

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА

**Учебное пособие по дисциплине
«Агромониторинг»**

*для подготовки бакалавров и магистров
по направлениям «Агрономия», «Агроинженерия»,
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»;
аспирантов
по специальностям
«Технологии и средства механизации сельского хозяйства»,
«Общее земледелие»*

**Благовещенск
Издательство ДальГАУ
2015**

УДК 633/635:681.5

Общие сведения о системах мониторинга: учебное пособие по дисциплине «Агромониторинг» / В.И. Лазарев [и др.]. – Благовещенск: ДальГАУ, 2015. –

Составители: Лазарев В.И., канд.техн.наук, доцент;
Бумбар И.В., д-р техн.наук, профессор;
Лонцева И.А., канд.техн.наук;
Канделя М.В., канд.техн.наук, профессор;
Крючков А.М.

В методических указаниях приведены материалы для выполнения лабораторно-практических работ по дисциплине (модулю) «Агромониторинг».

Предназначены для подготовки бакалавров по направлениям 35.03.04 (110400.62) – Агрономия, 35.03.06 (110800.62) – Агроинженерия, 23.03.03 (190600) – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов; магистров по направлениям 35.04.04 (110400.68) – Агрономия, 35.04.06 (110800.68) – Агроинженерия, 23.04.03 (190600.68) – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, а также для подготовки аспирантов по специальностям 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 06.01.01 – Общее земледелие.

Рецензент – А.Ф. Кислов, канд.техн.наук, доцент

Рекомендовано к печати методическим советом факультета механизации сельского хозяйства Дальневосточного государственного аграрного университета (Протокол №3 от 26 ноября 2014 года).

Издательство ДальГАУ

2015

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 Мониторинг в сельском хозяйстве | 7 |
| 2 Повышение эффективности работы в сельском хозяйстве. Транспортный мониторинг | 8 |
| 3 Актуальность системы мониторинга | 10 |
| 4 Общие сведения о системах мониторинга..... | 10 |
| 5 Предназначение системы мониторинга | 12 |
| 6 Принцип работы системы мониторинга | 12 |
| 7 Возможности системы мониторинга..... | 13 |
| 8 Использование современных космических навигационных и компьютерных технологий в растениеводстве | 16 |
| 9 Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве | 20 |
| 10 Электронные карты полей..... | 23 |
| 11 Создание электронных карт | 24 |
| 12 Использование подвижных объектов электронных карт для мониторинга..... | 36 |
| 13 Решение межевания с помощью электронной карты | 37 |
| 14 Порядок выполнения..... | 39 |
| 15 Контрольные вопросы..... | 40 |
| СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ..... | 41 |

ВВЕДЕНИЕ

Мониторинг – процесс систематического или непрерывного сбора информации о параметрах сложного объекта или деятельности для определения тенденций изменения параметров.

Мониторинг – систематический сбор и обработка информации, которая может быть использована для улучшения процесса принятия решения, а также, косвенно, для информирования общественности или прямо как инструмент обратной связи в целях осуществления проектов, оценки программ или выработки политики. Он несёт одну или более из трёх организационных функций:

- выявляет состояние критических или находящихся в состоянии изменения явлений окружающей среды, в отношении которых будет выработан курс действий на будущее;

- устанавливает отношения со своим окружением, обеспечивая обратную связь, в отношении предыдущих удач и неудач определённой политики или программ;

- устанавливает соответствия правилам и конкретным обязательствам.

Для эффективного решения задач контроля, учета и управления производством сельскохозяйственной продукции необходимо создание современных автоматизированных информационно-управляющих систем (ИУС), состоящих из следующих основных систем: сбора информации; обработки, анализа и интерпретации информации; отображения информации; хранения информации; автоматизированного формирования управленческих решений.

Система сбора информации обеспечивает получение информации с космических аппаратов, платформ воздушного уровня, от наземных средств измерения и контроля, устанавливаемых как на подвижных (тракторы, комбайны и др.), так и неподвижных объектах.

Сбор организуется как с помощью ручного ввода через специально разработанные интерфейсы, так и автоматически.

Данные из этой системы поступают в систему хранения.

Система хранения - база данных - в информационной системе поддержки принятия решений отвечает за поддержку информационно-справочного раздела, подготовку и загрузку в базу данных (БД) результатов сбора информации, хранение и поддержание в актуаль-

ном состоянии информации об объектах агропромышленного комплекса (АПК), быстрый и эффективный поиск необходимой информации.

Система обработки и анализа данных обеспечивает составление комбинаций данных, получаемых из различных источников, посредством использования процедур агрегирования и фильтрации; ведение учета (удобрения, пестициды, стройматериалы, запчасти, топливо-смазочные материалы), анализ развития овражно-балочной сети, всхожести посадочных материалов, метеоусловий (на основе статистики данных автоматической метеостанции и прогнозов Гидрометеоцентра), уточнение границ полей с помощью GPS-приемника и геоинформационной системы (ГИС),

Система отображения информации. Эффективность и гибкость информационной технологии во многом зависят от характеристик интерфейса системы и поддержки принятия решений. Интерфейс определяет язык пользователя: язык сообщений компьютера, организующий диалог на экране дисплея; знания пользователя.

Язык пользователя - это действия, которые пользователь производит в отношении системы путем использования возможностей клавиатуры; электронных карандашей, пишущих на экране; джойстика; «мыши»; команд, подаваемых голосом, и т.п. Получив входную форму, пользователь заполняет ее необходимыми данными и вводит в компьютер. Система поддержки принятия решений производит необходимый анализ и выдает результаты в виде выходного документа установленной формы.

Значительно возросла за последнее время популярность визуального интерфейса. С помощью манипулятора «мышь» пользователь выбирает представленные ему на экране в форме картинок объекты и команды, реализуя таким образом, свои действия.

Интерфейс системы поддержки принятия решений должен быть «дружелюбным» по отношению к пользователю, легко-понятным, но при этом обеспечивать безопасность и устойчивость системы.

Система автоматизированного формирования управляющих воздействий обеспечивает разработку на основе собранной и обработанной информации широкого спектра управленческих решений - от выбора режимов конкретных технологических операций (нормы внесения удобрений, скорость движения агрегата и т.п.) до стратегического планирования производства.

В международных отношениях под мониторингом понимают деятельность международных организаций по контролю над исполнением государствами своих обязательств по международным договорам. Мониторинговые механизмы могут быть различного характера. К ним относятся: Европейский суд по правам человека, международное наблюдение за выборами и т.д.

Наиболее близкий русский эквивалент слова «мониторинг» - отслеживание. Термины контроль, надзор, присмотр, пригляд, которые иногда указывают в качестве синонимов, имеют всё же несколько другое значение.

В технической диагностике под мониторингом понимают непрерывный процесс сбора и анализа информации о значении диагностических параметров состояния объекта.

1 Мониторинг в сельском хозяйстве

В сельскохозяйственном производстве большое значение имеет контроль качества работы техники (как специализированной, так и сопутствующей). Именно здесь, зачастую имеют место воровство, нерациональное использование средств производства и нарушение технических требований к выполнению той или иной работы. Современные технологии позволяют закрыть почти полностью этот кран, через который утекают деньги хозяйства. Это ли не ресурсосберегающее земледелие?

Решается данный круг задач оперативно и недорого (окупаемость менее 1^{го} года). Необходимо запустить в хозяйстве мониторинг подвижных объектов (техники). Сейчас, кстати, значительно подешевели датчики для мониторинга техники – для считывания информации о местоположении машины и уровне топлива. Любую единицу техники можно оснастить ими за 15-20 тысяч рублей. Существуют и дополнительные недорогие датчики, чтобы осуществлять более подробный GPS ГЛОНАСС мониторинг: от числа оборотов двигателя, до контроля глубины вспашки.

Однако мониторинг в сельском хозяйстве несколько отличается от мониторинга транспорта с помощью GPS. Последний давно используется для контроля дальнобойщиков, таксистов, дорожных служб и т.д. В растениеводстве важны не только маршруты движения, но и объёмы и качество выполненных работ (сколько гектар было обработано, сколь израсходовано топлива на гектар, насколько глубоко были погружены в почву рабочие органы во время вспашки и т.п.). Эти задачи помогает решать мониторинг техники, сопряжённый с электронными картами (схемами) полей.

В сфере мониторинга техники существует большое количество производителей, однако сейчас, наверное, уже можно сказать, что появился лидер. Отечественные системы «АвтоГРАФ GPS» позволяют собирать информацию о технике и передавать её по линиям сотовой связи (АвтоГРАФ-GSM), по Wi-Fi (Автограф-Wi-Fi) и при непосредственном подключении к компьютеру (АвтоГРАФ-OFFLINE).

Преимуществами систем «АвтоГРАФ» являются:
- Низкая цена решений;

- Возможность работать с датчиками широкого ряда производителей, кроме датчиков «АвтоГРАФ»;
- Возможность работы со спутниками ГЛОНАСС;
- Бесплатное программное обеспечение (для работы с электронной картой полей всё же нужно купить недорогой специализированный программный модуль);

Широкая распространённость контроллеров «АвтоГРАФ» и региональных представителей в России. Кроме этого используются системы «АвтоСкан» и «ТелеТрак».

2 Повышение эффективности работы в сельском хозяйстве. Транспортный мониторинг

Как известно, агропромышленный сектор часто нуждается в дотациях государства. Одной из причин этого нерадостного положения дел является слабый контроль над использованием транспортных средств и другой сельскохозяйственной техники. Хищение топлива, не целевое использование техники и другие недобросовестные действия работников сельского хозяйства приводят к общему снижению эффективности. Более того, в условиях роста на нефтепродукты контролировать расход топлива просто необходимо.

Для того чтобы добиться хороших экономических результатов, необходимо грамотно управлять производственными процессами, а для этого необходимо как минимум владеть информацией. Вовремя полученная, достоверная информация, на которую верно отреагировали – это деньги. Действенную помощь в этом важном деле может оказать GPS слежение и контроль – явление, ещё недавно казавшееся фантастикой, а сегодня применяемое многими дальновидными руководителями для повышения эффективности работы своих предприятий.

