

УДК 631.6:631.115

КНИГА ИСТОРИИ ПОЛЕЙ КАК БАЗИСНАЯ КОМПОНЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АГРОПРЕДПРИЯТИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ХОЗЯЙСТВОВАНИЯ

Н.К. Вахонин, кандидат технических наук
Институт мелиорации

Ключевые слова: оптимизация, агропредприятие, мелиорированные земли, информационная система, ГИС, база данных, книга истории полей

Введение

В условиях рыночных отношений любые вложения средств должны обеспечивать отдачу. Особо актуально это для сельскохозяйственного производства, так как используемые для получения урожая материальные технологии (мелиорация, обработка почвы, удобрения, средства защиты) являются весьма капиталоемкими.

При этом с увеличением интенсивности использования урожаеобразующих факторов растут затраты, а рост урожаев и, соответственно, доходов от их реализации замедляется по мере приближения к биологическому оптимуму (достижению насыщения). К тому же обеспечение окупаемости становится все более проблемным в связи с постоянно возрастающим диспаритетом цен между продукцией сельскохозяйственного производства и продукцией производственно-технического назначения, используемой при ее получении.

В отличие от концепции, ориентированной на получение максимального урожая в рыночных условиях, сельскохозяйственное производство должно удовлетворять набору целей: максимизации доходов при минимуме затрат и соблюдении экологических ограничений [1, 2]. При этом основную практическую задачу растениеводства можно сформулировать как проблему принятия решений: осуществление согласованного выбора альтернатив: вида сельскохозяйственных культур и интенсивности их выращивания (тип, параметры и управление мелиоративных систем для регулирования водного режима, дозы удобрений для регулирования пищевого режима, средства защиты растений и т.п.).

Такого рода задача стоит на любом хозяйственно-административном уровне, начиная от агропредприятия и до отрасли в целом. Для её реализации необходима система принятия решений, обеспечивающая возможность анализа множества вариантов распределения ограниченных средств между различными урожаеобразующими факторами по всем полям хозяйства и выбор из них оптимального варианта по вышесформулированным целям.

Состав системы принятия решений в агропредприятии

Система принятия решений включает оптимизационно-имитационную модель урожая сельскохозяйственных культур в зависимости от оптимизируемых факторов для

многовариантного анализа и информационную систему, обеспечивающую хранение и подготовку всех требующихся для проведения расчетов данных конкретного хозяйства.

Принятие решений, ориентированных на максимизацию урожайности, с некоторой приближенностью может осуществляться и на основе экспертных соображений. Но при решении многокритериальной задачи по выбору вариантов, оптимальных по прибыли, рентабельности, причем с учетом их колебания по годам в связи со случайным характером погодно-климатических воздействий, эвристическое принятие обоснованных решений без осуществления расчетов нереально. Одновременно возрастает актуальность наличия информации, необходимой для принятия обоснованных решений.

Следует подчеркнуть, что при любом уровне общности постановки и решения различных задач в агропроизводстве: от наиболее строгих, решаемых с использованием имитационного моделирования задач стохастической оптимизации, до наиболее упрощенных эвристических решений, основанных на экспертных соображениях (здоровом смысле), обоснованность выбора определяется точностью и надежностью используемой в расчетах исходной информации, получаемой по результатам агромониторинга. В соответствии с этим агромониторинг является не самоцелью, а средством для информационного обеспечения принятия решений. Учитывая достаточно заметные затраты на его проведение, собираться и храниться должны только те данные по параметрам и процессам, которые необходимы для решения реально стоящих задач растениеводства. Выбор пространственно-временной частоты, методов и способов сбора информации (наземный мониторинг, дистанционное зондирование – GPS-приёмники, аэрокосмосъемка и т.д.) определяется требованием минимума затрат на осуществление мониторинга при обеспечении необходимой для принятия решений точности данных.

Для эффективного использования полученных в результате мониторинга данных необходима автоматизированная система, обеспечивающая хранение, обработку и подготовку наборов данных, необходимых для различных расчетов при принятии решения. Хранение данных на бумажных носителях бесперспективно, так как зачастую приводит к их быстрой утере. Проблемна также возможность их многофакторного анализа, а осуществление многовариантных расчетов "вручную" невозможно в принципе, поэтому компьютерному хранению данных агромониторинга нет альтернативы.

