

УДК 631.171

DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.27-32

## МОНИТОРИНГ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМИ МОБИЛЬНЫМИ И СТАЦИОНАРНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Гончаров Н.Т.\*;  
Колесникова В.А., канд. техн. наук;  
Афонина И.И.;

Хорошенков В.К., канд. техн. наук;  
Алексеев И.С.;  
Лонин С.Э.;  
Лужнова Е.С.

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, \*e-mail: vim@vim.ru

Высокие производственные издержки, с которыми сталкиваются сельскохозяйственные предприятия, стали одной из основных проблем аграрной отрасли. Отметим необходимость проведения исследований с целью минимизации затрат при внедрении информационной автоматизированной системы управления основными объектами сельскохозяйственного предприятия. Проанализировали результаты работы предприятий, которые внедряют новейшие технологии. Установили, что в новых экономических условиях увеличение производительности труда, сокращение времени простоя технических средств, повышение урожайности и качества выращиваемой продукции напрямую зависят от оперативного контроля производственной деятельности и принятия управленческих решений на основе комплексного анализа ситуаций, с использованием достоверной информации, поступающей в реальном времени. Определили содержание программно-технологического комплекса системы мониторинга работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственного предприятия. Показали основные функции программного обеспечения интеграционной платформы системы. Предложен алгоритм создания централизованной автоматизированной информационной системы мониторинга технологических процессов сельхозпроизводства. Доказана возможность использования спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС/GPS для работы во всех технологических операциях сельскохозяйственного производства. Выяснили, что практическое использование синтезируемой системы минимизирует влияние человеческого фактора на управление сельхозпредприятием, способствует росту производства, повышает качество выполнения технологических процессов.

**Ключевые слова:** сельскохозяйственное производство, система мониторинга, программно-технологический комплекс, спутниковая навигационная система.

■ **Для цитирования:** Гончаров Н.Т., Колесникова В.А., Афонина И.И., Хорошенков В.К., Алексеев И.С., Лонин С.Э., Лужнова Е.С. Мониторинг управления сельскохозяйственными мобильными и стационарными объектами // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №6. С. 27-32. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.27-32

## MONITORING CONTROL OF AGRICULTURAL MOBILE AND STATIONARY OBJECTS

N.T. Goncharov\*,  
V.A. Kolesnikova, Cand. Sci. (Eng.);  
I.I. Afonina,

V.K. Khoroshenkov, Cand. Sci. (Eng.);  
I.S. Alekseev,  
S.E. Lonin,  
E.S. Luzhnova

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, \*e-mail: vim@vim.ru

High production costs of agricultural enterprises became one of the main problems of an agrarian industry. Special researches are necessary for minimization of costs due to implementation of information automated control system for the main objects of agricultural enterprise. Results of enterprises operation with new technologies were analysed. In new economic conditions work performance improvement, reducing downtime of technical means, increase in productivity and quality of the grown-up products directly depend on operating control in productive activity and management decisions on the basis of the complex analysis of situations, with use of the exact on-line information. A content of a program and technological complex was worked out for control system in sphere of operation of mobile and stationary objects at agricultural enterprise. The main functions of the integration software were specified. The authors offered an algorithm

of creation of the centralized automated information control system in agricultural technology processes. The navigation satellite systems GLONASS/GPS can be used in all technological operations of agricultural production. Practical use of synthesizable system as much as possible minimizes influence of a human factor on agricultural enterprise management, promotes increase in production, improves quality of engineering procedures accomplishment.

**Keywords:** Agricultural production; Monitoring system; Software and hardware complex; Satellite navigation system.

**For citation:** Goncharov N.T., Kolesnikova V.A., Afonina I.I., Khoroshenkov V.K., Alekseev I.S., Lonin S.E., Luzhnova E.S. Monitoring control of agricultural mobile and stationary objects *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2016; 6: 27-32. DOI 10.22314.2073-7599-2016.6.27-32 (In Russian)

**А**нализ мировых тенденций технического прогресса показывает, что в целях сведения к минимуму временных, энергетических и материальных затрат, а также уменьшения антропогенного воздействия на окружающую среду при эксплуатации объектов сельхозпроизводства необходимо привлечь информационные технологии.

