МИНИСТЕРСТВО
СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

САМАРА АРИС

ЦЕНТР КОМПЕТЕНЦИЙ
В СФЕРЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
КООПЕРАЦИИ
И ПОДДЕРЖКИ ФЕРМЕРОВ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

# Работа сельскохозяйственных машин в системе ГЛОНАСС

САМАРА 2023

# Содержание

Введение . . . . . 1

Новые технологии в сельском хозяйстве . . . . . 3

Какие сельскохозяйственные задачи решает ГЛОНАСС. . . . . 8

Программное обеспечение . . . . . 14

Принцип работы с ГНСС-оборудованием . . . . . 16

Спутниковый мониторинг. . . . . 20

Заключение. . . . . 23

Список информационных источников . . . . . 24

**Работа сельскохозяйственных машин в системе ГЛОНАСС**

Информация для популяризации использования системы ГЛОНАСС в сельском хозяйстве Самарской области

Составитель: В. Константинов, ведущий профконсультант ГБУ ДПО «Самара – АРИС», доктор сельскохозяйственных наук

# Введение

***Современное земледелие***

Дальнейшая интенсификация сельскохозяйственного производства становится невозможной без использования высокоэффективных ресурсосберегающих технологий. Эти новые технологии не только минимизируют вред, наносимый окружающей среде, но и являются очень выгодными с экономической точки зрения. Происходит это за счет того, что технологии современного земледелия (и сельского хозяйства в целом) позволяют собирать, обрабатывать и использовать во много раз больше информации, чем было на предыдущих этапах развития данных технологий. Современное земледелие подразумевает обязательное использование информационных технологий с целью качественной интенсификации сельского хозяйства.

***Экологическое сельское хозяйство***

Для современного земледелия в нашей стране очень актуальным является тип сельского хозяйства, который носит название «экологическое (биологическое, органическое)». Комплекс данных технологий предполагает минимизацию использования удобрений, агрохимикатов и генетически модифицированных организмов в сельском хозяйстве. Россия является крупнейшим потенциальным мировым поставщиком дорогостоящей экологически безопасной продукции сельскохозяйственного производства.

Новые информационные и экологические технологии в сельском хозяйстве не противоречат, а дополняют друг друга, позволяя построить гармоничное сельское хозяйство в пределах нашей страны и нашей планеты.

***Точное земледелие и интенсификация сельского хозяйства***

Новые информационные технологии в сельском хозяйстве, волна которых дошла до России в последние десять лет, стали называть точным земледелием. Изначально же этот термин употреблялся только в отношении новых технологий, учитывающих неоднородность агроклиматических параметров внутри поля. Учет данной информации позволяет дифференцированно (точно, точечно) осуществлять все технологические операции, в том числе дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений в пределах поля. Сегодня точное

земледелие – это основной инструмент сбалансированной интенсификации сельского хозяйства. И с учетом того, что Россия идет по стопам Европы и США (хоть и с отставанием), вполне возможно, что новые технологии в сельском хозяйстве очень скоро станут играть основную роль, определяющую финансовый успех предпринимателей в этой области.

Зарубежный и отечественный опыт показывает высокую эффективность технологий точного земледелия, особенно применительно к крупным хозяйствам. Например, по имеющимся статистическим данным, уже в 2016 году более 80% фермеров США в той или иной степени применяли технологии точного земледелия, благодаря чему им удалось поднять урожайность зерновых культур до 90 ц/га. При этом установлено, что затраты на внедрение точного земледелия у них окупаются уже после 2–4 лет его использования и начинают приносить значительную прибыль.

*Фото: edu.vgsa.ru*

Концепция точного земледелия подразумевает использование различных технологий, в том числе спутниковых навигационных систем, для снижения уровня трудовых и материальных затрат и повышения при этом качества и количества продукта. Сто лет назад, чтобы увеличить урожайность, старались нарастить площадь пахотных земель. Но такой подход давно перестал быть продуктивным. Аграрии стараются рационально распоряжаться ресурсами, собирая до 1 кг урожая на

квадратный метр земли там, где раньше получали только 0,4 кг. Это возможно благодаря использованию принципов умного земледелия.

Умное земледелие – это не строгая методика или технология, но общий сельскохозяйственный принцип, который заключается в рациональном использовании ресурсов, привлечении технических и научных инноваций. Современное сельское хозяйство – высокотехнологичная сфера, которая не может существовать без спутниковой навигации и ГЛОНАСС. Эту систему используют бортовые компьютеры спецтехники, обрабатывающей поля: комбайнов, тракторов, опрыскивателей.

## Новые технологии в сельском хозяйстве

Список технологий, которые включает в себя точное земледелие:

– электронные карты полей и программное обеспечение для работы с ними;
– высокоточное агрохимическое обследование;
– системы навигации для сельскохозяйственной техники разных уровней точности;
– мониторинг техники (слежение за местоположением, уровнем топлива и другими параметрами).

В меньшей степени пока распространено среди агропредприятий:

– почвенные пробоотборники (в основном приобретаются агрохолдингами);
– лаборатории для анализа почв и продукции (в основном приобретаются агрохолдингами);
– метеорологические станции;
– системы картирования урожайности;
– системы дифференцированного внесения удобрений.

***Электронная карта поля***

Современные технологии позволяют создавать очень точные электронные карты полей и других сельскохозяйственных угодий.

Существует три основных метода сбора исходных данных для создания этих карт:

1) обмер полей с помощью высокоточного GPS-приемника в полевых условиях (более точный и корректный метод);

2) обработка космического изображения высокого разрешения (менее точный, но часто более оперативный и дешевый метод);

3) комбинированный метод (электронная карта, созданная по космическим снимкам, редактируется с выездом в поле с помощью высокоточного GPS-приемника).

