

**КОНОШИН ИВАН ВЯЧЕСЛАВОВИЧ**, канд. техн. наук, доцент<sup>1</sup>

E-mail: iwanogau@yandex.ru

**БУЛАВИНЦЕВ РОМАН АЛЕКСЕЕВИЧ**, канд. техн. наук, доцент<sup>1</sup>

E-mail: bulavintcevra@yandex.ru

**КУЗНЕЦОВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ**, докт. техн. наук, профессор<sup>1</sup>

E-mail: kentury@yandex.ru

**КРАВЧЕНКО ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ**, докт. техн. наук, профессор<sup>2</sup>

E-mail: kravchenko-in71@yandex.ru

<sup>1</sup> Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина; 302019, ул. Генерала Родина, 69, Орел, Российская Федерация

<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, ул. Тимирязевская, 49, Москва, Российская Федерация

## ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ GREEN STAR ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Представлен опыт применения навигационного оборудования Green Star 22600, установленного на трактор Джон Дир 8430 при обработке почвы на полях НОПЦ «Интеграция» Орловского ГАУ имени Н.В. Парахина. Установлено, что система черного пара позволяет активно бороться с сорняками и сокращает количество приемов химической обработки озимых культур в следующем году. Результаты исследований показали, что при использовании бесплатного коррекционного сигнала SF1 отклонение от заданной траектории движения не превышает 15 см. Приведены сравнительные показатели при обработке почвы трактором Джон Дир 8430 в агрегате с дисковой бороной Catros 7500 с навигационным оборудованием и без него. Установлено, что при дисковании площади 12000 га, при цене на дизельное топливо 45 руб./л, расходе топлива 6 л/га и при использовании навигационного оборудования экономия за сезон только на топливе составит 193104 руб. При средней производительности агрегата 10 га/ч для обработки площади в 12000 га без использования навигационного оборудования потребуется на 71,5 часа больше времени. Кроме этого, навигационное оборудование позволяет вести круглосуточную работу агрегата при высокой запыленности, что благоприятно сказывается на сроках проведения полевых работ. Результаты исследований показали, что навигация позволяет наиболее эффективно использовать не только вложенные в оборудование средства, но и сократить рабочее время, увеличить производительность, обеспечить при этом экономию топлива, снизить трудозатраты и себестоимость производства.

**Ключевые слова:** навигационное оборудование, обработка почвы, автоматическое вождение, AutoTrac Universal 200.

**Введение.** Каждый год ТСМ, удобрения, семена и пестициды дорожают в среднем на 15...20%. Цены на сельхозпродукцию в 2017 г. упали. У сельскохозяйственных производителей нет возможности сэкономить при выращивании сельскохозяйственных культур без ущерба для урожайности и качества [1-4].

Конкуренция в сельскохозяйственном производстве приводит к тому, что необходимо максимально эффективно использовать каждый гектар земли, каждый килограмм семян и удобрений, каждый килограмм топлива для обеспечения успеха выращивания сельскохозяйственных культур. Для этого были разработаны системы автоматического вождения [5-10].

**Цель исследования** – обосновать целесообразность применения навигационного оборудования Green Star при обработке почвы, представить основные сравнительные показатели использования ма-

шинно-тракторных агрегатов с навигационным оборудованием и без него при проведении полевых работ.

**Материал и методы.** На протяжении девяти лет в НОПЦ «Интеграция» Орловского ГАУ, в период проведения полевых работ – дискования и посева, применяется навигационное оборудование AutoTrac Universal 200, установленное на трактор Джон Дир 8430. Комплект автоматического вождения состоит из дисплея Green Star 22600, приёмника StarFire iTC с бесплатным коррекционным сигналом SF1, кронштейнов для приёмника, дисплея и универсальной проводки (рис. 1).

Комплект оборудования обеспечивает управление такими навигационными приложениями, как система автоматического вождения AutoTrac и система разворота в конце гона iTEC Pro (рис. 2).