Чем конкретно может помочь транспортный GPS мониторинг сельскому хозяйству?

Опыт показывает: внедрение системы мониторинга позволяет абсолютно исключить потери топлива, связанные с его хищением, в результате чего экономия только на этом факторе составляет в среднем 30%. Терминалы системы можно установить на все виды техники: рефрижераторы, комбайны, трактора, грузовики и т.д.

Работа персонала, обслуживающего технику, становится прозрачной – с помощью системы контроля расхода топлива на мониторе компьютера отображаются все передвижения транспортных средств и мобильного оборудования. Каждый понимает, что бессмысленно обманывать электронику, поэтому работает добросовестно. Фиксируются все необходимые для оценки работы параметры: расход топлива, история перемещения, продолжительность и частота перерывов, продолжительность выполнения различных операций, общее время работы. Всё это способствует увеличению производительности труда и улучшению его качества.

Кроме того, появляется возможность правильно оценить вклад каждого работника, а значит справедливо распределить фонд оплаты труда. Долго ждать эффекта от использования системы слежения не приходится, положительные результаты проявляются уже с первых дней: работники становятся более дисциплинированными, количество случаев не целевого применения техники и топлива быстро стремится к нулю.

TSControl производит следующее оборудование для контроля топлива в сельском хозяйстве:

- датчики уровня топлива;
- датчики расхода топлива.

Внедрение системы контроля топлива на сельскохозяйственном предприятии позволяет решить конкретные задачи:

- иметь наиболее объективную информацию о реальном расходе топлива;
- значительно сократить затраты на ГСМ до 50%;
- нормировать расход топлива на выполнение определённой операции;
- предотвратить неэффективную эксплуатацию техники;
- предотвратить хищение топлива;
- определить реальное использование рабочего времени механизаторами;
- определить сливы через «обратку»;
- снизить затраты на техобслуживание, амортизацию;
- диагностировать неисправности двигателя на основе значений мгновенного расхода топлива.

3 Актуальность системы мониторинга

В настоящее время правительство РФ большое внимание уделяет вопросам навигационного обеспечения. Правительством выпущен ряд документов, обязывающих оснастить пассажирский, морской, воздушный транспорт и транспорт для перевозки опасных грузов аппаратурой навигации:

Постановление Правительства РФ от 09.06.2005 г. №365 «Об оснащении транспортных средств (ТС) аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS»;

Распоряжение Правительства РФ от 27.08.2005 г. №1314-р «Концепция Федеральной системы мониторинга критически важных объектов и (или) потенциально опасных объектов инфраструктуры РФ и опасных грузов»;

Постановление Правительства РФ от 20.08.2001 г. №587 Федеральная Целевая Программа «Глобальная Навигационная система»;

Приказ Минтранса №285 от 31.07.2012г. «Об утверждении требований к средствам навигации системы ГЛОНАСС, предназначенным для обязательного оснащения транспортных средств категории «М», используемых для коммерческих перевозок пассажиров, и категории «N», используемых для перевозки опасных грузов».

4 Общие сведения о системах мониторинга

Системы спутникового мониторинга за подвижными объектами давно и прочно заняли свое место в мировой практике. В настоящее время наиболее известны спутниковые системы позиционирования GPS и «ГЛОНАСС».

Американская навигационная система GPS (GPS - начальные буквы названия глобальной системы определения координат - Global Positioning System), известная также как Navstar (Navigation System with Time and Ranging - Измерение дальности и времени по навигационному спутнику) предназначена для передачи навигационных сигналов и определения местоположения.

Спутниковая система Navstar состоит из 29 искусственных спутников Земли, для целей позиционирования используется 24 спутника, остальные 5 - резервные.

Российская навигационная система имеет аналогичное GPS назначение и известна как «ГЛОНАСС» (Глобальная Навигационная

Спутниковая Система). Она разрабатывалась по заказу Министерства обороны России. Однако до настоящего времени еще не запущены все спутники и не обеспечено полное покрытие Земного шара, но к началу 2008 года будут работать 18 космических аппаратов и система «ГЛОНАСС» станет действительно глобальной и сможет составить конкуренцию GPS.

Одним из важнейших преимуществ GPS перед существовавшими ранее наземными системами является то, что GPS работает в любой точке земного шара и в любую погоду.

При определении координат объекта, GPS-приемник, установленный на нем, получая со спутников информацию, определяет расстояние до каждого спутника, их взаимное расположение и вычисляет свои координаты по законам геометрии. При этом, для определения 2-х координат (широта и долгота) достаточно получить сигналы с трёх спутников, а для определения высоты над уровнем моря - с четырёх.

При таком определении местоположения объекта GPS-приемником, погрешность по расстоянию будет очень маленькой и может достигать не больше одного метра. Система спутникового GPS мониторинга позволяет определить местоположение объекта в любой точке на суше, на море и в околоземном пространстве. В зависимости от области применения, диапазон которой довольно широк, а также от стоимости, исполнение GPS-приемников также весьма разнообразно. В целом весь спектр моделей можно разделить на четыре большие группы:

Персональные GPS приемники индивидуального применения. Эти модели отличаются малыми габаритами и широким набором сервисных функций: от базовых навигационных, включая возможность формирования и расчета маршрутов следования, до функции приема и передачи электронной почты;

Автомобильные GPS приемники, которые предназначены для установки в любом наземном транспортном средстве и имеют возможность подключения внешней приемо-передающей аппаратуры для автоматической передачи параметров движения на диспетчерские пункты;

Морские GPS приемники, оснащенные ультразвуковым эхолотом, а также дополнительными сменными картриджами с картографической и гидрографической информацией для конкретных береговых районов;

Авиационные GPS приемники, используемые для пилотирования летательных аппаратов, включая коммерческую авиацию.

5 Предназначение системы мониторинга

Системы мониторинга транспортных средств (ТС) предназначены для повышения прибыльности и эффективности работы МТП организаций. Внедрение систем мониторинга представляет особую важность для руководителя и позволяет реализовать следующие задачи:

Повышение производительности труда

Оценка производительности каждого рабочего

Экономия ГСМ

Документирование маршрута движения ТС

Контроль нецелевого использования ТС

Оптимизация движения ТС

Повышение ответственности водителей и механизаторов

Основными составляющими системы мониторинга являются:

Бортовое оборудование (БО), устанавливаемое на ТС;

Канал передачи данных;

Рабочее место диспетчера (компьютер с программным обеспечением).

6 Принцип работы системы мониторинга

24 спутника системы GPS непрерывно отправляют сигналы на землю (рис. 1).

Установленные на ТС терминалы, принимают сигналы от спутников и определяют свое положение.

Информация о положении, скорости и направлении движения, состоянии датчиков и пр. через сеть GSM (МТС, Билайн, Мегафон и пр.) отправляется в диспетчерский центр.

Текущее состояние ТС отображается на карте в режиме ОНЛАЙН (рис. 2).

Все данные сохраняются в базе данных для последующего просмотра пройденных треков, анализа и последующей обработки (рис. 3).

В диспетчерском центре полученная информация отображается на электронной карте местности, производится накопление и обработка информации, проводится анализ текущей ситуации и в экстренных случаях, оповещение соответствующих структур и ведомств. В «пост-рейсовом» режиме данные о маршруте движения автомобиля записываются во внутреннюю память устройства и при подключении устройства к компьютеру считываются программой диспетчера, для дальнейшего анализа (табл. 1 и 2).

7 Возможности системы мониторинга

Оперативное слежение за ТС. Контроль положения, скорости, направления движения, статуса датчиков;

Контроль выполнения дневного задания;

Пресечение нарушений трудовой дисциплины;

Оперативное реагирование на внештатные ситуации.