Все эти методы в руках специалистов позволяют с высокой точностью зафиксировать не только площади полей хозяйства, но и местоположение всех сопутствующих объектов (дорог, населенных пунктов, рек, лесополос, линий электропередач и т. д.). В среднем, как правило, истинные площади полей оказываются меньше, чем те, которые фигурируют на старых картах. Это происходит за счет зарастания полей, изъятия части площадей из растениеводческой деятельности и неточности старых карт. Уже одно более корректное измерение площади хозяйства окупает создание электронной карты, ведь необходимое количество семян, удобрений, средств защиты растений и других средств производства определяется исходя из обрабатываемых площадей хозяйства. Поэтому сейчас очень многие хозяйства и агрохолдинги озаботились созданием электронных карт для наведения порядка на новом современном уровне.

Электронная векторная карта полей (или других сельхозугодий) имеет одно ключевое преимущество над бумажной. Состоит оно в том, что каждый объект электронной карты (в частности, поле) полностью автономен. Он может редактироваться отдельно от других объектов и к каждому из них может быть привязан широкий ряд характеристик или, иными словами, база данных. Так и для каждого поля можно фиксировать все необходимые параметры:

– паспорт поля;
– технологическая карта запланированных и выполненных операций в растениеводстве;
– агрохимические характеристики и др.

Структурированная таким образом информация (в специальном программном обеспечении) является основой для создания современной системы управления сельским хозяйством. Фактически создается компьютерная модель хозяйства, которая позволяет оперативно производить расчеты, упорядочивать информацию о сельскохозяйственном производстве, формировать отчеты и задания, ставить

виртуальные эксперименты для принятия оптимальных управленческих решений.

При соответствующем ведении базы данных, после нажатия нескольких кнопок можно раскрасить карту по возделываемой культуре, рентабельности производства или содержанию элементов минерального питания растений (что очень важно для наглядности отображения большого количества информации).

В дальнейшем электронные карты можно использовать для организации мониторинга техники. Такие электронные карты для мониторинга позволят определить, например, объемы выполненных работ в конце смены, расход топлива в литрах на гектар по каждому полю, ну и, конечно, работает ли механизатор на вашем или чужом поле. В России есть уже немало хозяйств, которые пользуются преимуществами мониторинга техники. Как показывает опыт, небольшие затраты на мониторинг техники окупаются в первый месяц-два работы системы, а далее она уже начинает экономить и зарабатывать деньги.

Электронная карта полей делается один раз, и со временем становится только более детальной (по мере насыщения базы данных, добавления новых объектов и рабочих пометок на карту). Без особых проблем она может быть преобразована при необходимости из одного картографического формата в другой.

***Классификация***

В общем плане под электронной картой (ЭК) понимается изображение определенного района в условном виде на экране дисплея или набор данных для построения этого изображения.

При рассмотрении вопросов использования ЭК применяется их классификация по различным признакам.

В зависимости от полноты информации, представляемой на карте, ЭК разделяют на полномерные и упрощенные (стилизованные). По нагрузке полномерные навигационные ЭК равноценны официальным бумажным навигационным картам и содержат всю картографическую информацию.

Для использования полномерных карт требуются обладающие широкими возможностями средства хранения и отображения информации, которыми ряд автоматизированных навигационных систем не

*Электронная карта полей. Фото: gisinfo.ru*

обладает. В таких системах могут использоваться ЭК в упрощенном виде, который позволяет реализовывать имеемая аппаратура.

Упрощенные ЭК получаются самыми разными способами. Для ввода с бумажных карт в память ЭВМ данных для стилизованных карт в ряде автоматизированных навигационных систем используются специальные кодирующие планшеты – дигитайзеры (chart digitizer).

В зависимости от метода цифрового представления информации карты ЭК делят на растровые и векторные.

В растровых картах (rastr electronic navigational chart – RNC) используется метод цифрового представления изображения карты в виде матрицы точек (пикселей). При таком представлении карты сведений об отдельных картографических объектах в памяти нет. Исходной для получения данных растровых карт служит информация официальных бумажных карт. Растровые карты получаются сканированием основы и раздельно цветного изображения бумажных карт. За основу растровых ЭК приняты печатные платы для обычных бумажных карт. Снятая с основы карта является копией бумажной. Сканерная технология

производства растровых карт обеспечила в начале 90-х годов быстрое производство мировой коллекции этих карт.

В векторных ЭК (vector electronic navigational chart – VENC) применяется метод цифрового представления элементов карты с помощью точек, линий, контуров, заданных своими координатами и соответствующим кодом. При таком методе представления информация карты хранится в памяти в виде последовательности записей, характеризующих каждый имеемый на карте картографический объект. Картографическим объектом (КО) называется реальный объект или явление, изображаемое на карте в условном виде; или описание или группа описаний картографических характеристик реального объекта или явления в цифровом виде для отображения его на ЭК.

Все объекты векторной электронной карты обычно распределяются по определенным тематическим уровням, называемых слоями карты. Такими слоями, например, могут быть: навигационные средства, глубины, качество данных, характеристики и т. д. Разделение нагрузки карты на слои позволяет системе, отображающей ЭК, управлять видимостью этих слоев.

Количество информационных слоев векторной ЭК может быть различным. Требуется их иметь, по крайней мере, три: базовая информация, дополнение базовой информации до стандартной, вся другая информация. Выделение таких слоев позволяет определить три вида нагрузки карты: базовую, стандартную и полную.