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства успеха достигают те агропредприятия, которые внедряют новейшие технологии, добиваясь снижения расходов и более эффективного управления. Как известно, аграрное производство характеризуется широким спектром технологических операций и мобильных средств для выполнения полевых работ. В новых экономических условиях увеличение производительности труда, сокращение времени простоя технических средств, рост энергоэффективности, повышение урожайности и качества выращиваемой продукции – ключевые проблемы, стоящие перед сельхозтоваропроизводителем. Сельскохозяйственные агрегаты и их комплексы, стационарные объекты, такие как пункты послеуборочной обработки зерна, овощехранилища, представляют собой сложные динамические системы, работающие в условиях изменяющихся внешних воздействий.

**Цель исследований** – разработка программно-технологического комплекса системы мониторинга управления сельскохозяйственными мобильными и стационарными объектами.

**Материалы и методы.** Осуществление оперативного контроля производственной деятельности, анализ текущей производственной ситуации и принятие управленческих решений необходимо вести на основе комплексного анализа ситуаций и прогнозирования их развития, опираясь на достоверную информацию, поступающую в реальном времени [1]. Поэтому оснащение сельхозпроизводителей новейшей высокопроизводительной техникой и информационное обеспечение современными автоматизированными технологиями, которые поддерживают и оптимизируют все технологические процессы в полеводстве, а также обеспечивают сохранность собранного урожая, стали актуальной задачей сегодняшнего дня.

**Результаты и обсуждение.** Решение этих проблем

может быть реализовано внедрением информационных технологий, поддерживающих и оптимизирующих все технологические процессы как в полеводстве, так и на пунктах послеуборочной обработки и хранения сельскохозяйственной продукции [2-6].

Создание централизованной автоматизированной информационной системы мониторинга технологических процессов сводится к следующим аспектам:

- автоматизация технологического процесса с увязкой определения местоположения мобильного агрегата на поле: будь то машинно-тракторный агрегат, комбайн или транспортное средство;
- передача всех технологических параметров на сервер диспетчерского центра, их обработка в удобный интерфейс для представления технологу, агроному, руководящему звену предприятия;
- передача управляющих команд по корректровке технологического процесса исполнителям.

Такая система мониторинга позволяет совершенствовать организационную модель предприятия, структуру производственных подразделений, функции обработки информации, выработки управленческих решений, доведения их до исполнителей, что в конечном счете повышает эффективность технологических процессов. Программно-технологический комплекс такой системы строится по трехуровневому иерархическому принципу – нижний, средний и верхний – с разделением как по функциям, так и по применяемым техническим средствам (*рисунок*) [7-9].

Нижний уровень включает комплекс датчиков позиционирования и состояния технологического процесса (обработанная площадь, остаток расходных материалов, время работы, положение агрегата на обрабатываемом поле и т.д.). Средний уровень включает контроллер (бортовой компьютер), который обеспечивает:

- сбор данных от системы позиционирования, диагностику и передачу всей информации с помощью GSM-модема, имеющего услугу интернета;
- вывод информации на видеотерминальное устройство в кабине водителя;
- реализацию алгоритма математической обработки сигналов с датчиков;



- буферизацию данных в процессе работы;
- обмен данными с сервером системы.

Верхний уровень включает сервер приложений системы и рабочую станцию диспетчера. Сервер предназначен для сбора, аналитической обработки и хранения информации. Рабочая станция – автоматизированное рабочее место (АРМ) диспетчера обеспечивает контроль и управление всеми технологическими процессами в хозяйстве в режиме реального времени.

Программное обеспечение (ПО) системы в комплексной комплектации представлено серверной интеграционной платформой и клиентским ПО, установленным на АРМ агронома, диспетчера. Интеграционная платформа технологических данных представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из сервера приложений и специализированного ПО.

Основные функции ПО интеграционной платформы:

- сбор данных от системы позиционирования и контроллеров управления мобильными агрегатами;
- аналитическая обработка данных: система определяет правильность выполнения задания по выполнению того или иного технологического процесса;
- протоколирование времени работы, перемещений, остановок и аварийных ситуаций;
- хранение данных в архивной базе данных (БД) и БД реального времени;
- взаимодействие верхнего и среднего уровня системы.

Большой сегмент в современном технологическом процессе сельхозпроизводства составляет позиционирование мобильного агрегата на оцифрованном поле [10-13]. Для этого зарубежные производители сельхозтехники используют спутниковые навигационные системы глобального позиционирования GPS [14]. Применять такую дорогостоящую аппаратуру на отечественной технике могут позволить себе далеко не все хозяйства, и к тому же в нашей стране нет ее сервисного обслуживания и ремонта. Тормозит внедрение отечественных навигационных технологий отсутствие полноценной отечественной системы дифференциальной коррекции и мониторинга. Сейчас используются только платные системы, которые не всегда доступны сельхозпроизводителям.