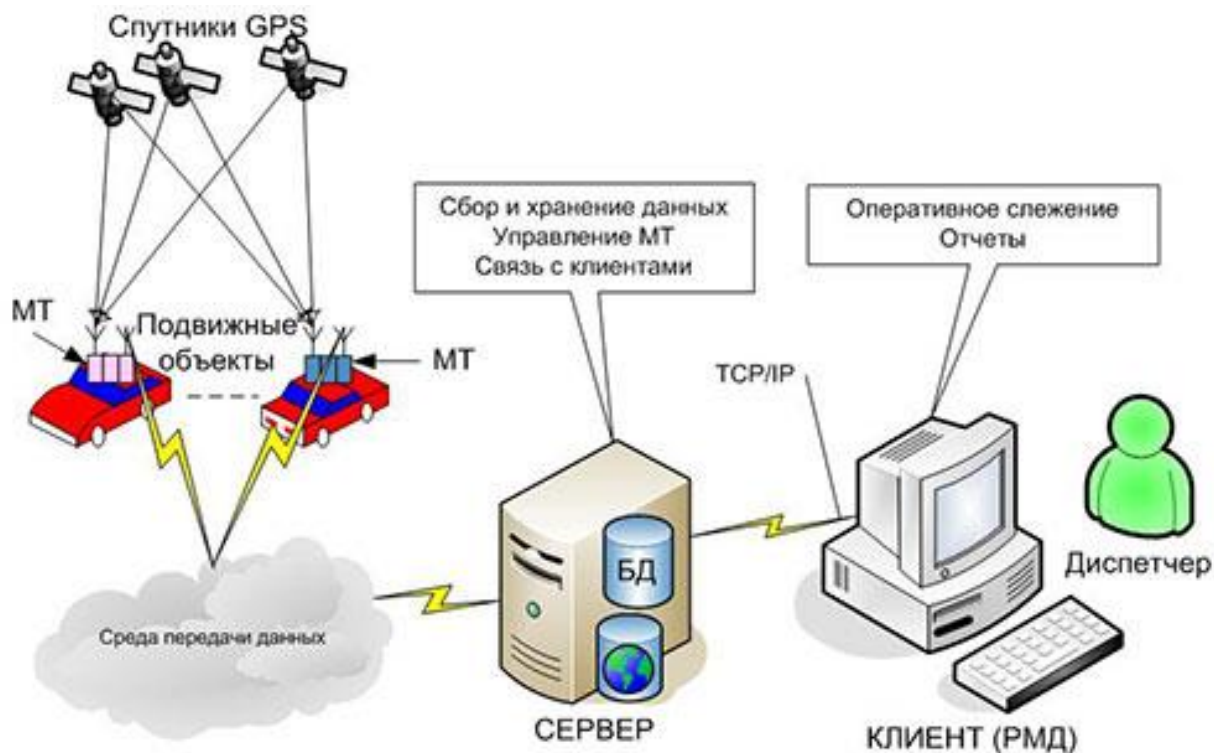


Рис. 1. Схема работы системы мониторинга

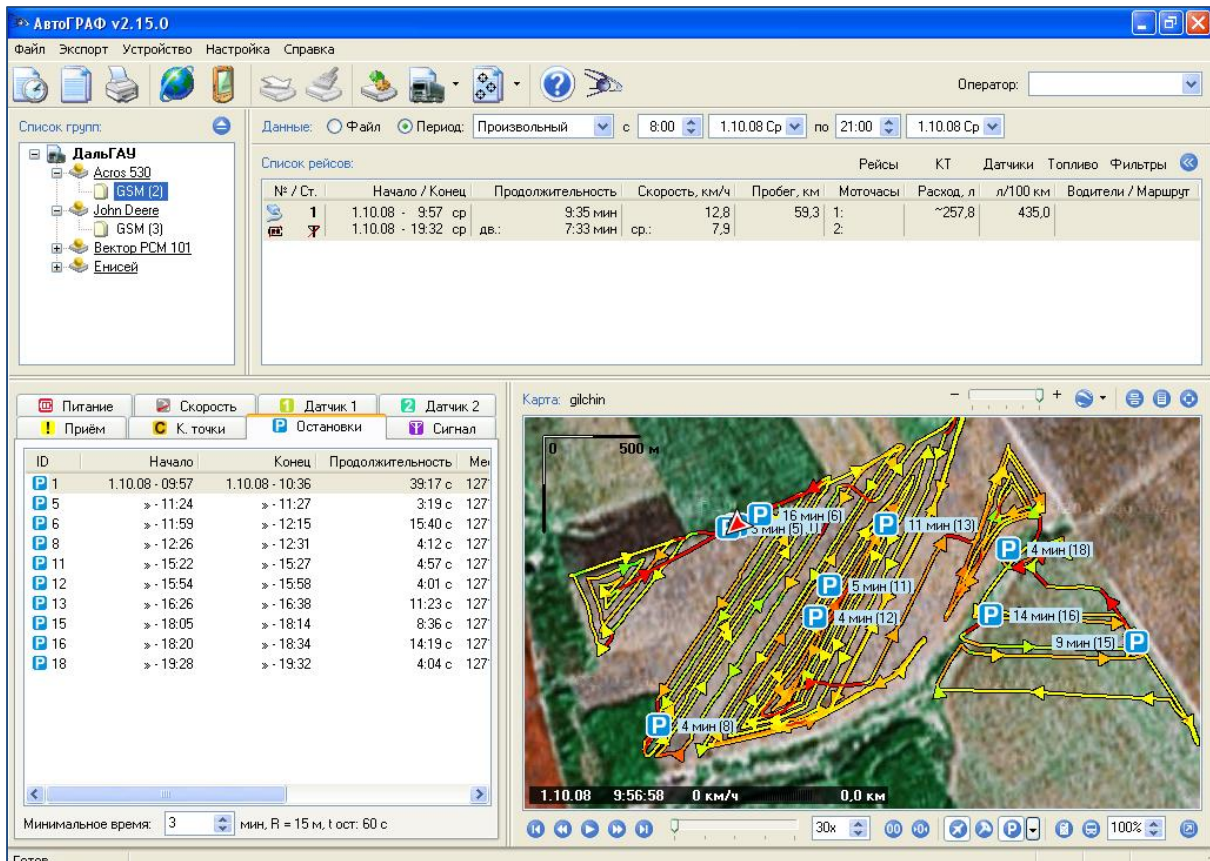


Рис. 2. Окно программы АвтоГраф

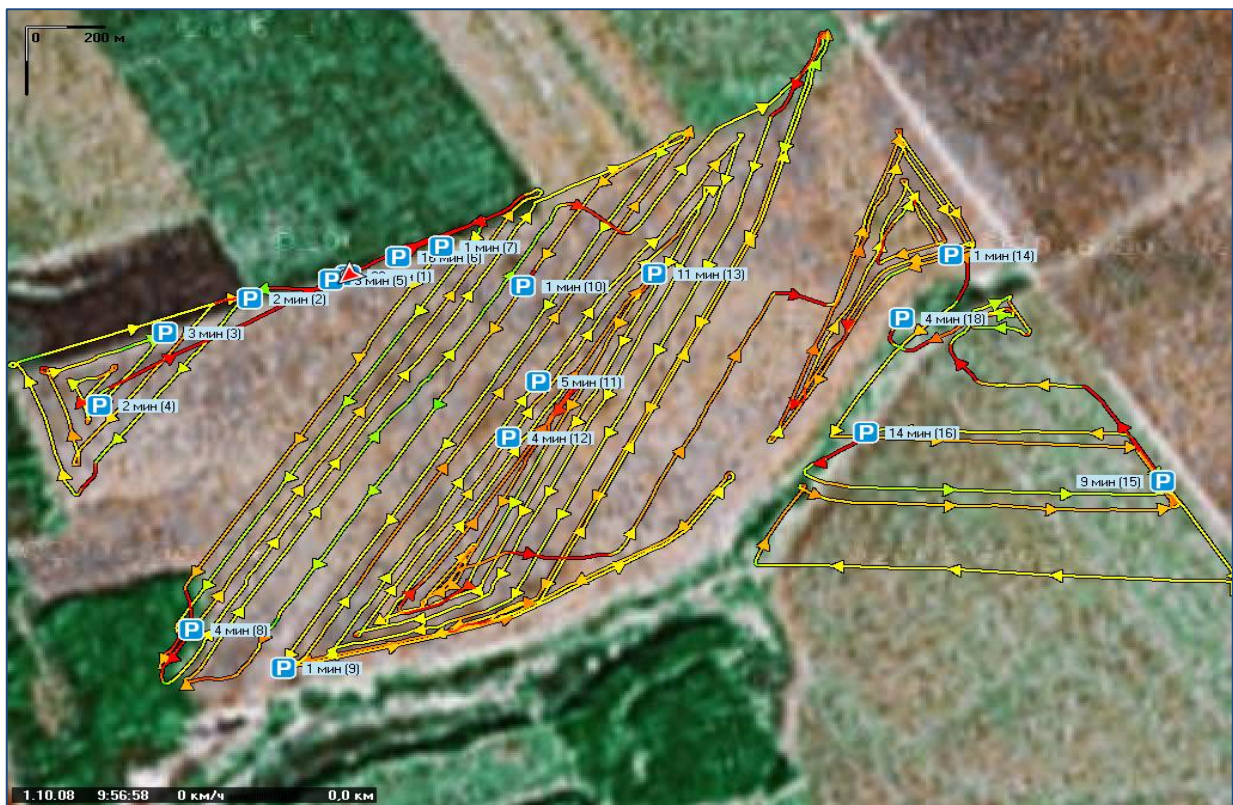


Рис. 3. Маршрут передвижения комбайна Acros 530 с указанием остановок и их продолжительностью

Таблица 1

Отчёт по стоянкам комбайна Acros 530 за 1.10.13

| Информация о ТС | | Начальная точка | Конечная точка | Данные периода | | V (Сигнал) | |
|-----------------|----|-----------------|-----------------|----------------|-----------|------------|----------|
| С/н | ID | Начало факт. | Окончание факт. | Пробег | Вр. факт. | V | Прод-сть |
| 28525 | 1 | 1.10.13 - 09:56 | 1.10.13 - 10:36 | 0,0 | 0:39 | 1 | 0:02 |
| 28525 | 5 | 1.10.13 - 11:23 | 1.10.13 - 11:26 | 0,0 | 0:03 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 6 | 1.10.13 - 11:59 | 1.10.13 - 12:15 | 0,0 | 0:15 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 8 | 1.10.13 - 12:26 | 1.10.13 - 12:30 | 0,0 | 0:04 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 11 | 1.10.13 - 15:22 | 1.10.13 - 15:27 | 0,0 | 0:04 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 12 | 1.10.13 - 15:54 | 1.10.13 - 15:58 | 0,0 | 0:04 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 13 | 1.10.13 - 16:26 | 1.10.13 - 16:37 | 0,0 | 0:11 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 15 | 1.10.13 - 18:04 | 1.10.13 - 18:13 | 0,0 | 0:08 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 16 | 1.10.13 - 18:19 | 1.10.13 - 18:34 | 0,0 | 0:14 | 0 | 0:00 |
| 28525 | 18 | 1.10.13 - 19:28 | 1.10.13 - 19:32 | 0,0 | 0:04 | 0 | 0:00 |
| Итого | | | | | 1:49 | | |

Таблица 2

Общий отчёт комбайна Acros 530 за 01.10.13

| Информация о ТС | | | Начальная точка | Конечная точка | Данные периода | | Скорость | | Двигатель | |
|-----------------|---------------|----|-----------------|-----------------|----------------|-----------|----------|------|-----------|--------|
| С/н | Марка/ Модель | ID | Начало факт. | Оконч факт. | Про бег | Вр. факт. | S макс | S ср | МЧ1 | Расх 1 |
| 28525 | Acros530 | 5 | 1.10.13-09:56 | 1.10.13 - 19:32 | 59,3 | 9:35 | 12,8 | 7,9 | 9,6 | 257,8 |

8 Использование современных космических навигационных и компьютерных технологий в растениеводстве

Для успешного функционирования сельскохозяйственного производства в настоящее время актуальны задачи, решение которых может быть выполнено с помощью методов дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) из космоса.