Структура информационной системы должна учитывать основные особенности сельскохозяйственных объектов: многокритериальность, многофакторность зависимости урожая, динамичность урожаяобразующих факторов, стохастичность по годам и пространственную дифференцированность параметров на больших площадях. Учитывая различные характерные времена изменения этих показателей и пространственно-временную частоту их фиксации при мониторинге, целесообразна реализация информационного обеспечения в форме двухкомпонентной геореляционной системы, включающей специализированную базу данных временных рядов для хранения результатов мо-

ниторинга динамичных процессов, фиксируемых с частотой сутки и менее, и геоинформационную систему (ГИС) для хранения медленно изменяющихся пространственно распределенных данных [3].

При этом необходимые для анализа и принятия обоснованных решений информационные ресурсы, хранение и работу с которыми должна обеспечивать информационная система, разделяются на:

- входные воздействия (цены, ресурсы, природно-климатические воздействия);
- структура системы (контуры, рельеф полей, тип, вид, топология мелиоративной сети, вид сельхозиспользования, размещение инфраструктуры хозяйства, коммуникаций и т.п.);
- переменные состояния процессов в системе (водный, тепловой, пищевой и другие режимы во всех подсистемах), определяющие урожайность;
- регулируемые и нерегулируемые параметры (водно-физические, агрофизические, агрохимические, морфометрические и другие параметры почв, мелиоративной сети, сельскохозяйственной растительности, количество работников, ферм, гаражей, складов, силосных ям и т.д., число мест, объемы и характер покрытия, ширина дорог и т.п.);
- управляющие воздействия (характеристики регулирования водного режима, дозы удобрений, средства защиты и т.д.);
- выходные воздействия в натуральных показателях (затраты на все технологические операции), полученная урожайность;
- функции цели (доходы, затраты, экологическое состояние).

Автоматизированная книга истории полей и структура информационной системы оптимизации агропредприятия

Значительная часть вышеприведенных показателей фиксируется непосредственно в самих хозяйствах-землепользователях: данные по урожайности, технологическим операциям, управляющим воздействиям и т.д. Как правило, их хранение имеет разрозненный неструктурированный вид на бумажных носителях, в связи с чем необходимая для принятия решений информация, на сбор которой затрачены значительные средства, зачастую оказывается безвозвратно утраченной. В результате в агропредприятиях иногда невозможно найти даже данные по урожайности полей более чем за 2-3 последних года, хотя мониторинг их осуществлялся (приход на склад), на что затрачивались определенные ресурсы. С утерей данных полезное их использование при принятии решений для анализа эффективности вложения средств в конкретные поля, позволяющее окупать затраты на их получение, становится невозможным.

В соответствии с вышеизложенным минимальной конфигурацией (базовой составляющей) информационной системы является автоматизированная книга истории полей хозяйства, создаваемая на основе геоинформационных средств, предназначенная

для хранения данных, собираемых непосредственно в самом хозяйстве. Книга представляет собой пространственно привязанный на электронной карте ГИС тематический слой сельскохозяйственных полей хозяйства с хранением соответствующей каждому из них информации в атрибутивной таблице (рис. 1).

Тематический слой полей создается векторизацией отсканированных карт или схем хозяйства, или путем привязки контуров полей, используя космическую систему глобального позиционирования (GPS, Glonas) или имеющиеся характерные объекты на местности. Наиболее просто оконтуриваются поля при наличии сети мелиоративных каналов. Для этого случая реализовано специальное приложение, обеспечивающее автоматическое построение площадной темы полей, используя линейную тему оконтуривающих их каналов. Единожды проведенная векторизация полей хозяйства нуждается в редактировании только в случае их перенарезки.

