



УДК 631.152:004.8

DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-3-3-9

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

Измайлов А.Ю.,
докт. техн. наук, академик РАН;
Хорошенков В.К.,
канд. техн. наук;

Колесникова В.А.,
канд. техн. наук;
Алексеев И.С.*;

Лонин С.Э.;
Гончаров Н.Т.

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

Исследована возможность применения средств автоматизации для управления сельхозтехникой. Предложены решения по созданию централизованной унифицированной автоматизированной информационной системы управления мобильными агрегатами. Отмечено, что исходя из современных требований эта система должна быть открытой, интегрированной в общую схему управления сельскохозяйственным предприятием. Она должна реализовать идею применения стандартных аппаратных, программных и коммуникационных средств в задачах контроля и управления. Поэтому схема должна строиться на унифицированных модулях и тех стандартах, что освоены в России. Показано, что, базируясь на блочно-модульном построении, комплексная многомерная унифицированная автоматизированная система управления различными объектами сельскохозяйственного назначения должна соответствовать следующим принципам: высокая надежность, простота обслуживания, низкие издержки при эксплуатации, быстрая окупаемость, связанная с увеличением урожайности, сниженные потери при уборке, послеуборочной обработке и хранении, улучшенные энергетические показатели. Установлено, что управление технологическими процессами в сельхозпроизводстве осуществляется в основном с обратной связью. Пример без обратной связи – это программное управление температурой в хранилище при режиме «охлаждение». Обратная связь в управлении технологическими процессами сельхозпроизводства позволяет оптимально решить проблему рационального распределения функций в человеко-распределенных системах и сформировать интеллектуальные эргономические интерфейсы, согласованные с профессиональными представлениями лиц, принимающих решения. Отрицательная обратная связь, создаваемая устройством управления, позволяет автоматически поддерживать показатель качества технологического процесса на заданном уровне. Количественный анализ производственной ситуации опирается на глубоко формализованную базу вычислительной техники, что способствует выработке оптимального решения. Показано, что применение информационной автоматизированной системы управления увеличивает производительность труда на 40 процентов, уменьшает энергетические затраты на 25 процентов. Повышение качества выполняемых технологических операций позволит увеличить урожайность в 1,2-1,3 раза.

Ключевые слова: средства автоматизации, автоматизированный контроль и управление, технологические процессы, сельскохозяйственная продукция.

■ **Для цитирования:** Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К., Колесникова В.А., Алексеев И.С., Лонин С.Э., Гончаров Н.Т. Средства автоматизации для управления сельскохозяйственной техникой // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №3. С. 3-9.

AUTOMATION FACILITIES FOR AGRICULTURAL MACHINERY CONTROL

Izmaylov A.Yu.,
D.Sc.(Eng.),
member of RAS;

Khoroshenkov V.K.,
Ph.D.(Eng.);
Kolesnikova V.A.,
Ph.D.(Eng.);

Alekseev I.S.*;
Lonin S.E.;
Goncharov N.T.

Federal Scientific Agricultural Engineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, *e-mail: vim-avt@rambler.ru

The possibility of use of the automation equipment for agricultural machinery control is investigated. The authors proposed solutions on creation of the centralized unified automated information system for mobile aggregates management. In accordance with the modern requirements this system should be open, integrated into the general schema of agricultural

enterprise control. Standard hardware, software and communicative features should be realized in tasks of monitoring and control. Therefore the schema should be get with use the unified modules and Russian standards. The complex multivariate unified automated control system for different objects of agricultural purpose based on block and modular creation should correspond to the following principles: high reliability, simplicity of service, low expenses in case of operation, the short payback period connected to increase in productivity, the reduced losses when harvesting, postharvest processing and storage, the improved energetic indices. Technological processes control in agricultural production is exercised generally with feedback. The example without feedback is program control by temperature in storage in case of the cooling mode. Feedback at technological processes control in agricultural production allows to optimally solve a problem of rational distribution of functions in man-distributed systems and forming the intelligent ergonomic interfaces, consistent with professional perceptions of decision-makers. The negative feedback created by the control unit allows to support automatically a quality index of technological process at the set level. The quantitative analysis of a production situation base itself upon deeply formalized basis of computer facilities that promotes making of the optimal solution. Information automated control system introduction increases labor productivity by 40 percent, reduces energetic costs by 25 percent. Improvement of quality of the executed technological operations will increase crop productivity by 1.2-1.3 times.

