти показатели несколько выше за счет включения в севооборот более доходных культур – зернобобовых и рапса. Рентабельность производства составила соответственно 57; 78; 79%.

Таким образом, в условиях рыночной экономики резервы повышения рентабельности предприятия связаны со снижением затрат и уменьшением риска недополучения урожая на неблагоприятных землях. На это направлены принципы и методы концепции адаптивно-ландшафтного земледелия и агротехнологий.

Рациональное природопользование Rational use of natural resources

Представленный проект базируется на новой землеоценочной основе, включающей в себя оценку большого числа факторов продуктивности земель. Экологические и экономические принципы адаптивно-ландшафтного земледелия и современный инструментарий оценки, обобщения и представления информации обеспечивают высокую эффективность проектирования производства и окупаемость агротехнологий сельскохозяйственной продукцией.

Библиографический список

1. **Кирюшин В.И.** Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия/ - М., 1993.- 64 с.
2. **Кирюшин В.И.** Экологические основы земледелия/ В.И.Кирюшин. – М.: Колос, 1996. – 367 с.
3. **Кирюшин В.И.** Точные агротехнологии как высшая форма интенсификации адаптивно-ландшафтного земледелия // Земледелие. – 2004. - №6. – С. 16-21.
4. **Агроэкологическая** оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
5. **Власенко А.Н.** Особенности информационного обеспечения агроэкологической оценки земель для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия с использованием ГИС-технологий: метод. пособие/ Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. СибНИИЗХим; А.Н. Власенко, Н.И. Добротворская, А.И. Южаков и др. – Новосибирск, 2007.– 40 с.
6. **Южаков А.И.** Система экспертной оценки плодородия почв/ А.И. Южаков, Н.И. Добротворская // Тез. докл. II съезда почвоведов России. – СПб., 1996. -Кн.2.
7. **Южаков А.И.** Система экспертной оценки сравнительной продуктивности почв с использованием ГИС-технологий / А.И. Южаков, Н.И. Добротворская // Информационные технологии, информационные измерительные системы и приборы в исследовании сельскохозяйственных процессов: Агроинфо-2003: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 22-23 окт. 2003 г.). - Новосибирск, 2003. – Ч.2 . - С.107-110.