Ежегодные данные агромониторинга по каждому полю заносятся в таблицу атрибутивных данных темы. Каждая строка таблицы хранит данные по одному полю, представленному на электронной карте. К примеру, в колхозе "Советский", расположенный на осушенном водосборе верховья р.Ясельда (рис.1), выделено 257 таких полей. Каждая колонка таблицы предназначена для своего вида данных. В первой колонке записываются имена полей. В остальные колонки заносятся данные по всем фиксируемым в хозяйстве урожаеобразующим факторам (управляющим технологическим воздействиям) и получаемым урожаям в разрезе каждого поля: вид высеваемой культуры, сорт, срок сева, уборки, дозы азота, фосфора, калия, органики, микроудобрений, средства защиты, их дозы, параметры любых других технологических операций по обработке почв и уходу за растениями, полученный урожай хозяйственно-полезных органов, а также других составляющих (солома, семена и т.п.). Могут также дополнительно заполняться колонки любыми другими детализирующими структуру урожая показателями: влажность зерна, количество стеблей на 1 м², вес 1000 зерен, даты наступления фенофаз и т.п.

Кроме колонок исходных данных мониторинга, в таблице могут создаваться колонки расчетных показателей, автоматически заполняемые, используя данные исходных, преобразуемых по заданному уравнению (например, колонка "Доходы от реализации урожая", рассчитываемая как произведение колонок "Величина урожая" и "Цена продажи"). Общее количество колонок в одной таблице не должно превышать 255.

Все вышеуказанные показатели, фиксируемые непосредственно самим хозяйством, именно здесь и должны заносятся в атрибутивные таблицы, даже если ГИС ведется не в самом хозяйстве (полномасштабная ГИС довольно сложная система и первоначально может реализоваться для хозяйства специализированной организацией на консалтинговых началах). Для этого созданы специальные формы ввода простейшего вида, ориентированные на пользователя с минимальной компьютерной подготовкой, данные из которых переносятся в головную информационную систему с помощью специально созданных конверторов.

Помимо самих хозяйств-землепользователей значительная часть определяющей урожайность культур агромониторинговой информации собирается различными учреждениями и ведомствами: по мелиорированности земель (данные по мелиоративным системам, их ремонту и реконструкции) – ПМС, по рельефу территории – землеустроителями, по почвам и их плодородию по турам обследований – агрохимслужбой, по погодноклиматическим условиям – гидрометслужбой и т.д., хранящими её в различных форматах (на бумажных носителях, в компьютерном виде в формате Excel и dbf файлов и др.). Эти данные также должны быть задействованы в информационной системе мониторинга конкретного хозяйства.

Для исключения повторного ручного ввода ранее набранных данных реализованы специальные конверторы для автоматического перевода из различных форматов их хранения в информационную систему. Реализованы также процедуры конвертации данных в ГИС из специализированной базы данных временных рядов метеоданных.

Интерполяцией средствами ГИС данных мониторинга различных показателей (уровней грунтовых вод, концентрации элементов питания и т.п.) в нерегулярных точках можно осуществить их зонирование и в результате получить весь комплекс урожаеобразующих факторов, а также урожаев по каждому полю хозяйства в любом году (рис.1).

Средствами ГИС анализ урожайности может осуществляться в разрезе групп, выделяемых по любым принципам и имеющих различный уровень агрегированности: по полям с различными типами почв, осушенным и неосушенным землям, реконструированным и нереконструированным участкам, по различным видам и сортам культур и т.д. На основании этого могут выделяться проблемные участки, требующие реконструкции, перезалужения, вывода из сельхозиспользования и т.п.

В частности, с помощью автоматизированной книги, можно производить оценку эффективности землепользования до и после проведения реконструкции мелиоративных систем, которая в настоящее время, в связи с отсутствием отдельного учета урожайности на мелиорированных и немелиорированных землях, осуществляется только качественно (используя результаты опытов по урожайности в аналогичных условиях). В автоматизированной книге истории урожайность мелиорированных и немелиорированных земель отсортировывается в автоматическом режиме, с возможностью анализа по каждому отдельному полю. Поэтому наибольшую актуальность она имеет в хозяйствах с преобладанием мелиорированных земель, так как без обеспечения отдельного учета урожайности и других характеристик полей невозможен объективный выбор объектов, где необходимы дорогостоящие мероприятия по реконструкции мелиоративных систем.

С учетом этого целесообразно приоритетное выделение инвестиций на реконструкцию мелиоративных систем тем агропредприятиям, которые ведут такую книгу, так как только в этом случае имеется надежная информация для обоснованного бизнес-планирования её окупаемости.