Keywords: Automation equipment; Automated monitoring and control; Technological processes; Agricultural production.

■ **For citation:** Izmaylov A.Yu., Khoroshenkov V.K., Kolesnikova V.A., Alekseev I.S., Lonin S.E., Goncharov N.T. Automation facilities for agricultural machinery control. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tehnologii*. 2017; 3: 3-9. DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-3-3-9. (In Russian)

Сельскохозяйственное производство связано с большим набором технологических операций и специальных средств для выполнения работ в поле, которые направлены на решение ключевых задач: увеличение производительности труда, повышение энергоэффективности, а также увеличение урожайности и улучшение качества продукции [1-3].

Решение этих задач может быть найдено путем внедрения информационных технологий, поддерживающих и оптимизирующих все технологические процессы в сельхозпроизводстве [4-6].

Одно из таких решений – создание централизованной унифицированной автоматизированной информационной системы управления мобильными агрегатами.

Важно сделать выбор, на какой элементной базе должна строиться система. Исходя из современных требований она должна быть открытой, интегрированной в общую схему управления сельскохозяйственным предприятием, реализующей идею применения стандартных аппаратных, программных и коммуникационных средств в задачах контроля и управления. Поэтому построение должно базироваться на унифицированных модулях и стандартах, освоенных российскими разработчиками, с учетом невысокой стоимости новых приборов.

Цели исследований – разработка централизованной унифицированной автоматизированной информационной системы управления мобильными агрегатами.

Материалы и методы. Для решения поставленной задачи важное значение имеет разработка математических моделей и алгоритмического обеспечения, адекватно отражающих такие технологические процессы, как обработка почвы, посев, внесение удобрений,

уборка урожая, послеуборочная обработка и хранение сельскохозяйственной продукции.

Базируясь на блочно-модульном построении, комплексная многомерная унифицированная автоматизированная система управления различными объектами сельскохозяйственного назначения должна соответствовать следующим принципам: высокая надежность; простота обслуживания; низкие издержки при эксплуатации; быстрая окупаемость, связанная с увеличением урожайности; снижение потерь при уборке, послеуборочной обработке и хранении; улучшение энергетических показателей. Кроме того, сельхозпредприятиям необходима такая система, которая способна обеспечить доступ к технологическим процессам сразу для многих пользователей: инженеров, агрономов, служб поддержки, планирования и т.д. Собирая больше информации, храня ее как можно дольше, можно своевременно прогнозировать возникновение различных проблем и вовремя их устранять. Технический и технологический прогресс позволяет осуществлять информационное сопровождение сельскохозяйственного производства в целом, добиваясь многокритериального оптимума [7].

Среди задач, решаемых в сельхозпроизводстве, важное место занимают контроль производственной деятельности, разбор нештатных ситуаций и анализ их последствий, формирование отчетов, планирование производственных процессов (рис. 1).

Разработка системы управления различными сельскохозяйственными объектами затрагивает широкий круг проблем – организационных, технических, финансовых, психологических. С технической точки зрения, она интегрирует не только разнородные системы автоматизации, но и разнообразные



аппаратные и программные инструменты. В качестве базы для аппаратного уровня такой системы могут выступать всевозможные контроллеры, панельные компьютеры, на основе которых создаются телемеханические комплексы сбора и передачи оперативных данных, различное коммуникационное оборудование (модемы, преобразователи физических интерфейсов, протокольные шлюзы), серверное оборудование, видеосистемы коллективного пользования и др. Выбор этих средств чрезвычайно разнообразен. Их объединение в единую систему требует от исполнителя большого практического опыта интеграции подобных систем.