Из всего комплекса информации о состоянии, развитии и нарушении сельскохозяйственных угодий можно выделить базовые характеристики, регистрация которых с помощью ДЗЗ представляется наиболее полезной. К этим характеристикам относятся отражательная способность поверхности в узких спектральных диапазонах в видимой и ближней инфракрасной частях спектра электромагнитных излучений, а также соотношения показателей отражательной способности в разных спектральных диапазонах, называемые вегетационными индексами. На основании этих показателей выделяется круг первоочередных функциональных задач использования ДЗЗ для оптимизации сельскохозяйственного производства. В табл. 3 функциональные задачи классифицированы по группам и подгруппам, а также указаны базовые методики и дополнительные материалы, необходимые для решения каждой задачи.

Основными источниками информации для выполнения указанных задач являются данные дистанционного зондирования (ДДЗ) в виде космических цифровых сканерных изображений в одной или нескольких спектральных зонах высокого (5-10 м) и среднего (30-50 м) пространственного разрешения. Для выполнения большинства из перечисленных задач требуется получение ДДЗ с периодичностью не реже 2 раз в год. Оптимальной периодичностью съемки является получение 1-2 изображений высокого разрешения и 4-5 изображений среднего разрешения в течение года либо уточнение данных на основе материалов аэросъемок.

Таблица 3

**Классификация функциональных задач использования ДДЗ
в сельском хозяйстве**

| Группа задач | Подгруппа задач | Функциональная задача | Методика решения |
|--------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Инвентаризация агроресурсов | Инвентаризация сельскохозяйственных угодий и культур | Картографирование размещения сельскохозяйственных культур | Визуальное дешифрование и полевые измерения с помощью GPS |
| | | Инвентаризация паров (картографирование, классификация и количественная оценка) | Визуальное дешифрование и полевые измерения с помощью GPS |
| | Инвентаризация почвенно – растительных ресурсов | Картографирование эрозионных процессов | Визуальное дешифрование повторных снимков |
| | | Оценка всхожести и состояния озимых зерновых после зимовки | Визуальное дешифрование повторных снимков в сочетании с наземными наблюдениями |
| Оценка состояния агроэкосистем | Оценка состояния сельскохозяйственных культур | Оценка степени засоренности, запущенности и разрежения посевов | Визуальное дешифрование на базе карты NDVI, требуется выборочное наземное обследование |
| | Оценка состояния сельскохозяйственных угодий | Контроль агротехнических мероприятий (выявление огрехов и пропусков пахоты, выделение участков химических ожогов посевов) | Визуальное дешифрование, дополнительный контроль аэровизуальным наблюдением и выборочными наземными наблюдениями |

Продолжение табл. 3

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Контроль развития геодинамических природных процессов | Контроль динамики овражно-балочной эрозии | Визуальное дешифрование повторных снимков на базе карты NDVI в сочетании с наземными наблюдениями и измерениями |
| Прогноз развития агроэкосистем | Сбор информации для обеспечения прогноза урожайности сельскохозяйственных культур | Составление картограмм прогноза развития овражно-балочной сети в целях выработки противоэрозионных мероприятий | На базе повторных снимков с помощью NDVI и полевых данных |
| | Прогноз развития геодинамических процессов | | На базе многолетних наблюдений |

Точная временная привязка съемки по датам определяется по фитохронологической шкале. Эта шкала строится на основании природных фенологических и агрофенологических наблюдений. Пример такой шкалы приведен на рисунке 4.

Особенностью применения ДДЗ в сельском хозяйстве является их частая верификации в полевых условиях.

Сельскохозяйственное производство в отличие, например, от машиностроения, в значительной мере зависит от природных условий и ресурсов тех мест, где размещается производственная база того или иного сельскохозяйственного предприятия. Использование ДДЗ должно находиться в тесном контакте с исследованиями природных систем и их природно-антропогенных вариантов (поля, пастбища, сенокосы и т.п.).

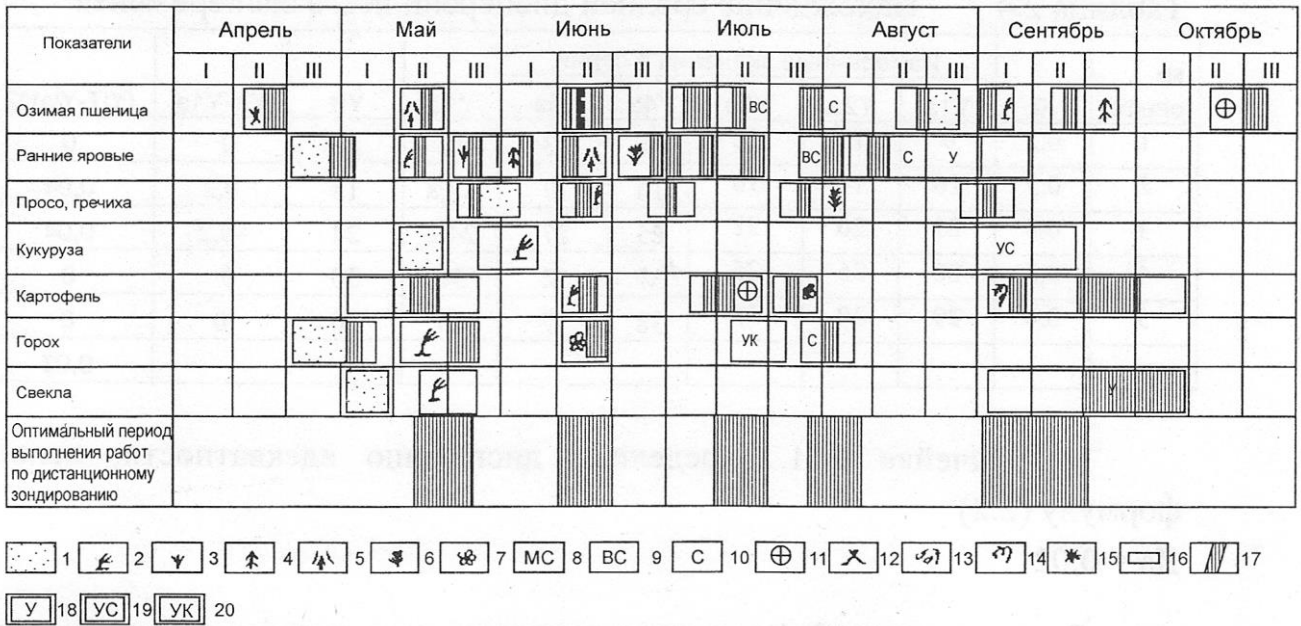


Рис. 4. Фитохронологическая шкала выбора оптимальных сроков дистанционного зондирования на территории рязанского модельного участка: 1 - посев; 2 - всходы; 3 - третий лист; 4 - кущение; 5 - выход в трубку; 6 - колошение; 7 - цветение; 8 — молочная спелость; 9 - восковая спелость; 10- полная спелость; 11 - прекращение вегетации; 12- возобновление вегетации; 13 - бутонизация; 14 - увядание ботвы; 15- выметывание; время наступления фазы вегетации: 16- среднее вероятное; 17 - среднее многолетнее; 18- вероятное время уборки; 19- вероятное время уборки на силос; 20 - вероятное время уборки на корм

При внедрении методов, основанных на информации, получаемой с помощью съемок из космоса, определенный объем работы, особенно на первых порах, требуется проводить на земле. Наземные измерения и наблюдения фиксируются в виде схем и картосхем и привязываются к поверхности с помощью систем глобального позиционирования (Global Positioning System – GPS). Желательно также использовать имеющиеся картографические и описательные материалы. Полученную информацию необходимо структурировать в рамках единого пространственно-информационного или геоинформационного подхода. Поэтому одновременно с получением ДДЗ, проведением измерений непосредственно на полях и сбором данных из иных источников требуется введение ГИС-технологии для успешного наполнения базы пространственных данных (геоданных) и их анализа.

9 Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве

Геоинформационные системы (ГИС) - современные информационные комплексы для картографирования и анализа объектов реального мира. ГИС хранит информацию в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения. Каждый слой представляет собой определенный набор объектов, объединенных по принципу однотипности (дороги, реки, земельные участки, населенные пункты и т.п.). Путем отображения на электронной карте определенных слоев можно добиться составления картографического произведения любого типа от картосхемы до топографической или тематической карты, в зависимости от имеющегося набора пространственных данных.

Геоинформационные технологии представляют собой совокупность методов и средств, позволяющих анализировать данные с точки зрения их взаимоположения и взаимодействия в существующих или предполагаемых пространственно-временных рамках. ГИС-компоненты являются естественной и необходимой составляющей любой информационной системы, в которой имеются пространственно ориентированные (геокодированные) данные. Использование взаимодействия ГИС и системы управления базами данных в рамках одной информационной системы позволяет объединить традиционные операции при работе с базами данных, такими как запрос и статистический анализ, с преимуществами полноценной визуализации и географического (пространственного) анализа, которые предоставляет электронная карта. В частности, запросы, формирующиеся по пространственному признаку, помогают выбрать уголка, максимально пригодные к выращиванию определенных сортов сельскохозяйственных культур, указать местоположение участков полей или садов, подвергшихся нашествию вредителей, оптимизировать севообороты, проследить за ростом оврагов и оценить ущерб от гибели части урожая.

Эти функции отличают ГИС от других типов информационных систем и обеспечивают уникальные возможности для их применения в сельском хозяйстве. Геоинформационные системы позволяют создавать удобные и гибкие базы данных (рис. 5), которые хранят в себе как пространственную, так и семантическую информацию и

позволяют вести мониторинг состояния посевов и результатов хозяйствования, что позволяет составлять более точные прогнозы в последующем.