Отечественная система глобального позиционирования ГЛОНАСС по точности может обеспечить только метровый диапазон, в то время как для GPS дифференциальная поправка не превышает нескольких сантиметров. Поэтому на данном этапе имеет смысл использовать совмещенную навигационную систему ГЛОНАСС/GPS. Такой приемник имеет максимальную частоту обновлений показаний своего местоположения 10 Гц. При скоро-

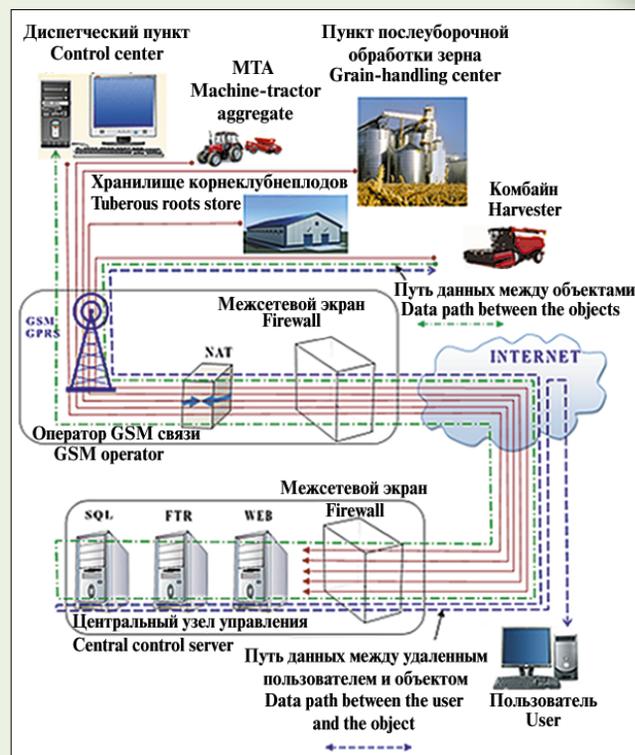


Рис. Мониторинг работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственного назначения с помощью GSM/GPRS

Fig. GSM/GPRS monitoring of operation of agricultural mobile and stationary objects

сти движения мобильного агрегата 10 км/ч за 0,1 с агрегат переместится на расстояние ≈30 см. Это величина дискретности показаний местоположения агрегата. Если мобильный агрегат представить в виде инерционного звена, то при воздействии суммы помех на агрегат дисперсию на выходе инерционного звена определяют по формуле:

$$D_{\text{вых}} = \frac{S_0}{\pi} \int_0^{\infty} H^2(\omega) d\omega,$$

где  $D_{\text{вых}}$  – дисперсия;

$S_0$  – спектральная плотность в полосе частот;

$H$  – амплитуда частотной характеристики.

После преобразования получим:

$$D_{\text{вых}} = \frac{S_0}{2T},$$

где  $T$  – постоянная времени инерционного звена.

Откуда видно, что чем больше постоянная времени инерционного звена, тем качественнее фильтрующие свойства и тем меньше смещение положения агрегата относительно прямолинейного движения. Мобильный агрегат, обладающий большой массой, за 0,1 с не сможет изменить свое местоположение под действием возмущающих воздействий более чем на 2÷3 см, даже при такой технологической операции, как вспашка почвы.

Внедрять систему необходимо, используя сетевые контроллеры, типовые сети, открытые SCADA-системы, датчики, исполнительные механизмы, типовые прикладные программы управления. Синтез готовых аппаратно-программных средств позволит существенно сократить расходы на разработку и отладку системы мониторинга мобильных средств и стационарных объектов сельскохозяйственных предприятий.

Основными вопросами в решении этой задачи являются:

- обеспечение единой среды разработки всех звеньев системы;
- стоимость инструментальной среды;
- стоимость разработки, отладки и сопровождения системы;
- средства и способы доставки информации потребителю (диспетчеру, агроному, инженерным службам и т.д.) в режиме реального времени.

Важнейшим сегментом системы мониторинга работы мобильных и стационарных объектов сельхозпредприятий служат коммуникационные средства. От выбора сетевого оборудования и средств связи между пунктами интегрированного управления и локальными объектами во многом зависит надежность и эффективность управления. Для этого можно использовать проводные RS-485, кабель-

ные Ethernet, опто-волоконные средства, а также беспроводные GSM/GPRS, Wi-Fi, Bluetooth, радиоканал и др.