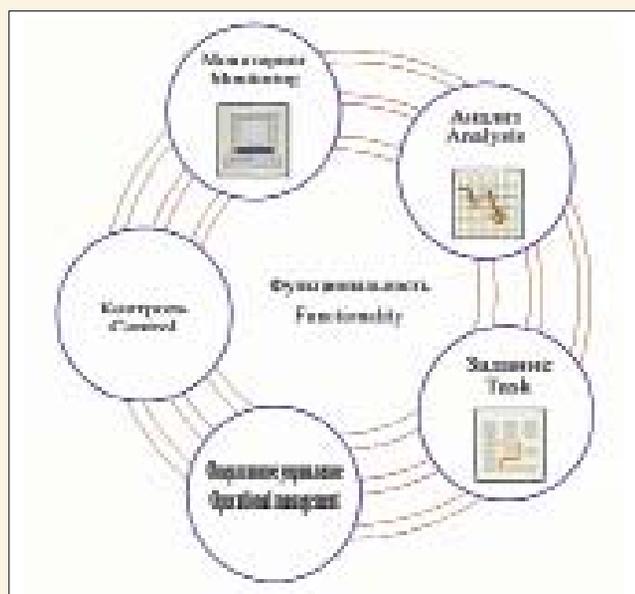


Рис. 1. Структурная схема автоматизированной системы управления различными объектами сельскохозяйственного назначения

Fig. 1. Structural scheme of automated system for various agricultural facilities control

Состояние технологического процесса оценивается средним значением, дисперсией, коэффициентом вариации, корреляционными функциями, статистикой показателей процесса. Соответствие состояния процесса установленным требованиям основывается на сравнении показателя качества функционирования процесса с допущенными для конкретных условий значениями вероятностных характеристик. Чтобы реализовать эти принципы, необходимо разработать алгоритмы контроля и управления. В основу этих алгоритмов закладывают зависимости, связывающие статистику показателей эффективности функционирования технологических процессов с допусками и с вероятностями их сохранения или превышения.

Так, алгоритм контроля эффективности функционирования технологических процессов можно представить реализацией $y(t)$ случайной функции

$Y(t)$. Эта функция (изменения глубины обработки почвы, глубины заделки семян, ширины защитной зоны при междурядной обработке и др.) – стационарная и эргодическая, так как агротехническими требованиями предусмотрены симметричные абсолютные допуски Δy на отклонение функции $Y(t)$ и каждой ее реализации $y(t)$ от среднего значения m_y , то есть:

$$m_y - \Delta y \leq y(t) \leq m_y + \Delta y.$$

Связь между допусками Δy и вероятностью его сохранения в этом интервале определяется выражением:

$$P_{\Delta} = \int_{m_y - \Delta y}^{m_y + \Delta y} f(y) dy.$$

Вероятность выбросов за поле допуска:

$$\varepsilon_{\Delta} = 1 - P_{\Delta}.$$

Для оперативного контроля эффективности функционирования технологического процесса, определяемого реализацией $y(t)$ на конкретном периоде T , необходимо иметь непрерывную информацию о реализации $y(t)$, находить статистику этой реализации и сравнивать их с допусками при заданных значениях допуска Δy и вероятности P_{Δ} .

Аппаратно реализовать такой алгоритм контроля эффективности функционирования технологического процесса весьма сложно, так как в ходе контроля нужно формировать среднее значение реализации $y(t)$, с которым следует сравнивать текущее значение параметра контроля. Целесообразнее использовать в качестве базы отсчета отклонения ординат реализации не среднее значение m_y реализации $y(t)$, а настроечное (номинальное) значение y_H . При заданном допуске Δy_H на отклонение ординат реализации $y(t)$ от настроечного значения y_H обобщенная оценка P_{Δ_H} аппаратно реализуется довольно просто, поскольку значения ординат реализации $y(t)$ непосредственно сравниваются с y_H . За определенный период T контроля в измерительном блоке формируются (без расчета среднего значения m_y оценки:

$$P_{\Delta_H}^+ = T_{\Delta_H}^+ / T; P_{\Delta_H}^- = T_{\Delta_H}^- / T; P_{\Delta_H} = P_{\Delta_H}^+ + P_{\Delta_H}^-$$

где P_{Δ_H} – общая оценка вероятности нахождения реализации $y(t)$ в поле допуска.

Запишем алгоритм расчета среднего числа n_{Δ_H} выбросов за поле допуска $2|\Delta y_H|$ в единицу времени:

$$n_{\Delta_H} = (n_{\Delta_H}^+ + n_{\Delta_H}^-) / T,$$

где $n_{\Delta_H}^+$, $n_{\Delta_H}^-$ – число выбросов ординат реализации $y(t)$ за время T за поле допуска выше и ниже значения y_H .