Перед большинством предпринимателей, начинающих свой бизнес в сельском хозяйстве, стоит проблема регистрации собственности на земельные участки (землеотвод, аренда, покупка и т.п.). В России права собственности на землю регистрируются в управлениях Земельного кадастра. В настоящее время во многих управлениях Земельного кадастра используются геоинформационные технологии для хранения и учета пространственной и атрибутивной информации. Кадастровые электронные системы содержат точную информацию о границах землевладений в комплексе со сведениями о принадлежности, правовом статусе и качественных характеристиках земельных участков как объектов собственности. Получение картографических материалов из системы Земельного кадастра в электронном виде и включение их в ГИС позволяет рационально осуществлять хозяйственную деятельность и проводить оценку качества сельскохозяйственных земель.

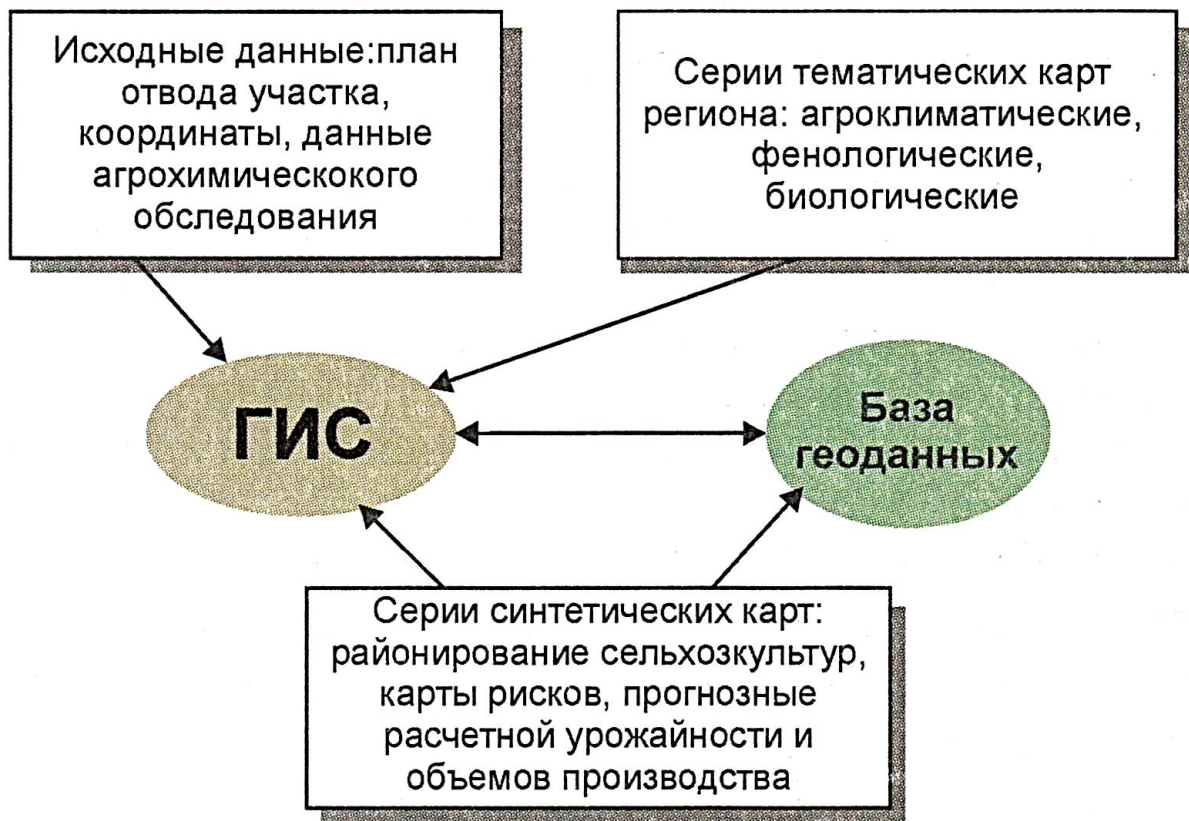


Рис. 5. Функциональная схема ГИС для сельского хозяйства

Геоинформационные технологии применяются для составления тематических карт на территорию хозяйства, таких как карты использования земель, почв (почвенные разности), агрохимических данных, составляемых по результатам агрохимических обследований земельных участков, и др. Используя наборы тематических карт, созданных для данного региона (агроклиматические, климатические, фенологические, фитофенологические карты биологических условий), возможно проведение обширного набора аналитических действий для создания синтетических карт. В рамках ГИС-технологий этот процесс называется геоинформационным картографированием (ГК). Оперативное ГК означает создание и использование карт в реальном или близком к реальному масштабе времени с целью быстрого (своевременного) информирования лиц, принимающих решения, и воздействия на ход процесса. Различают оперативные карты двух типов:

- рассчитанные на немедленное использование с латентной актуальности в короткие сроки. Например, карты распахки паровых полей за текущую неделю;

- рассчитанные на долгосрочное использование и последующий анализ. Например, карты стадий развития посевов в течение срока вегетации.

На основании анализа перечисленных карт и с учетом информации, полученной из кадастрового управления, можно построить множество аналитических карт, предназначенных для решения ряда задач сельхозпроизводителя:

- общая оценка агроклиматических условий территории;
- определение возможности выращивания той или иной сельскохозяйственной культуры;
- уточнение структуры посевных площадей;
- предпосевная обработка грунта, посев и нормы посева, дозы внесения минеральных и органических удобрений.

На этом не ограничивается круг функциональных возможностей ГИС. После выращивания и уборки урожая возникают проблемы переработки, хранения и сбыта продукции. ГИС позволяет справиться с ними, выявляя по карте с помощью пространственных и атрибутивных запросов к базе данных фирмы, перерабатывающие продукцию, предоставляющие складские площади и осуществляющие закупку сельхозпродукции по тем параметрам, которые интересуют

производителя, например, местоположение фирмы, ее ценовую политику, объемы и вид закупаемой продукции. Это позволит выбрать необходимый набор услуг по оптимальной стоимости, способствующей получению максимальной прибыли. То же касается и выбора фирм, поставляющих минеральные удобрения, ядохимикаты, сельхозтехнику, запчасти, топливосмазочные материалы и прочие товары и услуги, необходимые при ведении сельскохозяйственного производства.

Следует отметить, что ГИС-технологии за счет гибкой структуры, сильного математического аппарата и мощных аналитических возможностей найдут еще очень много вариантов применения в сельском хозяйстве.

10 Электронные карты полей

Географическая карта - уменьшенное обобщенное изображение земной поверхности на плоскости, показывающее размещение, сочетания и связи природных и общественных явлений, отбираемых и характеризующихся в соответствии с назначением данной карты. Основными характеристиками любой карты являются проекция, в которой она выполнена, т.е. каким способом шарообразная поверхность Земли спроектирована на плоскость, масштаб и тематическая направленность. В России для транспортных нужд, лесного и сельского хозяйства, как правило, используют карты, выполненные в проекции Гаусса-Крюгера, так как именно по ним можно получать правильные данные о положении, плановых размерах и форме изображаемых земных объектов. Масштаб карты показывает, какова реальная длина отрезка на поверхности Земли, соответствующая 1 см на карте. Например, масштаб 1:200000 означает, что в 1 см карты содержится 200000 см, т.е. 2 км. Для задач сельского хозяйства наиболее подходящими являются карты масштаба 1:200000 и 1:100000. При этом поля размером в несколько десятков сотен гектаров будут достаточно хорошо видны на карте. Тематическая направленность карты определяет, какая дополнительная информация, помимо обязательной - математическая основа, населенные пункты, гидрография, названия, дорожная сеть и другое - нанесена на карту. В частности, для сельского хозяйства это могут быть карта полей, почвенная карта, метеокarta и т.п.

Очевидно, что если нанести эту и другую информацию на одну карту, она будет перегружена и с ней станет невозможно работать. Создание отдельных тематических карт также не решает проблему, так как вынуждает разрабатывать и хранить несколько карт (в некоторых случаях - более десятка) на каждое хозяйство.

Многослойная электронная карта (МЭК) - современное решение всех проблем создания, обновления и отображения любых, используемых в агробизнесе данных, имеющих смысловую привязку к полям. Принципиальное отличие МЭК от обычной «бумажной» карты - вся информация для нее готовится, обрабатывается, хранится и отображается в цифровом виде и, следовательно, может быть введена в компьютер. При этом все данные разделены по тематическим слоям и могут отображаться на экране компьютера в любом сочетании друг с другом, последовательно либо одновременно.

МЭК может быть представлена в двумерной (плоской) либо трехмерной (пространственной, рельефной) форме.

11 Создание электронных карт

При подготовке МЭК в первую очередь должен быть создан слой, отображающий с заданной точностью границы полей. Сделать это возможно путем наземных измерений или по данным аэро- или космической съемки.

В первом случае измерение границ полей осуществляется с помощью мобильной системы учета сельскохозяйственных земель, состоящей из датчика OPS, соединенного с компактным полевым компьютером, обрабатывающим и запоминающим координаты границ полей, измеряемые этим датчиком (рис. 6).

Передвигаясь по контурам полей, где возможно - на автомобиле, а где нет - пешком, бригада специалистов (как правило, состоящая из двух человек - геодезиста и агронома, показывающего границы полей) последовательно фиксирует фактические границы полей, оврагов, машинных дворов и т.п. При желании на этот слой МЭК также могут быть нанесены расположенные на полях объекты - линии электропередач, гидранты и др.



Рис. 6. Мобильная система учета сельхозугодий

Этот метод обеспечивает высокую точность: границы полей можно определять с погрешностью до 0,5 м, а площади – до 0,2%, т.е. площадь поля в 100 га будет известна с точностью ± 2000 кв.м. (0,2 га).

Второй способ основан на обработке изображения территории, на которой расположены поля. В последние годы это делается, как правило, по данным съемок Земли из космоса, осуществляемых космическими аппаратами (КА) дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). После соответствующей обработки изображений получается слой границ полей. При этом точность задания координат объектов в основном зависит от пространственного разрешения и уровня геометрической коррекции исходных изображений земли. В табл. 4 приведены сведения о современных коммерческих КА ДЗЗ и обеспечиваемых ими максимальных точностях.