Для работы с iTEC Pro системе необходима следующая информация: граница поля; граница зоны разво-

рота; информация о тракторе (положение приемника StarFire iTC, настройки машины и т.д.); информация об орудии (max радиус поворота, ширина орудия и т.д.); последовательность рабочих шагов путем ввода значений; схемы разворотов (смена проходов). Задав все эти параметры, система iTEC Pro автоматически разворачивает трактор в зоне завершения прохода по заданной виртуальной схеме поворота; контролирует скорость трактора, подъем и опускание переднего и заднего прицепного и навесного орудия в заданное время; контролирует включение и выключение ВОМ, селективных клапанов, привода переднего моста и замка блокировки дифференциала. Единственным недостатком

этой системы, на наш взгляд, является значительное снижение скорости движения во время разворота, что приводит к снижению производительности. На таких операциях, как дискование, iTEC Pro не применяется.

Система GreenStar использует несколько типов сигналов, что дает возможность удовлетворять самые различные требования к качеству выполнения операций. Так, использование спутникового сигнала EGNOS\SF-1 (бесплатный сигнал) дает гарантию точности (отклонения от заданной траектории движения) не более 30 см. Как показала практика, это значение не превышает 15 см. А сигнал EGNOS\SF-2 (платный сигнал) не более 5 см.



Рис. 1. Комплект автоматического вождения AutoTrac Universal 200

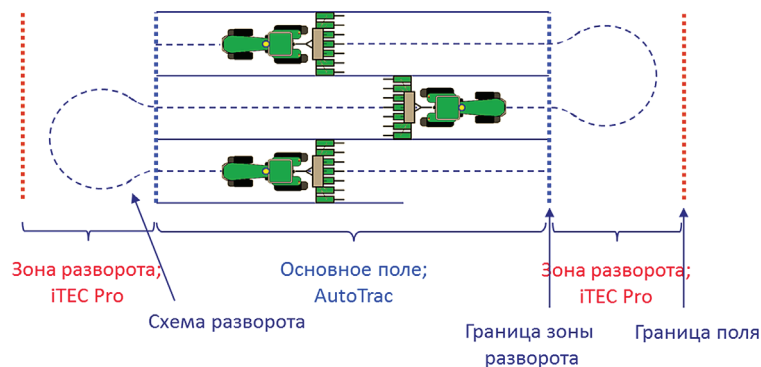


Рис. 2. Схема работы AutoTrac и iTEC Pro

**Результаты исследований.** Для проведения полевых работ, таких как дискование и посев, применяется бесплатный сигнал EGNOS\SF-1.

Для выращивания экологически чистого продукта НОПЦ «Интеграция» минимизировало дозы внесения удобрений за счет системы черного пара. Такая система предусматривает поддержку черного пара, предназначенного для посева озимой пшеницы в чистом состоянии. Для применения этой системы в течение весны и лета, в зависимости от погодных условий, типа почвы, популяции сорняков, требуется от пяти до шести поверхностных обработок почвы на глубину до 10...12 см. Система черного пара позволяет активно бороться с сорняками и сокращает количество приемов химической обработки озимых культур в следующем году. Кроме озимой пшеницы, на полях организации выра-

щаются яровые культуры: гречиха, овес, ячмень, соя. Перед посевом яровых культур проводится два дискования. Таким образом, в течение одного года на долю трактора ложится порядка 3000 га посева и 12000 га поверхностной обработки почвы. Для выявления экономии затрат на дискование был проведен сравнительный расчет с использованием навигационного оборудования и без него (таблица). Для расчета брали квадратный участок площадью 100 га, расход топлива при работе агрегата трактор Джон Дир 8430 + Catros 7500 составляет 6 л/га. Как показывает практика, при работе с широкозахватными орудиями без навигации опытный механик обеспечивает перекрытие смежных проходов в среднем 0,6 м, при работе с навигационным оборудованием GreenStar + SF-1 устанавливали перекрытие 0,2 м.

**Сравнительные показатели**

Показатель	Трактор Джон Дир 8430 (с навигационным оборудованием и сигналом SF-1) + дисковая борона Catros 7500	Трактор Джон Дир 8430 (без навигационного оборудования) + дисковая борона Catros 7500	Разница
Ширина захвата, м	7,5	7,5	-
Величина перекрытия, м	0,2	0,6	0,4
Реальная ширина захвата, м	7,3	6,9	0,4
Площадь перекрытия на одном гоне, га	0,02	0,06	0,04
Число гонов на площади 100 га, шт.	137	145	8
Общая площадь перекрытия на поле, га	2,74	8,70	5,96
Перерасход дизельного топлива на площади 100 га, л	16,44	52,2	35,76

Данные таблицы свидетельствуют о том, что при дисковании площади 12000 га, при цене на дизельное топливо 45 руб./л, расходе топлива 6 л/га и при использовании навигационного оборудования за сезон на топливе экономим 193104 руб. При средней производительности агрегата 10 га/ч для обработки площади в 12000 га без использования навигационного оборудования нам потребуется на 71,5 часа больше времени. Кроме этого, навигационное оборудование позволяет вести круглосуточную работу агрегата при высокой запыленности, что благоприятно сказывается на сроках проведения полевых работ.