В агротехнических требованиях на многие процессы имеются лишь допустимые отклонения сред-

него значения m_y реализации от заданного значения y_H . При заданном допуске Δy_H в случае нормального распределения (одномерного значения обобщенных оценок) определяем вероятности $P_{\Delta H}^+$ и $P_{\Delta H}^-$:

$$P_{\Delta H}^+ = \Phi\left[\frac{1+K_H}{\sigma_y} \Delta y_H\right] - \Phi\left[\frac{K_H}{\sigma_y} \Delta y_H\right]$$

$$P_{\Delta H}^- = \Phi\left[\frac{K_H}{\sigma_y} \Delta y_H\right] + \Phi\left[\frac{1-K_H}{\sigma_y} \Delta y_H\right]$$

где $K_H = \frac{\Delta_H}{\Delta y_H}$,

$\Delta_H = y_H - m_y$ – фактическое отклонение значения y_H от среднего m_y .

Из этого соотношения находим:

$$\Delta P = P_{\Delta H}^- - P_{\Delta H}^+ = 2\Phi\left[\frac{K_H}{\sigma_y} \Delta y_H\right] - \Delta \varepsilon,$$

где $\Delta \varepsilon = \varepsilon_{\Delta H}^+ + \varepsilon_{\Delta H}^-$ – разность относительных длинностей выбросов параметров контроля выше и ниже поля допуска.

После преобразования получим:

$$\Delta P = 2\Phi\left[\frac{\Delta_H}{\sigma_y}\right] - \Delta \varepsilon.$$

Эти соотношения ложатся в основу не только алгоритма оперативного контроля относительной длительности $P_{\Delta H}$ преобразования показателя технологического процесса в поле заданного допуска, но и алгоритма управления качеством этого процесса, так как сигнал ΔP (или $\Delta \varepsilon$) определяет знак и относительное отклонение фактического значения $P_{\Delta H}$ от заданного значения P_{Δ_3} .

Управление технологическими процессами в сельскохозяйственном производстве осуществляется в основном с обратной связью. Пример без обратной связи – это программное управление температурой в хранилище при режиме «охлаждение». В растениеводстве по разомкнутым схемам действуют устройства регулирования рабочих органов агрегатов. Роль управляющих устройств играют органы регулирования, с помощью которых вручную устанавливают режимы работы агрегата. Так, при управлении глубиной хода навесного плуга таким органом служит его опорное колесо, с помощью которого устанавливают заданную глубину вспашки. В системах с обратной связью (рис. 2а) непрерывно измеряют выходную переменную $y(t)$. Результат сравнивается с настроенным (задающим) воздействием y_H . Сигнал рассогласования (ошибка) $e(t)$ подается на вход управляющего устройства (УУ), в котором сигнал $e(t)$ преобразуется в виде управляющего воздействия $U(t)$, подается на вход объекта управления (ОУ).

Для технологических процессов в системе с обратной связью расчетной схемой для каждого канала управления будет схема с двумя входами $U(t)$ и $F(t)$ и одним выходом – показателем качества $y(t)$. В изображениях переменных по Лапласу основным соотношением, определяющим протекание технологического процесса с системой управления с отрицательной обратной связью, будет (рис. 2б):

$$Y(s) = W_{F(s)} - W_{U(s)}$$

где $W_{F(s)}$ и $W_{U(s)}$ – передаточные функции по отношению к возмущающему $F(t)$ и управляющему воздействию $U(s)$.

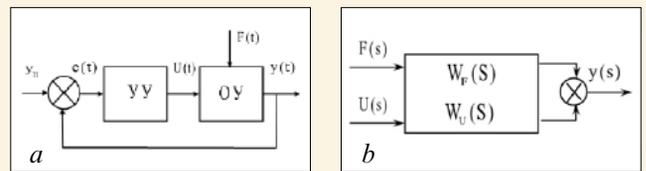


Рис. 2. Схемы автоматического управления:

а – функциональная; б – структурная

Fig. 2. Schemes of automatic control:

а – functional; б – structural

Соотношение служит математическим описанием системы управления линейной моделью технологического процесса агрегата. Отрицательная обратная связь, создаваемая устройством управления, позволяет автоматически поддерживать показатель качества технологического процесса на заданном уровне. Что касается оценки качества управления, то целесообразнее всего пользоваться теми же показателями, что и при контроле технологических процессов, то есть средним уровнем сохранения допуска и средним числом выбросов за поле допуска в единицу времени [8].