Помимо информационного обеспечения общей задачи оптимизации агропроизводства данные информационной системы необходимы для оценки экономико-экологической эффективности растениеводства агропредприятия в целом, сравнения вклада в неё различных полей, эффективности формирования процессов в различных подсистемах, диагностики элементов и причин (лимитирующих узких мест), приводящих к неудовлетворительным результатам, и прогноза их изменения для выбора оптимального варианта трансформации хозяйствования. Компонуемая таким образом информация является также основой информационного обеспечения при внедрении в перспективе технологий прецизионного (точечного) земледелия, характеризующихся еще более дифференцированным учетом характеристик почв (не по полям, а по отдельным их участкам, вплоть до точек).

Осуществление оптимизации растениеводства отдельно для мелиорированных и немелиорированных земель неэффективно. Очевидно, что она должна осуществляться в масштабах агропредприятия в целом, включая все имеющиеся у него земли. При этом эффективность растениеводства, помимо показателей, связанных с продуктивностью почв, отражаемых в книге истории полей, зависит и от других характеристик (инфраструктура, коммуникации и т.п.). В большинстве случаев, в особенности на мелиорированных землях, наряду с растениеводством агропредприятия занимаются животноводством. Учитывая тесную взаимозависимость, оптимизация растениеводства должна осуществляться только с учетом животноводства, т.е. как единая задача оптимизации хозяйственной деятельности агропредприятия (включая и переработку).

Поэтому автоматизированная система информационного обеспечения оптимизации хозяйствования агропредприятия в целом должна отражать всю его информационную структуру, по всем определяющим эффективность агропроизводства блокам (рис.2). В соответствии с этим наряду с книгой истории полей, обеспечивающей хранение информации по блокам (земля и сельскохозяйственная растительность), информационная система агропредприятия должна включать компоненты, обеспечивающие хранение информации и по всем остальным блокам (рис.2).

Учитывая значительную пространственную распределенность всех этих данных, организация их хранения целесообразна в виде набора тематических слоев ГИС, включающих картографическую привязку и отображение объектов и хранение соответствующих им данных в атрибутивных таблицах.

Средствами ГИС обеспечивается возможность их совместного пространственного анализа с информацией тематического слоя полей севооборота. Разработанные специализированные конвертеры и процедуры обеспечивают интеграцию информации, хранимой в ГИС и в базе данных временных рядов.

Контролируемые показатели, возможность хранения которых должна обеспечиваться автоматизированной системой информационного обеспечения:

