

# Сельскохозяйственное направление

УДК 631.171  
ГРНТИ 68.85.01

## GPS-НАВИГАТОРЫ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Ерёмин Дмитрий Иванович**

доктор биол.н., профессор

**Завьялова Алёна Владимировна**

студент, Агротехнологический институт

ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
Россия, г. Тюмень

**Аннотация:** в статье рассматривается актуальность применения GPS-навигаторов в сельском хозяйстве, возможности применения пользовательских GPS-навигационных систем в сельскохозяйственной отрасли, анализ их эффективности. На основе изучения общедоступных источников информации было установлено, что GPS-навигаторы и спутниковые навигационные системы вносят существенный вклад в развитие сельского хозяйства, путем оптимизации технологических процессов на полях. Точное земледелие с использованием навигаторов дает возможность перейти на новый этап развития сельского хозяйства – точное земледелие и получать более высокую прибыль при меньших затратах на семена, топливо и удобрения.

**Ключевые слова:** GPS-навигатор, навигационные спутниковые системы, точное земледелие, дифференциальные поправки, сельское хозяйство, ГЛОНАСС

## GPS-NAVIGATORS IN AGRICULTURE

**Eremin Dmitry Ivanovich**

doctor of biological sciences, professor

**Zavyalova Alena Vladimirovna**

student, Agrotechnological Institute,

Northern Trans-Urals SAU

Russia, the city of Tyumen

**Abstract:** The article discusses the relevance of the use of GPS-navigators in agriculture, the possibility of using custom GPS-navigation systems in the agricultural industry, and analysis of their effectiveness. Based on the study of publicly available sources of information, it was found that GPS navigators and satellite navigation systems make a significant contribution to the development of agriculture by optimizing technological processes in the fields. Precision farming with the use of navigators makes it possible to move to a new stage in the development of agriculture - precision farming and get higher profits at lower costs for seeds, fuel and fertilizers.

**Keywords:** GPS-navigator, navigation satellite systems, precision agriculture, differential corrections, agriculture, GLONASS.

Современный мир невозможно представить без технологий, которые бы обеспечивали минимум затрат и максимум прибыли при ограниченности ресурсов. Сельское хозяйство традиционно считалось консервативной отраслью, куда новые и инновационные технологии проникали и приживались с большим трудом. Особенно это касалось цифровизации, из-за низкой материально-технической базы и слабой компьютерной грамотностью. Однако, благодаря активному обучению будущих

специалистов в аграрных университетах в России удалось изменить отношение к цифровым технологиям в аграрном секторе [1, 2, 3].

В сельском хозяйстве одна из таких технологий – GPS- навигация, которая используется в точном земледелии.

Ещё в середине 60-х в США была создана спутниковая навигационная система «Транзит», а в 70-х в СССР — система «Цикада», разработанные по заказу Министерств Обороны стран. Системы были специализированы для оперативной глобальной навигации наземных передвигающихся объектов. Чуть позже была изобретена уже усовершенствованная Система спутниковой навигации, получившая название GPS - в США, и ГЛОНАСС - в СССР. Развитие спутниковых навигационных систем в мире представлено в таблице 1 [4].

Таблица 1 - Развитие спутниковых навигационных систем в мире [1]

Название	Страна	Период	Основная цель
Global Positioning System GPS	США	была развернута в 1978 г	Для вычисления текущей позиции, скорости и времени с помощью спутников
ГЛОНАСС	Россия	Была принята в 1993 г.	Для оперативного навигационно-временного обеспечения неограниченного числа пользователей наземного, морского, воздушного и космического базирования
GALILEO	ЕС	2014 г.	Открытая служба, коммерческая служба с точностью до 10 см, услуги для служб спасения, услуги для государственных служб
IRNSS	Индия	2015 г.	Оборудование для пользователей выпускается только индийскими компаниями
BeiDou	Китай	2020 г.	Готова предложить свои услуги потребителям в Азиатско-тихо-океанском регионе
QZSS	Япония	2013 г.	Предназначена для расширения возможностей системы GPS на территории Японии

Современная стратегия точного земледелия, которая была официально объявлена в 1990 года, основана на эффективном взаимодействии систем геопозиционирования и новыми информационными технологиями. На основе интеграции этих технологий деятельность агропромышленного комплекса оптимизируется и обеспечивает максимальную эффективность всех отраслей.