Таблица 4

**Точность определения геометрических характеристик полей
по космическим изображениям**

| Наименование КА ДЗЗ | Точность определения | |
|---------------------|----------------------|-----------------|
| | границы поля, м | площади поля, % |
| Landsat-7 | 15 | 6,09 |
| IRS-1C/1D | 6 | 2,41 |
| SPOT-5 | 2,5 | 1,00 |
| EROS-A | 1,9 | 0,76 |
| IKONOS | 1 | 0,40 |
| OrbView-3 | 1 | 0,40 |
| QuickBird-2 | 0,6 | 0,24 |

Достоинство данного метода - отпадает необходимость выполнения полевых работ на каждом отдельном поле. Однако есть и недостатки, существенно затрудняющие его реализацию на практике: погодные условия на большей части территории России (облачность) не всегда дают возможность осуществить съемку заданного района в нужный период времени;

- приобретение и распространение детальных изображений земли, обеспечивающих точность измерения границ и площадей полей, сравнимые с получаемыми наземными методами, может осуществляться только организациями, имеющими соответствующие лицензии;

- высокая стоимость таких изображений;

- низкий уровень распознавания объектов-помех на полях (газовые столбы, гидранты и т.п.), т. е. объектов, чей характерный размер меньше разрешающей способности установленной на КА аппаратуры. В то же время при решении многих производственных задач важно знать и учитывать расположение на поле всех мешающих обработке объектов.

В ЗАО «Инженерный центр «ГЕОМИР» разработана методика создания МЭК, позволяющая оптимально сочетать преимущества обоих методов, когда наземные измерения обеспечивают высокую точность задания границ полей, а недорогие (низкого пространственного разрешения) снимки Земли из космоса дают представление о реальном состоянии посевов.

Один такой снимок, охватывающий значительную территорию - сотни и даже тысячи квадратных километров, содержит огромный объем объективной информации о реальном состоянии сельхозугодий. Так, например, изображение Ростовской области, полученное и обработанное специалистами ЗАО «Инженерный центр «ГЕОМИР» в начале июня 1999 г., позволило точно оценить состояние озимых на всей территории области (рис. 7). В ближайшие годы следует ожидать широкого распространения еще одного варианта создания МЭК - с помощью небольших беспилотных вертолетов или самолетов, оснащенных съемочной аппаратурой (видеокамера, фотоаппарат) и датчиком GPS (рис. 8). Не исключено, что для крупных хозяйств этот вариант станет основным при решении задач землепользования и мониторинга состояния посевов.



**Рисунок 7. Снимок из космоса Ростовской области
(оценка состояния озимых)**



Рис. 8. Дистанционно-пилотируемый летательный аппарат

Созданная карта (слой МЭК) границ полей трансформируется в векторный вид, в котором любой объект задается отрезком прямой, окружностью либо другой геометрической формой. Это делается для того, чтобы более компактно, занимая меньше памяти, разместить и хранить МЭК в компьютере, а также иметь возможность быстро изменять масштаб представления карты.

После создания слоя границ полей, дорожной сети и других объектов хозяйства, можно приступать к накоплению и отображению на МЭК любых других используемых в производственной деятельности сельхозпредприятия слоев.

Данные агрофизических и агрохимических обследований. От полноты и точности этих сведений, а также своевременности получения в значительной мере зависят количество и качество урожая, т.е. в конечном счете экономические показатели хозяйства.

В настоящее время для взятия образцов почв используются автоматические пробоотборники, устанавливаемые на четырехколесные мотоциклы, мини-тракторы и др. (рис. 11).

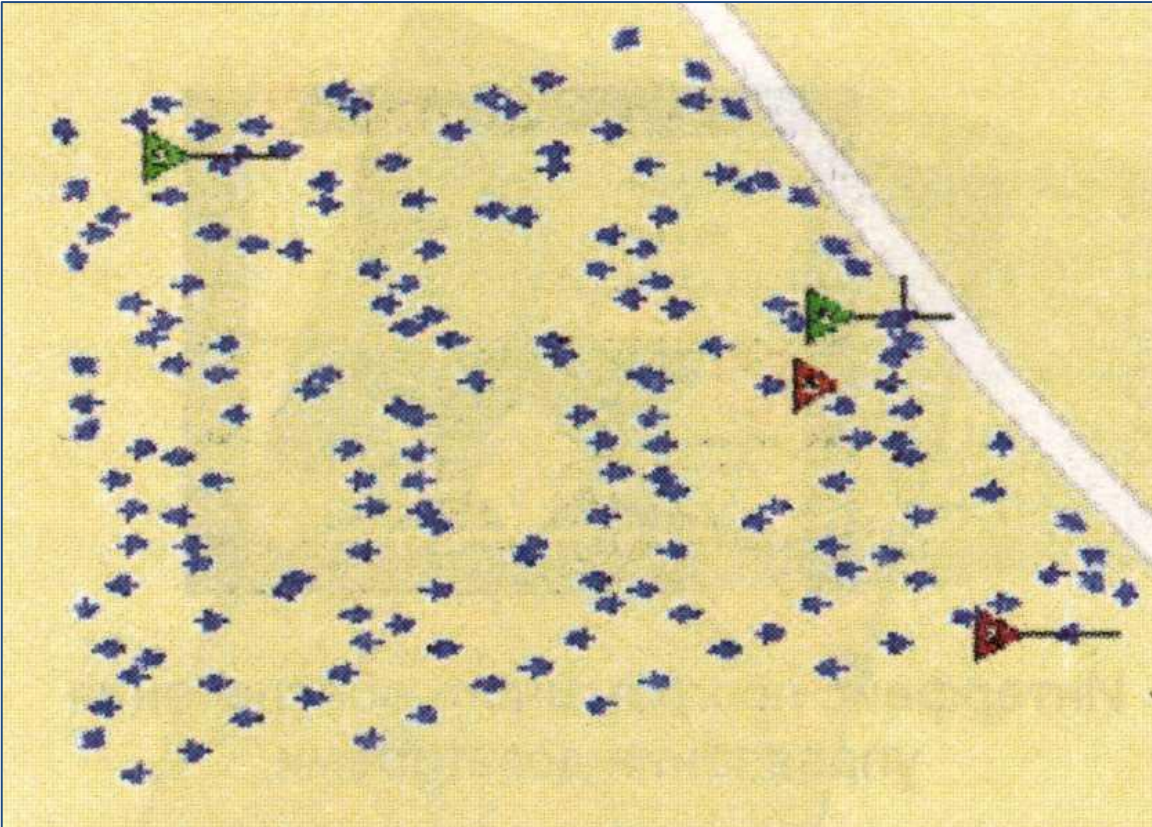


Рис. 9. Электронная карта с отметками мест взятия проб

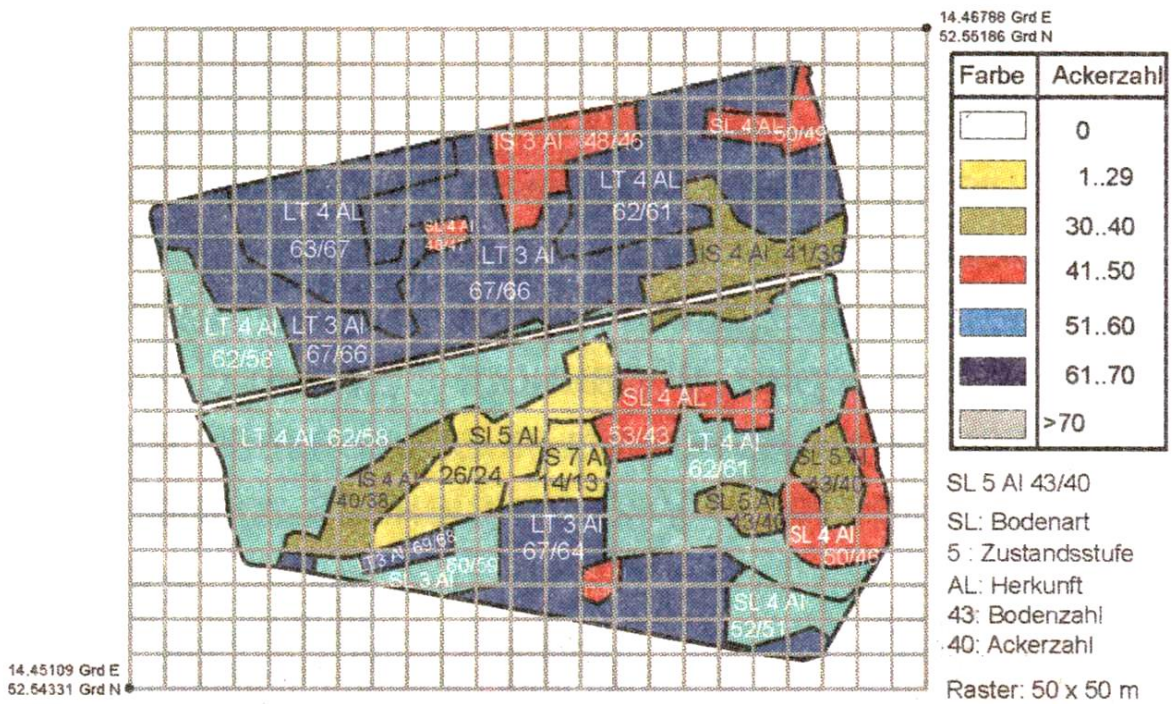


Рис. 10. Распределение калия по данным обследования



Рис. 41. Автоматический пробоотборник на базе мотоциклетного транспортного средства

Данные для управления дозаторами. Полученные с помощью специального математического обеспечения (с учетом карт урожайности) почвенные карты можно использовать при составлении технологической карты для бортового компьютера, который в процессе движения трактора (самоходного опрыскивателя) по полю управляет дозаторами удобрений или гербицидов (рис. 12).