Из всего многообразия технологических процессов сельскохозяйственного производства (от почвообработки до послеуборочной обработки и хранения продукции) при создании многомерной унифицированной автоматизированной системы управления сельхозобъектами необходимо выбрать и объединить параметры с идентичным алгоритмом, которые присутствуют во всех технологических процессах. Интегрированные показатели и хронометраж по всем операциям следует заносить в базу данных сервера дистанционного центра.

При почвообработке, включающей операции вспашки, глубокого рыхления, дискования, лущения, культивации, боронования, необходимо контролировать и заносить в базу данных следующие параметры [9]:

- время (год, месяц, число, время суток) начала проведения операции;
- метеословия (температура, влажность воздуха);



- влажность почвы перед проведением операции;
- ширину захвата агрегата;
- глубину обработки почвы;
- среднюю скорость движения агрегата на поле;
- время окончания операции;
- общий расход горюче-смазочных материалов на операцию;
- величину обработанной площади;
- количество и время остановок по тем или иным причинам (в том числе аварийным).

В базе данных аккумулируются сведения о времени проведения пахоты и сроках полной обработки поля по всем операциям, по количеству затраченного горючего. Потом их сравнивают с теми же данными при групповой обработке поля, а также с данными при обработке почвы комбинированными агрегатами [10].

В процессе выполнения технологической операции обрабатываемую площадь рассчитывает бортовой компьютер, установленный на агрегате. Производительность МТА рассчитывают по формуле:

$$W = 0,1 B_p V_p T_p,$$

где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

V_p – скорость движения, км/ч;

T_p – время, ч.

По пройденному пути производительность рассчитывают по формуле:

$$W = 0,1 B_{p,н} \int_0^{S_p} dl.$$

Эти данные также вносят в базу данных.

Наряду с технологическими параметрами (объемом и качеством обработки почвы) необходимо контролировать и оптимизировать технологический процесс в плане рационального использования мощности трактора, фиксируя в базе диспетчера данные о следующих параметрах:

- наиболее полной загрузке двигателя;
- экономии топлива;
- максимальной производительности.

Кроме того, необходимо передавать данные для визуализации контроля местоположения агрегата на поле. Речь идет о параметрах, автоматически контролируемых и управляемых системой с выводом информации на терминал бортового устройства:

- время работы;
- глубина обработки почвы;
- мгновенный и средний расход горючего;
- визуализация всего обрабатываемого поля, местоположение агрегата на поле;
- траектория движения;
- обработанная площадь;
- скорость движения;
- пройденный путь.

Из этих параметров на сервер базы данных пе-

редают также:

- отклонение глубины обработки почвы от заданного выше допустимого значения;
- отклонение траектории движения от установленного бортовым компьютером значения;
- превышение расхода топлива.

Результаты и обсуждение. Машинно-тракторные агрегаты (МТА) как объекты автоматизации относятся к объектам управления с переменной структурой.

Из трактора и установленных на нем орудий и машин можно формировать полевые мобильные агрегаты различного назначения. Эта особенность привела к созданию систем автоматизации двух групп: систем автоматического контроля и управления основными энергетическими и эксплуатационными параметрами трактора и систем автоматического контроля и управления основными технологическими параметрами машин и орудий, осуществляющих в составе МТА тот или иной технологический процесс.

Первая группа системы автоматического контроля – загрузка двигателя трактора, скорость его движения и буксование.

Вторая группа системы автоматического регулирования – глубина обработки почвы, регулирование процесса высева семян, внесения жидких комплексных удобрений и средств защиты растений, загрузки МТА, а также автоматическое вождение различных МТА [11].

Все эти системы автоматизации включают в свой состав следующие типовые элементы: датчики; усилительно-преобразовательные элементы и средства отображения информации, объединенные конструктивно в пульта управления или пульта контроля; исполнительные органы. Датчики систем первой группы устанавливают на тракторе, а датчики систем второй группы – на машинах или орудиях (навесных или прицепных). Исполнительные органы систем автоматизации устанавливают на соответствующие агрегаты трактора, а пульта контроля или управления размещают в кабине (рис. 3).

В связи с указанной особенностью размещения элементов систем автоматизации на практике возникают трудности и неудобства при использовании локальных систем автоматизации второй группы, так как при формировании с одним трактором агрегатов различного назначения необходим демонтаж элементов (главным образом пультов) одной локальной системы на тракторе и монтаж соответствующих элементов другой системы. Это обстоятельство затрудняет внедрение локальных систем автоматического контроля и регулирования основных параметров МТА различного назначения.