Основополагающим компонентом точного земледелия является определение точного местонахождения в любой точке планеты. С помощью глобального геопозиционирования можно определить точное место расположения объекта на поле, исследовать почвенные неоднородности, рельеф, засоренность и состояние полей, причем в режиме реального времени. Это крайне важно при внедрении технологий параллельного движения агрегатов, дифференцированного внесения минеральных удобрений и пестицидов [5, 6].

Точность местоположения агрегатов на поле – залог эффективности технологических операций. Именно этот показатель ограничивал развитие точного земледелия в прошлом. Установлено, что для сбора информации по полю требуемая точность должна составлять  $\pm 1$  метр, а для управления агрегатами -  $\pm 10$  см. Для контроля за отдельными операциями на поле требуется точность не менее  $\pm 1$  см. Это стало возможным относительно недавно, при насыщении космического пространства спутниковыми системами и разработкой датчиков позиционирования, имеющих постоянную связь с цифровой информационной средой [7, 8].

Сегодня навигационные системы призваны решать самые разные задачи в различных областях применения. Например, в области растениеводства - это задачи: экономии 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 даёт возможность качественно работать в полях в ночное время суток, в туман, при запыленности и задымленности [9].

Такие возможности минимизируют ошибки, связанные с человеческим фактором, и повышают прибыль сельскохозяйственных предприятий, в том числе и снижают затраты на обслуживание сельскохозяйственных машин, что приводит к существенной экономии на ГСМ. Из этого следует, что на сегодняшний день перед нами стоит задача как можно больше внедрить GPS – навигаторов в сельскохозяйственную отрасль для улучшения экономики страны в целом.

Цель нашего исследования заключается в том, чтобы изучить возможности применения пользовательских GPS – навигационных систем в сельскохозяйственной отрасли, проанализировать их эффективность и повысить осведомленность граждан о роли GPS – навигаторов в сельском хозяйстве.

В ходе работы мы применяли теоретические и эмпирические методы анализа, а также дополняющий метод синтеза информации - соединение выделенных в процессе анализа частей исследуемой проблемы в одно целостное. Также мы провели опрос среди жителей города Тюмени. Опрос проводился в устной форме, были опрошены 18 человек в возрасте от 20 до 50 лет. Гражданам было предложено ответить на вопрос: «В каких отраслях применяют GPS – навигаторы?». Мнения граждан распределились неоднозначно. Среди респондентов всего лишь 2 человека ответили: «сельское хозяйство», 8 человек ответили: «автопром», 3 человека ответили: «морской и речной транспорт» и 5 человек ответили «авиация». Отметим, что GPS-навигаторы используются во всех вышеперечисленных отраслях для определенных целей.

Также мы выяснили, по результатам опроса «В каких отраслях применяют GPS – навигаторы?», что всего лишь 11% опрошенных располагают информацией о GPS-навигации в сельском хозяйстве (рис. 1), что говорит о неосведомленности граждан о перспективах данной системы в сельском хозяйстве.

### Области применения GPS-навигаторов

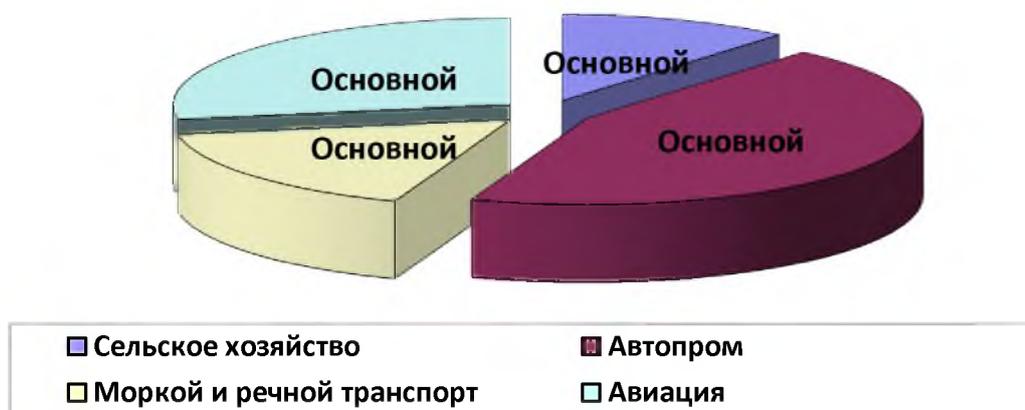


Рисунок 1. Результаты опроса «В каких отраслях применяют GPS – навигаторы?»