По результатам проведения полевых работ по подкормке и внесению средств химической защиты (гербициды, фунгициды и др.) также могут быть созданы и сохранены в компьютере соответствующие слои МЭК.

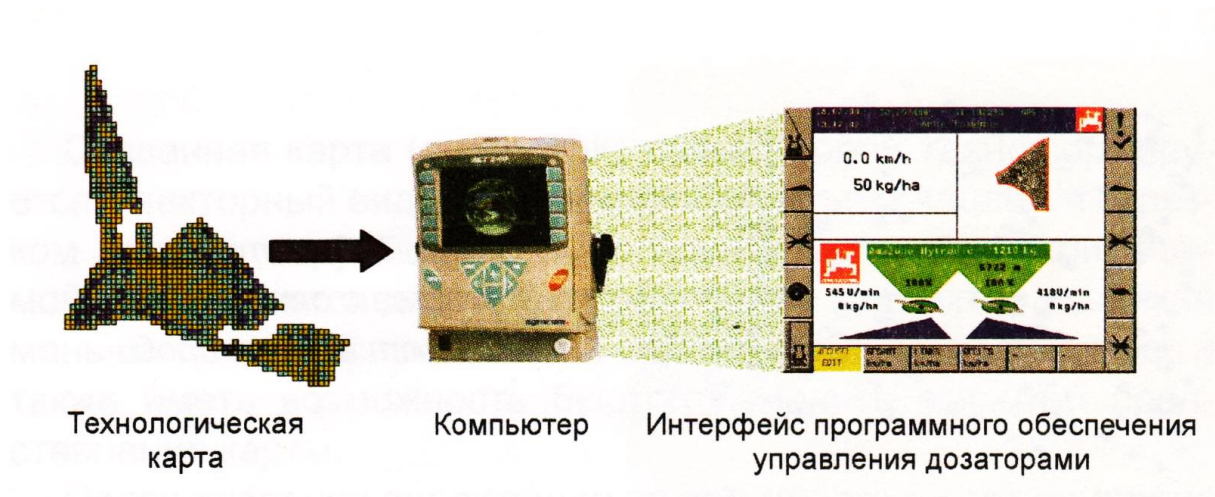


Рис. 52. Система управления дозаторами

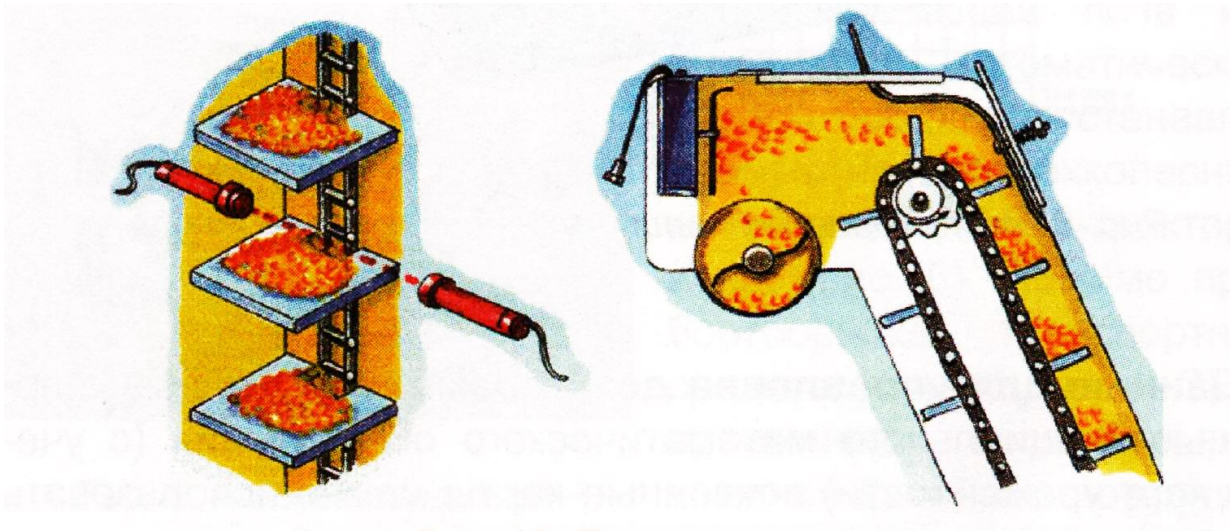


Рис. 63. Датчики урожая (слева объёмный, справа массовый)

Помимо пробоотборника, транспортное средство оснащается GPS-приемником и мобильным компьютером, что позволяет непосредственно в поле фиксировать на МЭК координаты точек взятия проб. Если же в полевой комплект входит экспресс-лаборатория (химическая либо спектральная), то МЭК, отражающие содержание в почве азота, калия и др. (рис. 9, 10) возможно оперативно к моменту завершения обследования построить слои.

Урожайность. Датчики урожайности, устанавливаемые на зерноуборочные комбайны, в сочетании с системами точного позицио-

нирования (GPS-приемники) позволяют оперативно непосредственно в процессе уборки получать информацию о массе и влажности зерна, убранного с данного участка поля.

Датчики устанавливаются обычно в верхней части элеватора комбайна, где проходит уже очищенное зерно (рис. 13).

По завершению уборки на конкретном поле информация передается на стационарный компьютер, где обрабатывается с помощью специального пакета программ, в результате получают карты полей, где цветом показаны вариации урожайности и влажности и зерна (рис. 14,15).

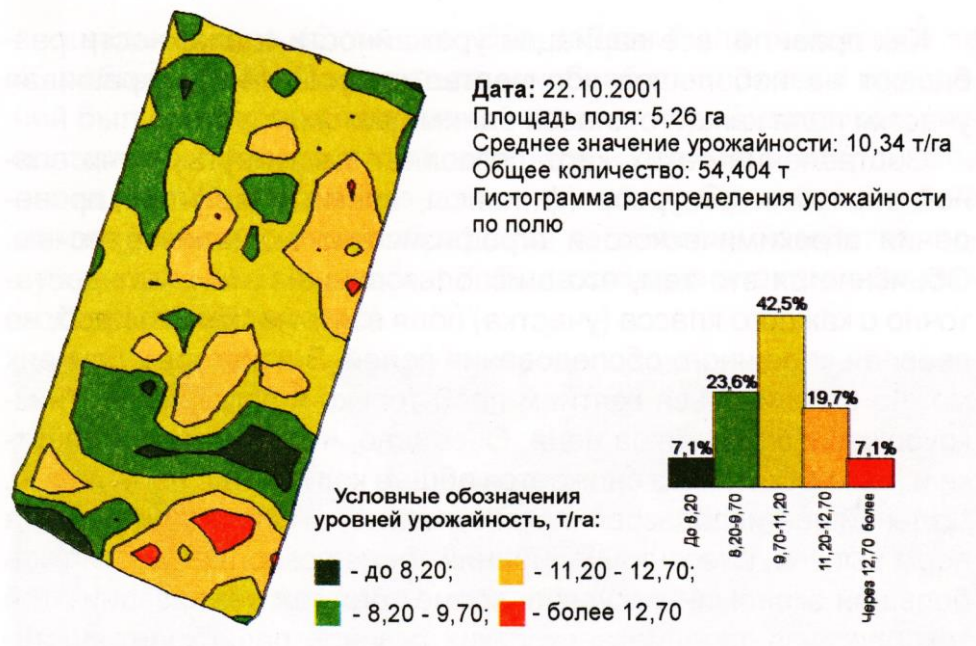


Рис. 74. Карта урожайности с сопроводительной информацией

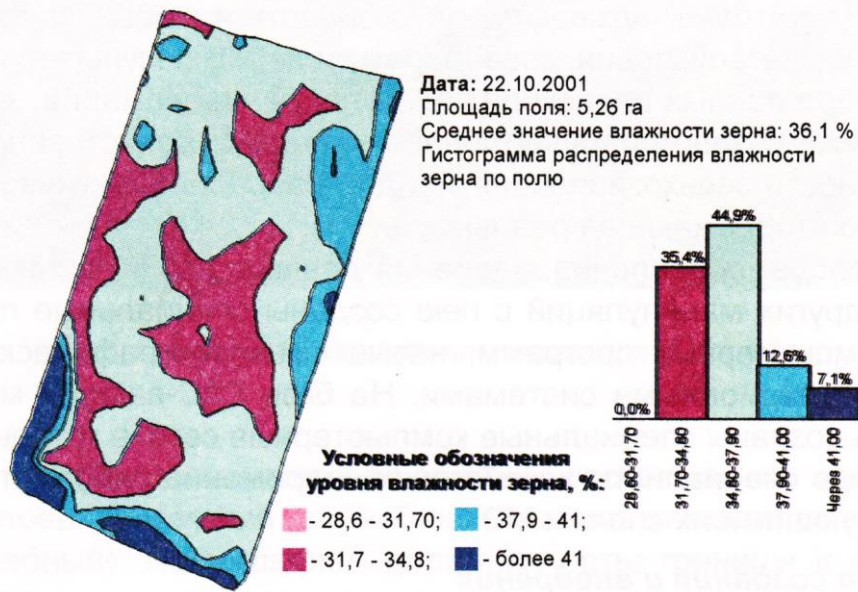


Рис. 85. Карта влажности зерна

Как правило, все вариации урожайности и влажности разбивают на небольшое количество классов (4 – 6), окрашивая участки поля каждого класса одним цветом.

Составление таких карт позволяет достигнуть значительной экономии ресурсов (финансы, время и др.) при проведении агрохимического и агрофизического анализов почвы. Объясняется это тем, что с использованием этих карт достаточно с каждого класса (участка) поля взять несколько проб, не проводя сплошного обследования полей. В некоторых случаях можно ограничиться взятием проб только с проблемных (низкоурожайных) участков поля. Очевидно, что при этом в десятки и даже в сотни раз снижается общее количество проб почвы. Дальнейшее использование результатов анализа для расчета норм высева, внесения удобрений также позволяет достигнуть большой экономии ресурсов, кроме того при реализации этой технологии в течение нескольких сезонов происходит постепенное выравнивание плодородия почв внутри поля.