Векторные ЭК до недавнего времени создавались в основном путем съема их цифровых данных с бумажных карт с помощью дигитайзерных технологий. В этих технологиях значительное место занимает ручной труд, что приводило к существенным затратам времени на производство векторных карт. В настоящее время для производства векторных карт созданы современные автоматические сканерные технологии, выполняющие векторизацию бумажной карты в требуемом формате и контроль качества получаемых данных. В результате скорость создания векторных электронных карт значительно увеличилась.

Кроме официальных бумажных карт, исходной информацией для образования данных векторных ЭК могут служить непосредственно

данные геодезической съемки местности, а также результаты аэро- и космической фотометрической съемки. Это имеет большое значение по следующим причинам:

– обеспечивается более высокая точность данных карты, так как исходные данные свободны от погрешностей графического их представления на бумажной карте;
– электронные карты могут создаваться по результатам новых высокоточных съемок местности, не ожидая, когда будут получены по этим результатам бумажные карты.

Дело в том, что съемка многих районов выполнена давно и ее точность не отвечает современным требованиям. Это обстоятельство снижает эффективность спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС и, соответственно, систем с ЭК. Поэтому в настоящее время производятся обширные работы по уточнению положения картографических объектов. Получаемые при выполнении этой работы результаты могут непосредственно использоваться для создания новых высокоточных ЭК.

В зависимости от юридического статуса ЭК подразделяются на официальные и неофициальные карты. Официальными считаются ЭК, выпускаемые государственными гидрографическими организациями. Все другие ЭК относятся к неофициальным картам.

## Какие сельскохозяйственные задачи решает ГЛОНАСС

ГЛОНАСС – система глобальной спутниковой навигации. Она обращается к сателлитам на орбите, чтобы с высокой точностью определять положение предметов на Земле. Систему глобального спутникового позиционирования активно применяет транспорт для определения маршрутов, ее используют военные, спасатели, путешественники. Не менее полезной спутниковая навигация оказалась и в сельском хозяйстве.

На современном этапе развития агропромышленного производства в России одним из наиболее популярных и рентабельных направлений в области ресурсосберегающих технологий стала навигация. Навигатор для сельского хозяйства решает несколько иные задачи, нежели в области транспорта и логистики грузоперевозок.

*Система глобальной спутниковой навигации. Фото: mssglonass.ru*

Навигационные системы в области растениеводства призваны решать следующие задачи:

– экономия удобрений, средств защиты растений, семян, топлива и других средств производства за счет сокращения ширины линии двойной обработки между двумя проходами сельскохозяйственной техники. Это составляет от 3 до 15% и более (на разных технологических операциях) от стоимости проводимых работ;
– интенсификация использования сельскохозяйственной техники (дает возможность качественно работать в полях в ночное время суток, в туман, при запыленности и задымленности). Это в свою очередь позволяет более своевременно выполнять все технологические операции, что положительно сказывается на количестве и качестве урожая. Повышение точности, а значит качества выполнения всех технологических операций.

На российском рынке в настоящее время можно найти навигационные системы для сельскохозяйственной техники различных производителей, которые делятся на два основных типа:

– система параллельного вождения (курсоуказатель, электронный маркер);

– автопилот для трактора или комбайна (гидравлический или подруливающее устройство).

Системы, обеспечивающие параллельное вождение, как правило, состоят из следующих устройств:

– GPS-приемник (сейчас на рынке появляются приемники, дающие возможность использовать для определения координат в том числе и спутники ГЛОНАСС);
– основной модуль, в котором происходит обработка данных, настройка системы и вывод указания курса на дисплей для механизатора;
– провод, соединяющий антенну с основным модулем, и провод питания, который позволяет подключить прибор к бортовой электросети (чаще всего от прикуривателя в тракторе).

Такого типа GPS-навигаторы для сельского хозяйства работают по схеме:

– система параллельного вождения оперативно устанавливается на любую технику;
– настройка системы и обучение механизаторов тоже не занимает много времени (при настройках вводится ширина захвата агрегата, который установлен на трактор, или ширина жатки);
– при выходе в поле механизатор фиксирует специальной кнопкой начало движения (точка А) после этого, совершив первый проход по полю, он обозначает конечную точку движения (точку В). При этом в памяти прибора сразу автоматически строятся параллельные линии на расстоянии введенной в настройках ширины захвата.

После этого можно непосредственно осуществлять параллельное вождение по курсоуказателю, который появится на основном блоке прибора (при этом двигаться можно как в режиме прямых линий, так и повторяя все неровности первого прохода). Системы параллельного вождения позволяют механизатору работать с точностью 20–40 см (с большей точностью физически сложно вести любой трактор по указанному курсу в соответствии с требованиями к выполнению технологических операций).

В таблице представлены данные трехлетних исследований величин стыковых междурядий при посевах различных культур по маркеру и с использованием системы «автопилот» в РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева.

**Значения ширины стыковых междурядий и отклонений от стандартной величины междурядий сеялки**

| Культура | Сеялка D9-30 (отвальный фон) | | | | DMC (минимальный) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | по маркеру | | автопилот | | автопилот | |
| | ширина стыкового междурядья, см | отклонение, см | ширина стыкового междурядья, см | отклонение, см | ширина стыкового междурядья, см | отклонение, см |
| 2008 г. | | | | | | |
| ячмень | 15,4 | +3,4 | 13,5 | +1,5 | – | – |
| 2009 г. | | | | | | |
| ячмень | 14,0 | +2,0 | 12,3 | +0,3 | 17,3 | –1,5 |
| вика + овес | – | – | 17,5* | –1,3* | 18,1 | –0,7 |
| озимая пшеница | 16,3 | +4,3 | 14,3 | +2,3 | 17,3 | –1,5 |
| 2010 г. | | | | | | |
| ячмень | 15,2 | +3,2 | 13,2 | +1,2 | 18,1 | –0,7 |
| вика + овес | – | – | 13,7 | +1,7 | 19,1 | +0,3 |
| озимая пшеница | 17,0 | +5,0 | 13,5 | +1,5 | 20,2 | +1,4 |

Примечание. Ширина междурядий сеялок D9-30 – 12 см, DMC – 18,75 см.