Основой упомянутой ранее российской разработки ГЛОНАСС (Glonass) - являются 24 спутника, движущихся над поверхностью Земли в трёх орбитальных плоскостях с наклоном орбитальных плоскостей 64,8° и высотой орбит 19 100 км.

Для полноценной работы навигационной системы GPS (США) необходимо также иметь как минимум 24 действующих спутника (штатное количество - 32, включая резервные аппараты), вращающихся по круговым орбитам высотой 20,2 тыс. км в шести плоскостях.

Получение радиосигналов от спутников осуществляется с помощью электронных устройств, называемых спутниковыми навигаторами. Навигатор представляет собой специализированный компактный персональный компьютер со спутниковым приемником, программно-аппаратное обеспечение которого ориентировано на выполнение задач навигации [10].

На рынке представлено множество моделей с разным функционалом и разной ценовой категорией, поэтому данную систему можно использовать, как в больших агропромышленных комплексах, так и в небольших хозяйствах.

Одним из самых важных показателей в GPS-навигаторах является точность. Для достижения более высокой точности позиционирования применяют дифференциальные поправки:

1. Спутниковые – распространяются через спутники связи, могут быть как платными (Omni starVBS, Omni starHP/XP), так и бесплатными (EGNOS, SF1).

2. Встроенные – особый алгоритм сглаживания погрешностей позиционирования. Все поправки бесплатные: e-Dif, onPath, GLIDE.

3. Локальные поправки с базовой станции RTK, расположенной в районе проведения работ. Они бесплатны, но требуют первоначального вложения в саму станцию. Действие поправок ограничивается радиусом действия базовой станции [11]. В таблице 2 приведены технические характеристики некоторых систем, применяемых в России.

Таблица 2. Основные характеристики систем агронавигации, применяемых в России

Название системы	Точность	Поддерживаемые поправки	Производитель
Агроглобал AGN AT5	20-30 см	RTK, EGNOS (SBAS)	Россия
Trimble EZ-Guide 250	15-40	SBAS	США
FarmnavigatorAvMap G7 Ezy	15-30	DGPS, OmniStar HP/XP	Италия

В точном земледелии именно точность играет самую важную роль, поэтому большинство современных сельскохозяйственных машин оснащены GPS-навигацией. Например, навигаторы очень хорошо себя зарекомендовали при дифференцированном внесении минеральных удобрений, это подтверждают проведенные исследования на базе Учхоза ГАУ Северного Зауралья [12, 13].

Принцип работы заключается в том, что при движении посевного комплекса по полю, система спутниковой навигации определяет место положения его на том или ином элементарном участке со значением нормы внесения минеральных удобрений в физической массе. Согласно карте задания, подается сигнал на сервопривод для автоматического изменения нормы внесения минеральных удобрений. Такое решение задачи позволяет выравнивать объемы минерального питания сельскохозяйственных культур и обеспечить равномерное их созревание.

Таким образом, при помощи теоретических и эмпирических методов анализа, а также дополняющего метода синтеза информации мы выяснили, что GPS-навигаторы действительно играют очень важную роль в сельскохозяйственной отрасли, в особенности в точном земледелии.

Проанализировав некоторые GPS-навигаторы, мы определили, что именно такой показатель как точность является одним из самых важных показателей, и этот показатель можно улучшить при помощи дифференциальных поправок. Благодаря спутниковым

навигационным системам перерасход топлива, семян и удобрений уменьшается, в том числе и уменьшается площадь посева, что говорит об экономической выгоде.