В зависимости от специфики хозяйства профильные специалисты и агроменеджеры могут создавать и любые другие слои МЭК (метеоусловия, севообороты и др.). В результате по мере сбора данных происходит накопление информации, т.е. фактически создается «электронная» история хозяйственной деятельности сельхозпредприятия, достоверно, объективно и наглядно отображающая реальность.

Для ввода, обновления, удаления данных в МЭК, а также любых других манипуляций с нею созданы специальные пакеты компьютерных программ, называемые географическими информационными системами. На базе ГИС-пакетов могут быть созданы специальные компьютерные сети, в которых различные специалисты хозяйства одновременно работают с интересующими их слоями МЭК.

Опыт создания и внедрения

Два специалиста ЗАО «Инженерный центр «ГЕОМИР» в сопровождении агронома хозяйства произвели с помощью мобильного комплекса «ГЕО-Учетчик» обмер 432 полей общей площадью около 42 тыс. га. Эта работа была выполнена за 40 рабочих дней. По результатам обработки полевых измерений был составлен электронный каталог полей, в котором указывались их номера полей, площадь и периметр, координаты границ полей и объектов-помех на полях. Одновременно на основе космического изображения территории хозяйства, полученного с КА ДЗЗ Landsat-7, была создана электронная космокарта полей (рис. 16).



Рис. 16. Фрагмент космокарты полей

Затем была изготовлена МЭК, состоящая из следующих слоев: системный (служебный); математическая основа (служебный); гидрография; дорожная сеть; границы и ограждения; населенные пункты; названия и подписи; поля; объекты помехи; лесополосы (рис. 17).



Рис. 97. Электронная карта полей

Кроме того, был создан слой электронной карты с отображением рельефа (рис. 18).

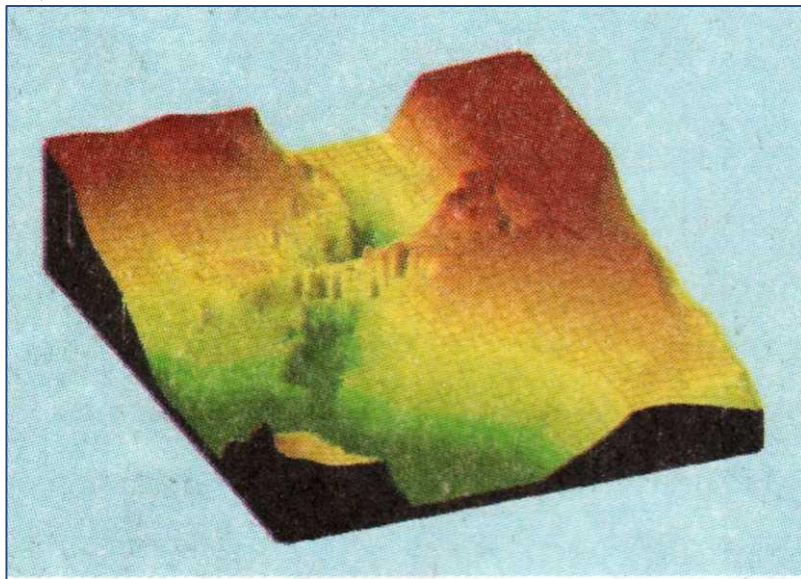


Рис. 108. Фрагмент трёхмерной рельефной карты оврага

После завершения работ заказчику был передан аппаратно-программный комплекс: три автоматизированных рабочих места (АРМ) с установленными на них МЭК и ГИС «Панорама» (АРМ объединены в локальную сеть и позволяют одновременно трем специалистам работать с одной и той же МЭК);

мобильная геоинформационная система электронного учета сельскохозяйственных земель «ГЕО-Учетчик».

Один АРМ был размещен у руководителя агрохолдинга, а два других - непосредственно у специалистов хозяйства, которые, пройдя краткий (двухдневный) курс обучения, смогли решать следующие задачи:

дополнение МЭК данными по вновь приобретенным полям;
логистическое планирование, направленное на оптимизацию маршрутов движения сельхозтехники и вспомогательного автотранспорта агрохолдинга с целью экономии топливо-смазочных материалов, ресурсов техники и рабочего времени;

перепланировка полей с целью придания им более удобной формы для проведения сельхозработ.

В процессе работы системы параллельного вождения GPS-датчики постоянно определяют координаты пространственного положения сельхозагрегата на поле и формируют на их основе управляющие сигналы для водителя. Эти же данные можно использовать для построения точной трехмерной электронной карты поля. Важно отметить, что для целей создания электронной карты эти измерения получаемы без каких-либо дополнительных затрат, так как являются "побочным" продуктом управления сельхозагрегатом.

12. Использование подвижных объектов электронных карт для мониторинга

В последнее время все более актуальной становится задача мониторинга, т.е. контроля местоположения и функционирования сельхозтехники. Стоимость современной техники высока, ее сохранность и эффективное использование как в собственном хозяйстве, так и в других регионах - зачастую за сотни километров от «дома» - должны быть надежно обеспечены. Поэтому руководители хозяйств проявляют большой интерес к системам мониторинга подвижных объектов, которые позволяют оперативно, непосредственно из офиса компании, получать сведения о маршрутах движения, дневной выработке по каждому агрегату, простоях и других данных о работе техники.

Неотъемлемой составляющей любой такой системы является электронная карта или набор электронных карт на регион мониторинга сельхозтехники, на которых собственно и отображается положение контролируемых объектов. Если же стоит задача наблюдать,

на каком поле работает тот или иной агрегат - без электронной карты полей не обойтись.

13. Решение межевания с помощью электронной карты

Обсуждая вопросы создания и использования МЭК нельзя не отметить проблемы межевания. С точки зрения технологии обмеров это похожие задачи: при создании МЭК необходимо пройти по границам обрабатываемых участков (полей), а при межевании - по внешней границе хозяйства. Однако в реальности юридическая (межевая) граница хозяйства далеко не всегда совпадает с границами полей, проходя на расстоянии от нескольких до десятков метров от них. Тем не менее, вполне возможно организовать полевые работы по созданию МЭК, совместив их с решением задач межевания. При этом экономия времени и средств может составить до 30% по сравнению с вариантом раздельного выполнения этих работ.

В июне 2005г. произошли события, существенно изменившие подход к технологии межевания. Государственная Дума приняла федеральные законы «О внесении изменений в федеральные законы «О государственном Земельном кадастре» и «О землеустройстве», направленные на упрощение и удешевление процедуры межевания земельных участков. В настоящее время государственный кадастровый учет объектов землеустройства осуществляется как на основании документов о межевании этих объектов, так и на основании документов об их описании. При этом описание объектов землеустройства осуществляется на основе сведений государственного Земельного кадастра, имеющейся землеустроительной, градостроительной, картографической и иной документации о границах земельных участков без проведения топографо-геодезических работ, т.е. для подготовки межевого дела и оформления прав собственности на земельный участок можно использовать данные МЭК, содержащиеся в космокарте и других слоях. Это является новым дополнительным аргументом за создание МЭК сельхозпредприятия.

Важно также подчеркнуть, что в продажу на российский рынок поступает все большее количество техники, подготовленной для установки либо уже укомплектованной бортовыми компьютерами, датчиками GPS, системами картирования урожайности и т.п. Грамотное использование подобных "интеллектуальных" приборов воз-

можно только при условии создания и ведения МЭК сельхозпредприятия. Поэтому МЭК в агробизнесе - не дань компьютерной моде, а мощное средство современного эффективного земледелия.

14. Порядок выполнения.

1. Ознакомиться с общими указаниями к данной работе.
2. Разобраться с понятием мониторинг и агромониторинг.
3. Усвоить актуальность агромониторинга.
4. Назначение агромониторинга.
5. Принцип работы системы мониторинга.
6. Отчетность системы агромониторинга.
7. Функциональные задачи использования данных дистанционного зондирования.
8. Функционирование ГИС в сельском хозяйстве.
9. Использование электронных карт полей для повышения эффективности сельхозпроизводства
10. Мониторинг
подвижных объектов.
11. Межевание с
помощью электронной карты.
12. Сформулиро-
вать краткие выводы по изученному материалу.
13. Отчёт о выпол-
ненной работе предоставляется преподавателю для получения зачёта по теме.

15. Контрольные вопросы

1. Определение мониторинга.
2. Мониторинг в сельском хозяйстве.
3. Актуальность системы мониторинга.
4. Системы мониторинга.
5. Назначение системы мониторинга.
6. Принципы системы мониторинга.
7. Возможности системы агромониторинга.
8. Данные дистанционного зондирования.
9. Применение ГИС-технологий в сельском хозяйстве.
10. Электронные карты полей.
11. Создание электронных карт полей.
12. Мониторинг подвижных объектов с использованием электронных карт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронков, В.Н. Технологии, оборудование и опыт использования навигационных и компьютерных систем в растениеводстве: научное издание / В.Н. Воронков. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 80 с.

2. Точное сельское хозяйство (PRECISION AGRICULTURE) учеб.-практ. пособие / Д. Шпаар [и др.]. – СПб., 2009. – 397 с.

3. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: учебник / под. ред. А.И. Завражнова. – СПб.: «Лань», 2013. – 496 с.

4. www.e.lanbook.com

5. www.autovision.com.ua, sales@rcs.kiev.ua

6. www.senao-rus.ru

7. www.gpsamur.ru, info@gpsamur.ru

8. www.geomir.ru, info@geomir.ru

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ
О СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА

*Учебное пособие по дисциплине
«Агромониторинг»*

В редакции составителей

Лицензия ЛР 020427 от 25.04.1997 г.
Подписано к печати 13.01.2015 г. Формат 60×90/16.
Уч.-изд.л. – 1,8. Усл.-п.л. – 2,8.
Тираж 50 экз. Заказ 15.

Отпечатано в отделе оперативной полиграфии издательства ДальГАУ
675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, 86