*Вид стыкового междурядья при посеве по маркеру. Фото: iknigi.net*

*Вид стыкового междурядья при посеве по автопилоту. Фото: iknigi.net*

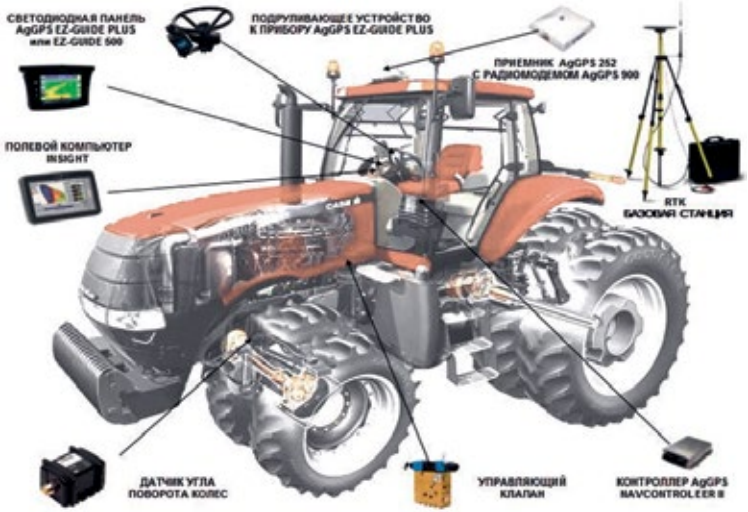
Посев зерновых культур (озимой пшеницы и ячменя) проводился в одном случае по автопилоту, в другом по маркеру. При этом посев озимой пшеницы и ячменя на отвальном фоне осуществлялся рядовой сеялкой D9-30 Amazone (далее по тексту D9-30) с применением системы «автопилот» и маркера. По варианту нулевой (без обработки) и минимальной обработок почвы проводился посев пневматической сеялкой прямого посева DMC Primera-3000 Amazone, (далее по тексту DMC) только с использованием автопилота. Посев викоовсяной смеси проводился двумя сеялками: D9-30 на вспашке, DMC на нулевом варианте только с применением автопилота.

В ходе исследований наблюдалась неодинаковая ширина стыковых междурядий между смежными проходами сеялок при посеве зерновых культур и викоовсяной смеси по маркеру и автопилоту. Так, в 2008 г. сеялкой D9-30 высевали ячмень по варианту отвальной обработки почвы. При этом получены отклонения значений стыковых междурядий от стандартной ширины междурядий, предусмотренных конструкцией сеялки, в случае посева ячменя по маркеру 3,4 см, с использованием автопилота – 1,5 см.

Несмотря на сравнительно хорошие средние значения отклонений (0,63 и 2,98 см в первом повторении и 1,59 и 2,68 см во втором соответственно), посев ячменя по маркеру показал большее расхождение в параметрах стыковых междурядий – от +13,75 см до 9,0 см. Такая нестыковка междурядий может иметь негативное значение, особенно при выращивании пропашных культур. При использовании системы «автопилот» таких существенных отклонений не наблюдалось. Что же касается работы автопилота на отвальном и минимальном фоне, то отклонения на последнем имеют меньшие значения, так как на более плотной почве легче осуществляется управление трактором.

Необходимо отметить еще одно важное достоинство системы «автопилот» по сравнению с маркером. При работе по системе нулевой обработки почвы след от маркера, особенно в сумерки, не очень хорошо виден. Автопилот же позволяет работать в круглосуточном режиме. Одно это обстоятельство может существенно повысить эффективность работ в сельском хозяйстве: два механизатора могут работать по очереди на одном тракторе без перерыва 24 часа в сутки и проводить посевную в кратчайшие и лучшие агротехнические сроки.

В 2020 г. несоответствия в ширине стыковых междурядий для отдельных культур проявились следующим образом. У озимой пшеницы при посеве по отвальной обработке D9-30 по маркеру получено расстояние между смежными проходами сеялки 5 см, у ячменя – 3,2 см. При посеве по автопилоту получены результаты: 1,5 и 1,2 см соответственно. Для вики с овсом эта величина равнялась 1,7 см. Отклонения при посеве этих культур сеялкой DMC с использованием системы GPS составили: для озимой пшеницы – 1,4 см; ячменя – 0,7 см; вики с овсом – 0,3 см. При ширине междурядий сеялки 18,8 см данные несоответствия вполне допустимы.




*Расположение оборудования для параллельного и автоматического вождения на тракторе. Фото: iknigi.net*

Основными компонентами минимального набора для параллельного вождения являются: светодиодная панель, антенна, установочная площадка антенны, крепежная стойка, набор соединительных кабелей, программное обеспечение и инструкция по использованию.

Данное оборудование востребовано в связи с тем, что оно обеспечивает экономию средств. Например, в Европе экономический эффект от применения GPS-оборудования в сельском хозяйстве достигает 50–60 евро на гектар.

Для систем точного земледелия можно ограничиться относительной точностью, т. е. текущим местоположением какого-либо объекта, например, относительно первого прохода, на данный момент времени. В зависимости от используемого оборудования относительная точность должна достигать значений порядка 2,5–30 см.