Установлено, что GPS-навигаторы и спутниковые навигационные системы вносят существенный вклад в развитие всех отраслей, в том числе и в сельское хозяйство. Точное земледелие с использованием навигаторов дает возможность аграрным предприятиям получать большую прибыль при меньших затратах на семена, топливо и удобрения.

Исходя из вышеизложенного, мы считаем, что GPS-навигаторы необходимо использовать в сельском хозяйстве, так как это экономически выгодно, что доказывают исследования многих ученых. Необходимо проработать моменты с доступностью таких систем и их улучшению для повышения показателей точности.

#### **Список литературы:**

1. Еремина Д.В. Компьютерная техника как неотъемлемая часть точного земледелия / Д. В. Еремина // Инновационные процессы: потенциал науки и задачи государства: сборник статей Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 октября 2017 года / Под общ.ред. Г.Ю. Гуляева. – Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. – С. 31-33.
2. Eremina D. IT-technologies in soil Informatics and Russian agribusiness / D. Eremina // MATEC Web of Conferences, St. Petersburg, 20–22 декабря 2017 года. – St. Petersburg: EDP Sciences, 2018. – P. 04016. – DOI 10.1051/matecconf/201817004016.
3. Калиев М.Н. Big data в контексте сельского хозяйства / М. Н. Калиев, С. М. Каюгина // Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения: Сборник материалов LIV Студенческой научно-практической конференции, посвящённой 75-летию Победы в Великой Отечественной войне, Тюмень, 19–20 марта 2020 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2020. – С. 286-289.]
4. Чуба А.Ю. Разработка научно обоснованных систем ведения сельского хозяйства с использованием спутниковых навигационных систем. Чуба А.Ю., Кирилова О.В. Агропродовольственная политика России. 2017. № 10 (70). С. 157-161.
5. Abramov N.V. Digitization of agricultural land using an unmanned aerial vehicle /N. V. Abramov, S. A. Semizorov, S. V. Sherstobitov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies, Volgograd, Krasnoyarsk, 18–20 июня 2020 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. – Volgograd, Krasnoyarsk: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2020. – P. 32002. – DOI 10.1088/1755-1315/548/3/032002.
6. Еремин Д.И. Дифференцированное внесение удобрений как инновационный подход в системе точного земледелия / Д. И. Еремин, Ю. П. Кибук // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 8(131). – С. 17-26.
7. Абрамов Н.В. Управление производственными процессами агробиоценозов с применением космических систем / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров // Агропродовольственная политика России. – 2012. – № 5. – С. 12-19.
8. Еремин Д.И. К вопросу о тканевой диагностике питания зерновых культур в системе точного земледелия / Д. И. Еремин, Ю. П. Кибук, А. С. Ахметова // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 9(132). – С. 14-22.
9. Левин А.А. Основные критерии и задачи применения GPS оборудования в сельском хозяйстве / А. А. Левин // Сурский вестник. – 2021. – № 1(13). – С. 52-55.
10. Дунаева Е.А. Использование систем навигации для целей технологического сельскохозяйственного мониторинга / Е. А. Дунаева // Таврический вестник аграрной науки. – 2016. – № 2(6). – С. 138-148.
11. Шевченко, О. И. Применение спутниковых систем в сельском хозяйстве / О. И. Шевченко С.С. Струсь // Студенческие научные работы инженерно-землеустроительного факультета: Сборник статей по материалам студенческой научно-практической конференции, Краснодар, 25 февраля 2016 года / Ответственный за выпуск

---

И.В. Соколова. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2016. – С. 29-37.

12. Абрамов Н.В. Результаты практического использования спутниковых навигационных систем в инновационных технологиях АПК / Н. В. Абрамов, С. А. Семизоров, В. В. Григорьев, А. В. Колесников // Современные научно–практические решения в АПК : Сборник статей всероссийской научно-практической конференции, Тюмень, 08 декабря 2017 года. – Тюмень: Государственный аграрный университет Северного Зауралья, 2017. – С. 567-572.

13. Еремина Д.В. Компьютерная техника как неотъемлемая часть точного земледелия.

В сборнике: Инновационные процессы: потенциал науки и задачи государства. сборник статей Международной научно-практической конференции. Под общ.ред. Г.Ю. Гуляева. 2017. С. 31-33.