- входные управляемые и управляемые воздействия

- структура, тип, топологические связи

- управляемые и управляемые параметры

- переменные состояния

- выходные воздействия

- значения критериев

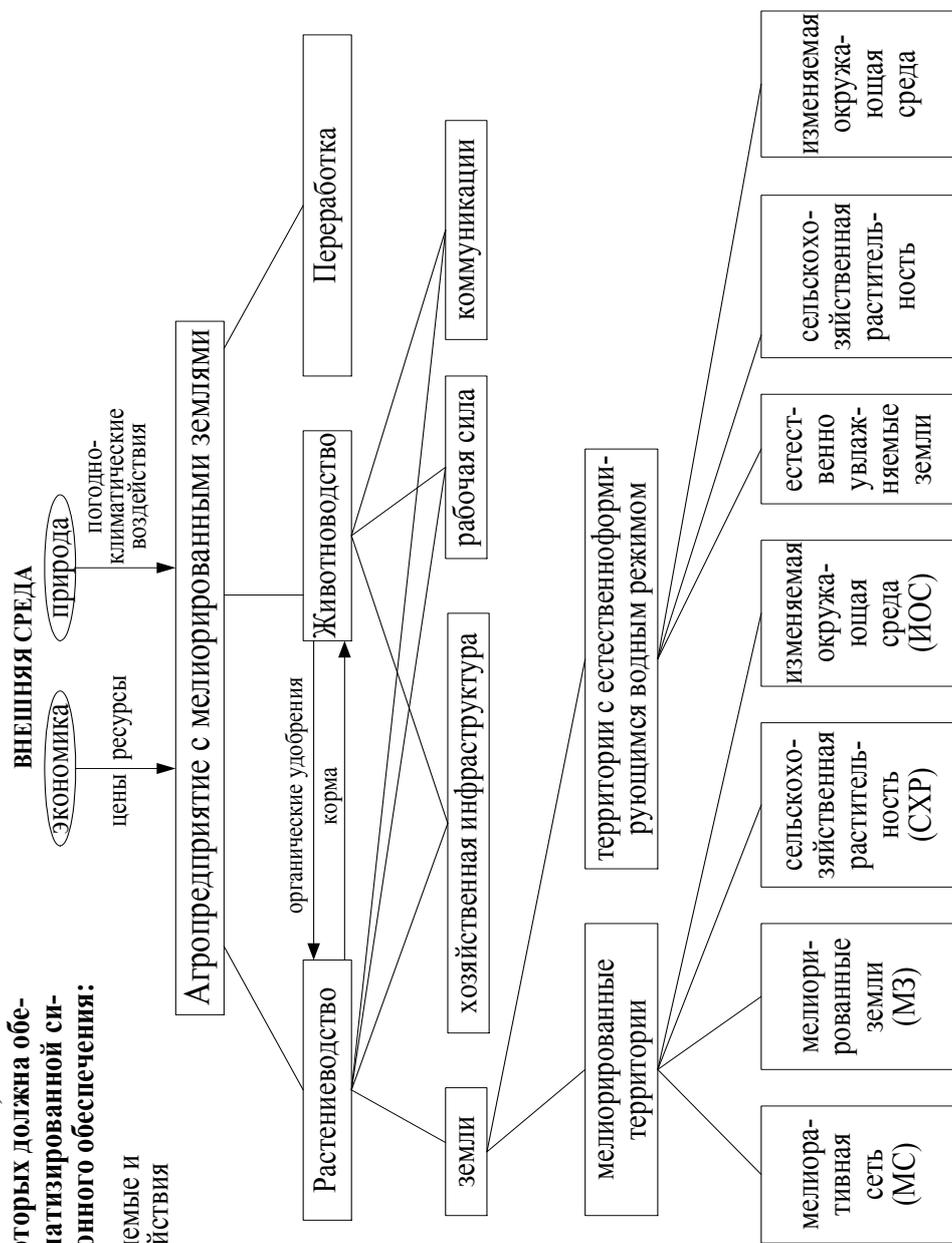


Рис. 2. Информационная структура агропредприятия

Заключение

Повсеместное использование автоматизированной книги истории полей является основой более точного принятия решений в агропроизводстве, причем не только в разрезе отдельного агропредприятия, но и при планировании сельскохозяйственного производства на любом управленческом уровне. Открытая структура информационной системы и возможность интеграции систем отдельных агропредприятий позволяет объединить их для оптимизации растениеводства района и выше до республики в целом на основе оптимизации каждого конкретного хозяйства.

Литература

1. Вахонин Н.К. Мелиоративное проектирование с позиций системного анализа // Прогнозы водного режима при мелиорации земель. – Мн.: БелНИИМиВХ, 1988. – С. 47-61.
2. Вахонин Н.К. Методологические основы моделирования и создания систем принятия решений в мелиоративном растениеводстве // Математическое моделирование сельскохозяйственных объектов – основа проектирования технологий и машин XXI века. Матер. Междунар. науч. конф. УП БелНИИМСХ. – Мн., 2001. – С. 215-224.
3. Вахонин Н.К. Георегиональная организация данных результатов мониторинга водосборов для принятия решений на немелиорированных землях // Современные проблемы сельскохозяйственной мелиорации. – Мн.: БелНИИМиЛ, 2001. – С. 41-50.

Summary

Vakhonin N. Manual of field history as a base component of informative system of agricultural plant for utmost management efficiency

Presented: the profile of computerized informative system of an agricultural plant as database providing successful management. Stated: formation of base component, i.e. Manual of the history of crop rotation fields on geo-informative technologies. System integration with other data resources, inclusive data bank of temporary results of agro-, hydro-, environmental and reclamation monitoring.

Поступила 25 июня 2007 г.