Устранение указанных недостатков локальных систем возможно путем создания многомерной уни-

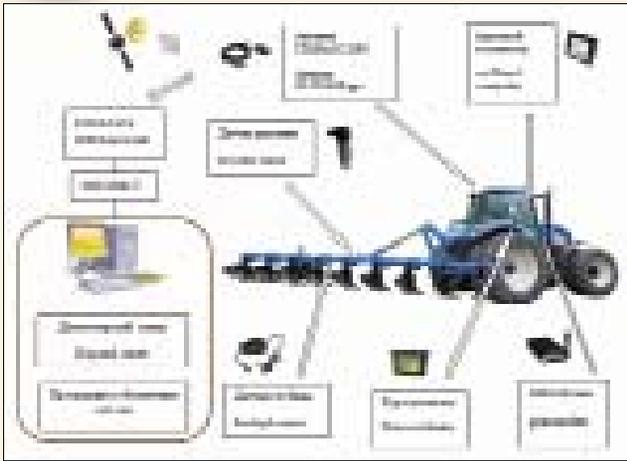


Рис. 3. Размещение датчиков и электронных средств нахотного агрегата

Fig. 3. Sensors and electronic means placement on plowing unit

фицированной системы, в которой реализуются все функции локальных систем и осуществляются централизация приема и обработки всей измерительной и командной информации, ее рациональное представление как трактористу-оператору, так и в диспетчерский пункт для обработки поступающей информации и интегрирования ее в базе данных [12].

Выводы

Для увеличения производства сельхозпродукции и снижения ее себестоимости необходимо внедрять новейшие информационные автоматизированные системы управления производственными процессами на базе сетевых технологий сбора, анализа и выработки оптимальных управленческих решений. Обратная связь в управлении технологическими процессами позволит оптимально решить проблему рационального распределения функций в человеко-распределенных системах и формирования интеллектуальных эргономических интерфейсов, согласованных с профессиональными представлениями лиц, принимающих решения. Акцент на количественном анализе производственной ситуации позволяет перенести центр тяжести процедуры выработки проекта решения с логико-интуитивных методов на глубоко формализованную базу вычислительной техники.

Применение информационной автоматизированной системы управления увеличивает производительность труда на 40%, уменьшает энергетические затраты на 25%, а повышение качества выполняемых технологических операций позволит увеличить урожайность в 1,2-1,3 раза.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Инновационные механизированные технологии и автоматизированные технические системы для сельского хозяйства // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сборник научных докладов XII Международной научно-технической конференции. Ч. 1. М.: ВИМ, 2012. С. 31-44.
2. Измайлов А.Ю., Гришин А.А., Гришин А.П., Лобачевский Я.П. Экспериментальные системы интеллектуальной автоматизации технических средств сельскохозяйственного назначения // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сборник докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2014. С. 379-382.
3. 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 докладов Международной научно-технической конференции. Ч. 1. М.: ВИМ, 2010. С. 47-58.
4. 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.
5. Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Колесникова В.А., Личман Г.И., Марченко Н.М., Марченко А.Н., Марченко Л.А., Мочкова Т.В., Смирнов И.Г. Методические рекомендации по применению средств химизации в системе точного земледелия. М.: ВИМ, 2016. 100 с.
6. Лачуга Ю.Ф., Горбачев И.В., Ежовский А.А., Измайлов А.Ю., Елизаров В.П., Артюшин А.А., Лобачевский Я.П., Кряжков В.М., Антышев Н.М., Бабченко В.Д., Бейлис В.М., Голубкович А.В., Гришин А.П., Евтюшенков Н.Е., Жалнин Э.В., Жук А.Ф., Колесникова В.А., Левина Н.С., Личман Г.И., Марченко Н.М. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Т. 2. Животноводство. М.: ВИМ, 2012. 212 с.
7. Bryzhev A.V., Rykhovich D.I., Koroleva P.V., Kalina N.V., Vilchevskaya E.V. Organization of retrospective monitoring of the soil cover of Rostov oblast. Eurasian soil science. 2015; 10: 1049-1029.
8. Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Ксенофонтов Н.П., Афолина И.И. К обоснованию параметров и структуры автоматизированной информационной комплексной системы для управления полеводческими подразделениями // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сборник научных докладов XII Международной научно-технической кон-



ференции. Ч. 2. М.: ВИМ, 2012. С. 611-618.