Наибольший интерес представляет связь через систему GSM/GPRS, имеющую услугу интернета. На рисунке представлена реализация мониторинга работы мобильных и стационарных объектов сельскохозяйственного назначения с помощью GSM/GPRS. На практике возможна комбинация всех средств связи.

#### **Выводы**

Система мониторинга работы основных объектов сельскохозяйственного назначения должна иметь модульную структуру и открытую архитектуру с унификацией систем сбора данных, проектирования, программирования, а также коммуникаций.

Практическое использование синтезируемой системы минимизирует влияние человеческого фактора на управление сельхозпредприятием, обеспечивает увеличение производства сельскохозяйственной продукции и резко повысит качество выполнения технологических процессов.

Разработанная система мониторинга поддерживает информационное обеспечение, оптимизирует все технологические процессы в полеводстве, которые выполняются высокопроизводительной техникой по автоматизированным технологиям, гарантирующим сохранность собранного урожая.

#### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Antonio Javier Garcia-Sanchez, Felipe Garcia-Sanchez, Joan Garcia-Haro. Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2011, Vol. 75; 2: 288-303.
2. Афонина И.И., Гончаров Н.Т. Принципы и алгоритмы контроля эффективности функционирования технологических процессов в полеводстве // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Москва, 15-16 сентября 2015 г. М.: ВИМ, 2015. С. 117-124.
3. Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Сизов О.А., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Инновационные направления в использовании средств автоматического регулирования параметров технологических процессов почвообработывающих и посевных агрегатов // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ч. 2. М.: ВИМ, 2013. С. 327-330.
4. Гончаров Н.Т., Афонина И.И., Лужнова Е.С. Аспекты внедрения информационного комплекса для стационарных объектов сельскохозяйственного назначения // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Ч. 2. М.: ВИМ, 2012. С. 593-602.
5. Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Смирнов И.Г., Евтюшенков Н.Е., Колесникова В.А., Личман Г.И., Марченко Н.М., Марченко Л.А., Хорошенков В.К. Концепция развития системы оперативного управления автотранспортными и другими мобильными техническими средствами, применяемыми в сельском хозяйстве с использованием ГЛОНАСС/GPS. М.: ВИМ, 2014. 64 с.
6. Tokihiro Fukatsu, Teruaki Nanseki. Monitoring System for Farming Operations with Wearable Devices Utilized Sensor Networks. *Sensors (Basel)*. 2009; 9(8): 6171-6184.
7. Мальцев Н.В., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С. Синтез микропроцессорной системы автоматического управления основными процессами в хранилище корнеклубнеплодов // Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации Государственной программы развития сельского хозяйства: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. Москва, 15-16 сентября 2015 г. М.: ВИМ. 2015. С. 198-202.
8. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Управление и информационное обеспечение инновационными технологическими процессами в растениеводстве // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сборник научных



докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2010. С. 47-58.

9. Измайлов А.Ю., Гончаров Н.Т. Использование автоматизированных информационных систем для управления производственными процессами технологических операций в полеводстве // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сборник научных докладов XI Международной научно-технической конференции. Ч.1. М.: ВИМ, 2010. С. 331-340.

10. Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К. Автоматизированные информационные технологии в производственных процессах растениеводства // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2010. N4. С. 3-9.

11. Гончаров Н.Т., Хорошенков В.К., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Требования к автоматизированной информационной системе управления сельскохозяйственным растениеводческим предприятием // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Сбор-

ник научных докладов VIII Международной научно-технической конференции. Т. 5. М.: ВИЭСХ, 2012. С. 206-214.

12. Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С., Афонина И.И. Интегрированные информационные системы // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2008. N2. С. 32-36.

13. Гончаров Н.Т., Хорошенков В.К., Афонина И.И. Оптимизация управления сельскохозяйственным предприятием в растениеводстве // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сборник научных докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2014. С. 68-71.

14. Lihua Zheng, Minzan Li, Caicong Wu, Haijian Ye, Ronghua Ji, Xiaolei Deng, Yanshuang Che, Cheng Fu, Wei Guo. Development of a smart mobile farming service system. *Mathematical and Computer Modeling in Agriculture*. 2011, Vol. 54; 3-04: 1194-1203.