## Программное обеспечение

Программное обеспечение, помогающее осуществлять управление сельскохозяйственным производством, можно разделить на следующие основные группы:

– управленческое программное обеспечение, работающее с электронной картой полей и привязанной к ней базой данных (ГИС). Подобные ГИС в сельском хозяйстве обеспечивают: упорядочивание информации о хозяйстве и производственном процессе; формирование отчетов и заданий; планирование и моделирование выполнения технологических операций; обеспечение информационной поддержки в принятии решений; в некоторых случаях обработку данных с бортовых компьютеров сельскохозяйственной техники и формирование аппликационных карт для дифференцированного внесения удобрений. К данным программам относятся: «ГЕО-Агро», ГИС «Панорама Земледелие», Farm Works Site (Pro), SST Summit, SMS Desktop Software (Advanced и Basic), JD Reports MAP, «АграрОфис», Agro-Net NG, FarmView Record Keeper и другие. Существуют также управленческие программы для карманного компьютера (КПК или коммуникатора). Как правило, такие программы являются дополнением к программному обеспечению, установленному на стационарные компьютеры. К ним относятся: Farm Truck Mate, SST Stratus и др.;
– программное обеспечение для обмера полей и отбора почвенных проб в поле. Устанавливается на КПК или полевом ноутбуке: «ГЕО-Учетчик», «ГЕО-План», «Карманный обмерщик», «Агронавт» (есть возможность использования для параллельного вождения техники) Farm Works Mobile, SST Stratus, SMS Mobile, Agro-GPS Mobilbox и др.;
– программное обеспечение для создания карт: а) специализированные программы для работы с агрономическими

картами – «АгроУправление», Site, Farm Works Site Pro, SSToolbox, LandView Mapper и др.; б) универсальные картографические программы – «Карта-2011», MapInfo ArcView и др.;

- программное обеспечение для мониторинга техники в сельском хозяйстве: а) специализированные программы для сельского хозяйства – ГИС «Панорама Агро», ГИС «Панорама Авто» и др.; б) универсальные: «АвтоГраф», «Спутник», «Бит-Нова», «Бизнес-навигатор» и др.;
- программное обеспечение для животноводства: Stock, Stock Mobile, Porcitec, Vaquitec, Ovitec и др.;
- бухгалтерское программное обеспечение: «1С: Предприятие 8» (управление сельскохозяйственным предприятием, бухгалтерия сельскохозяйственного предприятия, бухгалтерия птицефабрики, бухгалтерия элеватора и комбикормового завода, бухгалтерский и производственный учет хлебоприемного предприятия и предприятий по переработке зерновых культур, селекция в животноводстве, свиноводство), «Планирование в растениеводстве и животноводстве», «Бюджетное планирование предприятий АПК», Farm Funds и др.

Как указано выше, компьютерные программы для сельского хозяйства в основном имеют узкую специализацию. Таким образом, система управления сельскохозяйственным производством на уровне хозяйства при ее создании зачастую включает в себя несколько программных модулей (как одного, так и нескольких производителей): агрономическо-картографического, мониторингового и бухгалтерского. Для стыковки нескольких программных модулей (обмена информацией) в системе прибегают к услугам программистов. В России начинают появляться программные комплексы, которые при их разворачивании формируют систему управления сельскохозяйственным производством (например, ИАС «АгроХолдинг»).

# Принцип работы с ГНСС-оборудованием

Чтобы подобрать спутниковое оборудование для высокоточного земледелия, необходимо четко определить, для каких задач вы собираетесь его использовать и какая точность определения координат должна быть обеспечена. И прежде чем перейти к непосредственному выбору модели приемника, не помешает разобраться в технологии проведения работ со спутниковым оборудованием. Существует два способа определения координат:

1) в режиме реального времени (RTK – Real Time Kinematic) вы получаете координаты непосредственно во время съемки и таким образом можете контролировать движение и отслеживать свою траекторию;

2) при постобработке, когда спутниковые данные сначала обрабатываются на компьютере в специализированном ПО для постобработки ГНСС-данных (ГНСС – глобальные навигационные спутниковые системы).

В данном случае наиболее интересен режим RTK, так как позволяет получать данные о движении техники мгновенно. Чтобы его реализовать, необходимо наличие источника дифференциальных коррекций (поправок). В поправках передается корректирующая информация, позволяющая уточнить координаты приемника до приемлемой точности. Выбор источника поправок зависит в основном от желаемой точности определения координат, возможности реализации передачи корректирующей информации и, естественно, от бюджета.

Самый точный способ передачи поправок подразумевает наличие отдельного приемника – базы. Базовый приемник необходимо разместить на точке с известными координатами и осуществить передачу корректирующей информации (поправок) на ровер (подвижный приемник) для достижения сантиметровой точности определения координат.

Передачу данных между базой и ровером можно организовать по трем каналам связи:

– УКВ-радио (ультракоротковолновое радио). В этом случае необходим УКВ-модем. Он может быть как встроенным в приемники,

так и внешним. В зависимости от его мощности (2–35 Вт) и рельефа местности можно обеспечить передачу поправок на расстояние 5–30 км. Связь в таком случае бесплатна, но придется потратиться на оборудование. А еще можно подключить сколько угодно роверов к одной базе. Главный же минус этого типа связи в необходимости получить официальное разрешение на использование частоты, а это довольно затянутый процесс;

– голосовая связь (CSD) позволяет обеспечивать связь на большие расстояния, но не далее 50–70 км, т. к. с увеличением расстояния увеличивается ошибка определения координат. Для работы необходим GSM-модем (встроенный или внешний) и SIM-карты с подключенной услугой передачи данных по голосовому каналу. Процесс передачи поправок похож на телефонный разговор: ровер звонит на базу, база принимает звонок, и после этого начинается процесс передачи корректирующей информации, тарификация поминутная. Однако следует обратить внимание на следующее:
  – существуют районы, где просто отсутствует покрытие сети GSM;
  – оператор связи в регионе может не поддерживать услугу CSD (передачи данных по голосовому каналу);
  – одна база может передавать поправки только одному роверу единовременно (по аналогии: один абонент не может разговаривать сразу с несколькими). Эта проблема решается подключением дополнительных GSM-модемов к базе, но каждый из них должен быть обеспечен SIM-картой;
– интернет. На сегодняшний день это самый распространенный способ связи приемников для передачи поправок. Естественно, приемники должны быть оборудованы GSM/GPRS-модемами и SIM-картами с возможностью выхода в сеть Интернет. Так, одна база может обеспечивать поправками сразу множество роверов на большом расстоянии (50–70 км), но остается проблема покрытия регионов сетью Интернет.