9. Измайлов А.Ю., Гришин А.А., Гришин А.П., Лобачевский Я.П. Интеллектуальная автоматизация технических средств сельскохозяйственного назначения // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сборник докладов Международной научно-технической конференции. М.: ВИМ, 2014. С. 359-362.

10. Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Лужнова Е.С.,

Мальцев Н.В. Автоматизация управления машинно-тракторным агрегатом с использованием навигационных систем // Техника в сельском хозяйстве. 2010. N3. С. 19-23.

11. Itskovich E.L. Methodology for attaining the rational level of plant. Automation and remote control. 2011; Vol. 72; 5: 1080-1088.

12. Stasyuk N.V., Dobrovolskii G.V., Rushchenko V.K., Zalibekov Z.G. Methodological aspects of soil monitoring on the plains of Dagestan. Eurasian soil science. 2006; 9: 1021-1032.

REFERENCES

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Innovative mechanized technologies and the automated technical systems for agriculture. *Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sbornik dokladov XII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Vol. 1. Moscow: VIM, 2012: 31-44. (In Russian)

2. Izmaylov A.Yu., Grishin A.A., Grishin A.P., Lobachevskiy Ya.P. Experimental systems of intellectual automation of technical means of agricultural purpose. *Innovatsionnoe razvitiye APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow: VIM, 2014: 379-382. (In Russian)

3. 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 dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Vol. 1. Moscow: VIM, 2010: 47-58. (In Russian)

4. Izmaylov A.Yu., Artyushin A.A., Smirnov I.G., Evtushenkov 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)

5. Izmaylov A.Yu., Artyushin A.A., Kolesnikova V.A., Lichman G.I., Marchenko N.M., Marchenko A.N., Marchenko L.A., Mochkova T.V., Smirnov I.G. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu sredstv khimizatsii v sisteme tochnogo zemledeliya [Methodical recommendations about application of means of chemicalization in precision agriculture system]. Moscow: VIM, 2016: 100. (In Russian)

6. Lachuga Yu.F., Gorbachev I.V., Ezhevskiy A.A., Izmaylov A.Yu., Elizarov V.P., Artyushin A.A., Lobachevskiy

Ya.P., Kryazhkov V.M., Antyshev N.M., Babchenko V.D., Beylis V.M., Golubkovich A.V., Grishin A.P., Evtushenkov N.E., Zhalnin E.V., Zhuk A.F., Kolesnikova V.A., Levina N.S., Lichman G.I., Marchenko N.M. i dr. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [System of machinery and technologies for complex mechanization and automation of agricultural production for the period until 2020]. Vol. 2. Zhivotnovodstvo. Moscow: VIM, 2012: 212. (In Russian)

7. Bryzhev A.V., Rykhovich D.I., Koroleva P.V., Kalinina N.V., Vilchevskaya E.V. Organization of retrospective monitoring of the soil cover of Rostov oblast. Eurasian soil science. 2015; 10: 1049-1029. (In English)

8. Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Ksenofontov N.P., Afonina I.I. To justification of parameters and structures of the automated information complex system for field divisions management. *Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sbornik dokladov XII Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Vol. 2. Moscow: VIM, 2012: 611-618. (In Russian)

9. Izmaylov A.Yu., Grishin A.A., Grishin A.P., Lobachevskiy Ya.P. Intellectual automation of technical means of agricultural purpose. *Innovatsionnoe razvitiye APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sbornik dokladov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii*. Moscow: VIM. 2014: 359-362. (In Russian)

10. Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Luzhnova E.S., Mal'tsev N.V. Automation of MTA (machine-and-tractor unit) control with the use of navigation systems. *Tekhnika v sel'skom khozyaystve*. 2010; 3: 19-23. (In Russian)

11. Itskovich E.L. Methodology for attaining the rational level of plant. Automation and remote control. 2011; Vol. 72; 5: 1080-1088. (In English)

12. Stasyuk N.V., Dobrovolskii G.V., Rushchenko V.K., Zalibekov Z.G. Methodological aspects of soil monitoring on the plains of Dagestan. Eurasian soil science. 2006; 9: 1021-1032. (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.