**Выводы**

1. Одним из перспективных направлений в области развития ресурсосберегающих технологий в сфере АПК России является использование навигационных систем. Навигационное оборудование позволяет обеспечить точное вождение агрегата в полевых условиях, дать объективную оценку качества выполнения работ.

2. При проведении полевых работ навигационное оборудование дает возможность наиболее эффективно использовать не только вложенные в него средства, но и сократить продолжительность рабочего времени, повысить производительность, обеспечив при этом экономию топлива, снижение трудозатрат и себестоимости производства.

**Библиографический список**

1. Жукова О. Точность на полях // Агропрофи. 2008. № 3. С. 12-13.  
 2. Griffin T.W., Lambert D.M., Lowenberg-Deboer J. Economics of GPS-enabled navigation technologies. In:

Proceedings of the 9 th International Conference on Precision Agriculture, July 21-23, 2008. Denver, USA.

3. Eaton R., Katupitiya J., Siew K.W., Howarth B. Autonomous farming: Modelling and control of agricultural machinery in a unified framework. Int. J. Intel. Syst. Technol. Appl. 2010; 8: 444-457. DOI: 10.1504/IJISTA.2010.030223.

4. Рунов Б.А., Пильникова Н.В. Новейшие технологии (точное земледелие) – основа развития выгодного сельского хозяйства // Экономика сельского хозяйства России. 2010. № 2. С. 25-34.

5. Alonso-Garcia S., Gomez-Gil J., Arribas J.I. Evaluation of the use of low-cost GPS receivers in the autonomous guidance of agricultural tractors. Spanish J. Agric. Res. 2011; 9: 377-388. DOI: 10.5424/sjar/20110902-088-10.

6. Macák M., Žitňák M., Nozdrovický L. Using satellite navigation for seeding of wide-row and narrowrow crops. Res. Agr. Eng., 2011; 57 (Special Issue):7-13.

7. Wunder E., Kielhorn A., Klose R., Thiel M., Ruckelshausen A. GIS-and sensor-based technologies for individual plant agriculture, Landtechnik 67, 2012; 1: 37-41.

8. Балабанов В.И., Березовский Е.В., Беленков А.И., Железова С.В. Использование систем параллельного и автоматического вождения в точном земледелии // Фермер. Поволжье. 2015. № 10 (41). С. 38-41.

9. Балабанов В.И., Березовский Е.В., Беленков А.И., Железова С.В. Системы параллельного и автоматического вождения в полевом опыте ЦТЗ // Фермер. Поволжье. 2015. № 11 (42). С. 38-41.

10. Балабанов В.И., Беленков А.И., Березовский Е.В., Егоров В.В., Железова С.В. Навигационные технологии в сельском хозяйстве // Нивы Зауралья. 2015. № 7. С. 47.

*Статья поступила 24.09.2018*

## FEASIBILITY OF APPLYING GREEN STAR NAVIGATION EQUIPMENT FOR SOIL CULTIVATION

*IVAN V. KONOSHIN, PhD (Eng), Associate Professor<sup>1</sup>*

E-mail: iwanogau@yandex.ru

*ROMAN A. BULAVINTSEV, PhD (Eng), Associate Professor<sup>1</sup>*

E-mail: bulavintceva@yandex.ru

*YURIYA A. KUZNETSOV, DSc (Eng), Professor<sup>1</sup>*

E-mail: kentury@yandex.ru

*IGOR N. KRAVCHENKO, DSc (Eng), Professor<sup>2</sup>*

E-mail: kravchenko-in71@yandex.ru

<sup>1</sup> Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin; 302019, Generala Rodina Str., 69, Orel, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; 127550, Timiryazevskaya Str., 49, Moscow, Russian Federation