Как видно, каждый из них наделен как достоинствами, так и недостатками, поэтому необходимо заранее продумать, как будет осуществляться связь между приемниками: доступна ли сеть Интернет в

данном регионе или придется воспользоваться внешним радиомодемом. Причем независимо от способа связи можно использовать в качестве базы свой приемник, либо за отдельную плату воспользоваться уже существующей сетью базовых станций (БС).

***Системы дифференциальной коррекции***

Современные сервисы дифференциальной коррекции позволяют определять координаты с дециметровой точностью и избавляют от использования базового приемника или сети базовых станций.

Существует несколько подобных сервисов дифференциальной коррекции, например, RTX, Terrastar, Atlas. С помощью наземных станций, расположенных по всему миру, эти сервисы предрассчитывают и посылают корректирующую информацию на свои геостационарные спутники. А за покупку платной подписки можно получать поправки прямо с этих спутников (либо по сети Интернет).

Этот способ получения поправок очень удобен, если нет возможности организовать связь между базой и ровером, а точность определения координат вполне устраивает. Однако плата за подписку на такие сервисы обычно высока, а приемник обязательно должен быть многочастотным.

***SBAS – вспомогательная спутниковая система***

WAAS, EGNOS, СДКМ, MSAS, GAGAN – вот основные системы дифференциальной коррекции, позволяющие обеспечить субметровую точность определения координат бесплатно на определенной территории.

Конечно, можно не использовать источники корректирующей информации в принципе, если устраивает точность автономного определения координат спутниковым приемником в 3–15 м.

Кстати, в с/х активно используется алгоритм улучшения относительной точности от прохода к проходу Pass-to-Pass. Эта технология обеспечивает повторяемость прохода до 20–40 см в течение 15 минут.

На этом этапе уже можно понять, сколько спутниковых приемников необходимо, какую точность они обеспечат и нужно ли будет приобретать дополнительные устройства в виде модемов и антенн, а может и заложить в бюджет платную подписку на сервисы дифференциальной коррекции.

Еще один немаловажный момент: приемники бывают одночастотные и многочастотные.

Из-за специфики распространения спутникового сигнала одночастотные приемники обеспечивают высокоточные определения координат, только если база и ровер не далее 8 км друг от друга. Многочастотные приемники лишены подобного ограничения, поэтому данную характеристику важно учитывать при планировании работ.

***Применение***

Сейчас в сельском хозяйстве активно используются системы параллельного вождения для коррекции движения трактора с помощью подруливающего устройства. Если машина отклоняется от заданного курса, то подруливающее устройство автоматически корректирует траекторию с помощью высокоточного RTK. Также высокоточные спутниковые определения просто необходимы при дифференциальной подпочвенной подаче удобрений, где важную роль играют даже сантиметры.

Установка навигационного модуля высокой точности на борт агродрона позволит производить опрыскивание участков без пропусков и переобработки.

Создание тематических карт землепользования, расчет обработанной площади и контроль собранного урожая – далеко не все виды применения спутниковой навигации в сельскохозяйственной промышленности.

При грамотном использовании ГНСС-технологий значительно сокращаются издержки практически на каждом этапе. Сокращается время простоев, улучшается качество труда. Повышается эффективность использования земельных участков, что в свою очередь увеличивает урожайность и благоприятно сказывается на окружающей среде.

Оснащение сельскохозяйственной техники навигационным оборудованием обходится недешево, однако окупаемость такой модернизации в среднем происходит уже через год. Чтобы рационализировать использование своих земель, необходимо адекватно оценивать, что принесет прибыль, а что будет пустой тратой средств. Для этого следует понимать принцип работы спутникового оборудования.

Главный критерий в выборе ГНСС-приемников – это необходимая максимальная точность. Чем точнее оборудование позволяет

определять координаты, тем более оно технически сложное и дорогое. Обязательно заранее продумывайте, как будет осуществляться передача поправок, и будет ли. Закладывайте в бюджет не только покупку оборудования, но и дополнительные расходы в виде модемов, услуг связи или подписок на сервисы дифференциальной коррекции.

Как показывает практика, освоить работу со спутниковым оборудованием можно за пару часов, максимум – пару дней. Не откладывайте на потом, разберитесь с этим вопросом и начните эффективное современное производство.

## Спутниковый мониторинг

Спутниковый мониторинг сельскохозяйственной техники позволяет организовать эффективное управление транспортными средствами и оборудованием, которое используется для автоматизации работы агропредприятия.

С помощью GPS-мониторинга транспорта оптимизируется работа логистической службы и спецтехники, которая обрабатывает поля. Контроль транспорта с помощью спутниковой навигации позволяет снизить затраты на технологические процессы, улучшить качество обработки земли, исключить нецелевое использование техники и обеспечить ее безопасность.