REFERENCES

1. Antonio Javier Garcia-Sanchez, Felipe Garcia-Sanchez, Joan Garcia-Haro. Wireless sensor network deployment for integrating video-surveillance and data-monitoring in precision agriculture over distributed crops. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2011, Vol. 75; 2: 288-303. (In English)

2. Afonina I.I., Goncharov N.T. Printsipy i algoritmy kontrolya effektivnosti funktsionirovaniya tekhnologicheskikh protsessov v polevodstve [Principles and algorithms of control of efficiency of functioning of technological processes in field management]. *Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow, 15-16 September 2015. Moscow: VIM, 2015: 117-124. (In Russian)

3. Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Sizov O.A., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Innovative directions in use of automatic control of parameters of technological processes of tillage and sowing machines. *Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Ch. 2. Moscow: VIM, 2013: 327-330. (In Russian)

4. Goncharov N.T., Afonina I.I., Luzhnova E.S. Aspects of the implementation of informational complex for agricultural stationary objects. *Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Ch. 2. Moscow: VIM, 2012: 593-602. (In Russian)

5. Izmaylov A.Yu., Artyushin A.A., Smirnov I.G., Evtyushenkov N.E., Kolesnikova V.A., Lichman G.I., Marchenko N.M., Marchenko L.A., Khoroshenkov V.K. *Kontseptsiya razvitiya sistemy operativnogo upravleniya*

avtotransportnymi i drugimi mobil'nymi tekhnicheskimi sredstvami, primenyaemymi v sel'skom khozyaystve s ispol'zovaniem GLONASS/GPS [Concept of development of system of operational management of vehicles and other mobile technical machines in agriculture with the use of GLONASS/GPS-receiver]. Moscow: VIM, 2014: 64. (In Russian)

6. Tokihiro Fukatsu, Teruaki Nanseki. Monitoring System for Farming Operations with Wearable Devices Utilized Sensor Networks. *Sensors (Basel)*. 2009; 9(8): 6171-6184. (In English)

7. Mal'tsev N.V., Goncharov N.T., Luzhnova E.S. Synthesis of microprocessor system of automatic control of processes in root crops storage. *Intellektual'nye mashinnye tekhnologii i tekhnika dlya realizatsii Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Sept. 15-16, 2015. Moscow: VIM. 2015: 198-202. (In Russian)

8. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Management and information support by innovative technological processes in plant industry. *Avtomatizatsiya i informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow: VIM, 2010: 47-58. (In Russian)

9. Izmaylov A.Yu., Goncharov N.T. Use of automated information systems for industrial control of technological operations in field management. *Avtomatizatsiya i informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sbornik nauchnykh dokladov XI Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Ch.1. Moscow: VIM, 2010: 331-340. (In Russian)

10. Izmaylov A.Yu., Khoroshenkov V.K. Automated information technologies in processes of crop production.

*Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2010; 4: 3-9. (In Russian)

11. Goncharov N.T., Khoroshenkov V.K., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Requirements for automated information management system for agricultural crop enterprise. *Energoobespechenie i energosberezhenie v sel'skom khozyaystve: Sbornik nauchnykh dokladov VIII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Vol. 5. Moscow: VIESKh, 2012: 206-214. (In Russian)

12. Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Luzhnova E.S., Afonina I.I. Integrated information systems. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2008; 2: 32-

36. (In Russian)

13. Goncharov N.T., Khoroshenkov V.K., Afonina I.I. Optimization of agricultural enterprise management in crop production. *Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sbornik nauchnykh dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow: VIM, 2014: 68-71. (In Russian)

14. Lihua Zheng, Minzan Li, Caicong Wu, Haijian Ye, Ronghua Ji, Xiaolei Deng, Yanshuang Che, Cheng Fu, Wei Guo. Development of a smart mobile farming service system. *Mathematical and Computer Modeling in Agriculture*. 2011, Vol. 54; 3-04: 1194-1203. (In English)

**Критерии авторства.** Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution.** The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

Федеральное государственное бюджетное

научное учреждение

Федеральный научный

агроинженерный центр ВИМ

(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

**объявляет набор**

на 2017-2018 учебный год

**в аспирантуру на бюджетные и внебюджетные места**

*По направлениям подготовки:*

Электро- и теплотехника

Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование

в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.

**в магистратуру на внебюджетные места**

*По направлениям подготовки:*

Электроэнергетика и электротехника

Агроинженерия

**Адрес Центра: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.**

**Телефон для справок: 8 (495) 709-33-68.**