The authors present the experience of using the navigation equipment Green Star 22600 installed on the John Deere 8430 tractor used for soil cultivation on the fields of the “Integratsiya” training centre of Orel State Agrarian University named after N.V. Parakhin. It has been established that the system of black fallow makes it possible to actively combat weeds, and reduces the number of methods for chemical treatment of winter crops in the subsequent year. The research results have shown that when using the free corrective SF1 signal, the deviation from the specified trajectory does not exceed 15 cm. Comparative figures are given for soil treatment with the John Deere 8430 tractor equipped with a disk harrow Catros 7500 unit with navigation equipment and without it. It has been established that for a disk-operated area of 12,000 hectares, at a price for diesel fuel of 45 rubles per liter, fuel consumption of 6 liters per hectare, and with the use of navigation equipment, the economic effect on fuel alone will amount to 193,104 rubles for the season. With an average capacity of 10 hectares / h for cultivating an area of 12,000 hectares without the use of navigation equipment, it will take 71.5 hours more. In addition, navigation equipment provides for 24-hour operation of a machine under conditions of high dust content, which has a positive effect on the time frame of field works. The research results have shown that navigation provides not only for the most effective use of money invested in the equipment, but also to shorten the operating time, increase productivity, while ensuring fuel economy and reducing labor and production costs.

**Key words:** navigation equipment, soil cultivation, automatic driving, AutoTrac Universal 200.

### References

1. Zhukova O. Tochnost' na polyakh [Precision in the fields]. *Agroprom*, 2008; 3: 12-13. (in Rus.).
2. Griffin T.W., Lambert D.M., Lowenberg-DeBoer J. Economics of GPS-enabled navigation technologies. In: Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Conference on Precision Agriculture, 2008; July 21-23, Denver, USA.
3. Eaton R., Katupitiya J., Siew K.W., Howarth B. Autonomous farming: Modelling and control of agricultural machinery in a unified framework. *Int. J. Intel. Syst. Technol*, 2010; Appl. 8: 444-457. DOI: 10.1504/IJISTA.2010.030223.
4. Runov B.A., Pil'nikova N.V. Noveyshiye tekhnologii (tochnoye zemledeliye) – osnova razvitiya vygodnogo sel'skogo khozyaystva [Advanced technologies (precision agriculture) – the basis for the development of profitable agriculture]. *Ekonomika sel'skogo khozyaystva Rossii*. 2010. No. 2. Pp. 25-34. (in Rus.).
5. Alonso-Garcia S., Gomez-Gil J., Arribas J.I. Evaluation of the use of low-cost GPS receivers in the autonomous guidance of agricultural tractors. *Spanish J. Agric. Res*, 2011; 9: 377-388. DOI: 10.5424/sjar/20110902-088-10.
6. Macák M., Žitňák M., Nozdrovický L. Using satellite navigation for seeding of wide-row and narrow-row crops. *Res. Agr. Eng.*, 2011; 57 (Special Issue): 7-13.
7. Wunder E., Kielhorn A., Klose R., Thiel M., Ruckelshausen A. GIS- and sensor-based technologies for individual plant agriculture. *Landtechnik* 67, 2012; 1: 37-41.
8. Balabanov V.I., Berezovskiy Ye.V., Belenkov A.I., Zhelezova S.V. Ispol'zovaniye sistem parallel'nogo i avtomaticheskogo vozhdeniya v tochnom zemledelii [Parallel and automatic driving systems in precision farming]. *Fermer. Povolzh'ye*, 2015; 10 (41): 38-41. (in Rus.).
9. Balabanov V.I., Berezovskiy Ye.V., Belenkov A.I., Zhelezova S.V. Sistemy parallel'nogo i avtomaticheskogo vozhdeniya v polevom opyte TSTZ [Systems of parallel and automatic driving in the field experience of precision farming centres]. *Fermer. Povolzh'ye*, 2015; 11 (42): 38-41. (in Rus.).
10. Balabanov V.I., Belenkov A.I., Berezovskiy Ye.V., Yegorov V.V., Zhelezova S.V. Navigatsionnyye tekhnologii v sel'skom khozyaystve [Navigation technologies in agriculture]. *Nivy Zaural'ya*, 2015; 7: 47. (in Rus.).

*The paper was received on September 24, 2018*