***Задачи спутникового мониторинга сельхозтехники***

Использование систем ГЛОНАСС и GPS-мониторинга на тракторах, комбайнах, грузовых автомобилях дает возможность решить следующие задачи:

- определение положения сельскохозяйственной техники в режиме реального времени на экранах компьютеров диспетчерского пункта;
- проверка соблюдения режимов использования специального оборудования для обработки полей;
- обеспечение сохранности техники, определение ее положения при угоне;
- предотвращение нецелевого использования комбайнов и тракторов водителями;
- повышение качества планирования работы сельхозтехники и увеличение эффективности ее эксплуатации;

– контроль за расходом топлива, предотвращение возможностей хищения солярки методом фальсификации пробега;
– уменьшение затрат на ремонт техники благодаря контролю за ее пробегом и своевременному регламентному обслуживанию;
– выявление лиц, которые недобросовестно используют вверенную им технику для сельскохозяйственных работ;
– сбор и анализ статистики использования техники, совершенствование схем ее эксплуатации для оптимального использования в будущем.

***Компоненты системы спутникового мониторинга***

Спутниковый контроль сельскохозяйственной техники осуществляется с помощью приемника навигационного сигнала от систем позиционирования GPS и ГЛОНАСС. Данные принимает специальный навигационный блок, который устанавливается в трактор и комбайн, подключается к штатным электронным системам.

Установка блока навигации не требует внесения сложных изменений в конструкцию сельскохозяйственной техники. Оборудование полностью автономно и не влияет на функционирование штатных устройств и узлов на борту.

Есть возможность установить дополнительные датчики для контроля параметров спецтехники: идентификации водителя; включения зажигания; расхода топлива и уровня топлива; работы навесного оборудования.

Диспетчер контролирует работу спецтехники с помощью клиентской программы, выполненной в виде веб-приложения. На экран компьютера выводятся положение трактора на карте, данные с установленных датчиков, статистика и другая информация в зависимости от настроек.

Дополнительно системы спутниковой навигации оборудуются внешними и внутренними камерами наблюдения, системой двусторонней связи с водителем, тревожной кнопкой для подачи сигнала о нарушении безопасности.

***Схема работы системы спутникового мониторинга***

Комплект GPS и ГЛОНАСС контроля сельскохозяйственной техники функционирует следующим образом. Спутниковый терминал отслеживает перемещение техники на основе данных со спутника и

инерциальных датчиков, установленных внутри. Сенсоры на комбайнах и тракторах собирают информацию о работе различных подсистем – навесного оборудования, включения зажигания и т. п. Данные о координатах и информация с датчиков отправляются на сервер, где обрабатываются по заранее запрограммированным алгоритмам. Диспетчер получает контрольные данные в удобном графическом интерфейсе и может отслеживать достижение критических параметров. Например, увеличение расхода топлива, отклонение от маршрута и т. п.

При необходимости диспетчер может отдавать дистанционные команды системам трактора. Например, заблокировать работу техники или навесного оборудования при наступлении внештатной ситуации.

Преимущество состоит в том, что обработка данных производится на сервере. Диспетчеру нужен только компьютер или планшет с браузером. Вывод данных осуществляется через веб-приложение, поэтому устанавливать отдельные программы и использовать мощные ПК не нужно.

***Возможности системы спутникового мониторинга***

Внедрение мониторинга в работу агропредприятия позволяет:

- контролировать все перемещения специальной техники;
- контролировать режимы и параметры работы оборудования;
- проверять количество заправок и расход топлива;
- проверять выполнение маршрутного задания;
- информировать диспетчера о выходе за ограниченную зону работы;
- планировать геокоридоры и контролировать их соблюдение;
- планировать маршруты и получать уведомления о сходе с них;
- строить схемы обработки полей и проверять их соблюдение;
- получать отчеты о режимах использования техники;
- получать отчеты о режимах работы водителей.

# Заключение

Подобная агротехнология рассчитана на многочисленные задачи, поэтому важно изначально понимать, под какие цели адаптируется система в конкретном случае. Агротехнология ГЛОНАСС подразумевает присутствие глобального сервера в мировой сети «Интернет». Данный сервер занимается обработкой данных, сохраняя карты и местоположение объектов. В свою очередь информация передается на локальный сервер, находящийся во владении в хозяйстве. Он обрабатывает запросы диспетчеров и пользователей.

Пользователи создают задачи и следят за их исполнением. Присутствует также клиентская часть системы, которая базируется на компьютерах диспетчеров и подключается к базам. Грамотно выстроенная структура позволяет практически автономно управлять любой техникой, вплоть до интеграции системы «свой-чужой» для комбайна или передачи данных трактора о топливе и состоянии посредством датчиков. Исходя из подобных возможностей, можно реализовать достаточно простую сеть очень эффективной с различными уровнями автоматизации. Единственным ограничением в вопросах агроконтроля и агромониторинга является плохая связь, однако наладить ее порой куда легче, чем терпеть издержки в технологическом комплексе сельского хозяйства.

Рынок сельскохозяйственных товаров СНГ вместе с технологиями производства лишь перенимает западные тенденции и стандарты, а значит интегрировав агро-ГЛОНАСС, любое предприятие добьется скорых дивидендов. Вместе со всеми полезными и удобными функциями, возлагаемыми на специализированную технику и вычислительные мощности, можно снять нагрузку с персонала и перераспределить человеческие трудовые ресурсы туда, где автоматика не справится. Гораздо тоньше операторы и диспетчеры начинают чувствовать участки и объемы работ и куда точнее манипулировать инструментарием. Избавление же от издержек гарантирует качественно новые финансовые показатели в итоге.

# Список информационных источников

1. Петряник И.И. Реферат по системе точного земледелия на тему «Электронная карта поля и кадрирование поля». [Электронный ресурс] // studfile.net: сайт. URL: https://studfile.net/preview/3541007/ (дата обращения 09.03.2023).

2. Польшакова Н.В. Навигационные системы для сельскохозяйственной техники. [Электронный ресурс] // moluch.ru: сайт. URL: https://moluch.ru/archive/63/9831/ (дата обращения 09.03.2023).

3. Балабанов В. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие. Учебное пособие. [Электронный ресурс] // iknigi.net: сайт. URL: https://iknigi.net/avtor-viktor-balabanov/89503-navigacionnye-tehnologii-v-selskom-hozyaystve-koordinatnoe-zemledelie-uchebnoe-posobie-viktor-balabanov/read/page-2.html (дата обращения 09.03.2023).

4. Иванов О. ГЛОНАСС в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс] // mssglonass.ru: сайт. URL: https://mssglonass.ru/articles/glonass-v-selskom-hozyajstve/

5. Спутниковые технологии в сельском хозяйстве. [Электронный ресурс] // orsyst.ru: сайт. URL: https://orsyst.ru/blog4 (дата обращения 09.03.2023).

6. Широков Д.Ю. Спутниковый мониторинг транспорта: семь бед – один ответ. [Электронный ресурс] // aif.ru: сайт. URL: https://aif.ru/boostbook/sputnikovyi-monitoring.html (дата обращения 09.03.2023).

7. ГЛОНАСС в агропредприятии на сельскохозяйственной технике. [Электронный ресурс] // ruglonass.ru: сайт. URL: https://ruglonass.ru/kontrol-topliva/opisanie/glonass-dlya-agro-predpriyatiy/ (дата обращения 09.03.2023).

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

САМАРА АРИС

**ГБУ ДПО «Самара – АРИС» – единственная в регионе организация, оказывающая на регулярной основе информационно-консультационные и образовательные услуги сельхозтоваропроизводителям всех форм собственности, а также органам управления АПК районного уровня.**

## Основные виды услуг и работ:

- информационно-консультационные услуги в сфере АПК;
- образовательные услуги (в рамках дополнительного профобразования);
- организация и проведение семинаров, дней поля, совещаний, конференций, мастер-классов, бизнес-тренингов;
- разработка долгосрочных и краткосрочных программ развития агропредприятий;
- организация опытно-демонстрационных площадок на базе передовых, инновационно ориентированных агропредприятий и фермерских хозяйств;
- разработка бизнес-планов и технико-экономических обоснований;
- оформление пакета документов для участия в конкурсах на получение грантов для начинающих фермеров и владельцев семейных животноводческих ферм;
- помощь при подготовке необходимых документов для заключения договоров финансовой аренды (лизинга) с АО «Росагролизинг» на поставку сельскохозяйственной техники, оборудования и животных;
- мониторинг цен на основные виды сельскохозяйственной и продовольственной продукции;
- выпуск ежемесячного журнала «Агро-Информ»;
- информационная и техническая поддержка официального сайта Минсельхозпрода Самарской области и сопровождение собственного сайта;
- подготовка, тиражирование и распространение отраслевых баз данных, информационных изданий, научно-технологических фильмов;
- организационная и информационная поддержка региональных отраслевых союзов, ассоциаций и гильдий в региональном АПК.

## Информационно-технологические ресурсы:

- ежемесячный журнал «Агро-Информ»;
- веб-сайты: mcx.samregion.ru и agro-inform.ru;
- видеостудия полного цикла;
- мини-типография.

## КОНТАКТЫ

**Директор – Галиев Ильдар Рафаильевич;**
443109, г. Самара, ул. Металлургическая, 92;
тел. (846) 207-95-65; e-mail: samara-aris@mail.ru.

**Заместитель директора – Галиева Оксана Игоревна;**
446250, пгт Безенчук, ул. Тимирязева, 45;
тел. (846-76) 2-16-07; e-mail: bezen-aris@yandex.ru.

**Заместитель директора – Никитина Ольга Ивановна;**
443532, Волжский р-н, п. Верхняя Подстепновка, ул. Специалистов, 18;
тел. (846) 377-55-89; e-mail: ukkem-1@yandex.ru

## Подразделения ГБУ ДПО «Самара – АРИС»

**Отдел повышения квалификации кадров для АПК и сельскохозяйственного консультирования**

Начальник отдела – Прокопьева Наталья Сергеевна;
446250, пгт Безенчук, ул. Тимирязева, 45;
тел/факс: (846-76) 2-16-07 приемная, (846-76) 2-38-92,
моб. тел. 8-927-265-92-91; e-mail: bezen-aris@yandex.ru.

**Отдел реализации программ обучения вождению**

Начальник отдела — Кострыгин Дмитрий Анатольевич;
443532, Волжский р-н, п. Верхняя Подстепновка, ул. Специалистов, 18;
тел. 8-927-000-68-86 ; сайт: avtoshkola63.ru.

**Отдел содействия развитию сельскохозяйственной кооперации**

Начальник отдела – Якубенко Павел Евгеньевич;
443109, г. Самара, ул. Металлургическая, 92;
тел.: (846) 207-95-60; e-mail: samara-aris@mail.ru.

**Межрайонные информационно-консультационные центры**

**МИКЦ «Сызранский»**

Ведущий профконсультант – Лабзина Светлана Юрьевна;
446026, г. Сызрань, ул. Володарского, 62а, к. 15;
тел/факс: (8464) 33-33-64; e-mail: mikc_zapad@mail.ru.

**МИКЦ «Большеглушицкий»**

Ведущий профконсультант – Ракитин Алексей Владимирович;
446180, с. Большая Глушица, ул. Пугачевская, 1;
тел/факс: (846-73) 2-40-99; e-mail: aris-73@yandex.ru.

443109, г. Самара, ул. Металлургическая, 92
Тел/факс (846) 207-95-65
e-mail: samara-aris@mail.ru, сайт: agro-inform.ru