

9. Khlopko Y.A., Nigmatov L.G. Obosnovaniye mekhanicheskoy obrabotki kozhnogo pokrova krupnogo rogatogo skota [Substantiation of mechanical treatment of cattle epidermis]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2013. No. 3 (41). Pp. 99-103. (in Rus.)

10. Schmidt-Nielsen K. Fiziologiya zhivotnykh. Prispособleniye i sreda [Animal Physiology. Adaptation and Environment]. Book 1. Translated from English. Translated by M.D. Grozdova, G.I. Rozhkova.

Edited and prefaced by E.M. Kreps. Moscow, Mir, 1982. 416 p.

11. Ponzovkin D.A. Obosnovaniye parametrov ustroystva mestnoy ventilyatsii korovnika dlya teplogo vremeni goda [Determining parameters of a device for local cowshed ventilation in warm seasons]. PhD (Eng) thesis. 05.20.01: defended 18.02.16: approved 06.06.16, Moscow, 2016. 238 p. (in Rus.)

The paper was received on July 5, 2017

УДК 631.171

БАЛАБАНОВ ВИКТОР ИВАНОВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: vbalabanov@rgau-msha.ru

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

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Представлена концепция разработки и описание агротехнологического мобильного роботизированного комплекса – GreenBot, состоящего из механической платформы и зондо-сенсорной системы. Механическая платформа обеспечивает универсальные функции: общий бортовой контроль; перемещение по RFID меткам или GPS/ГЛОНАСС-координатам; электропитание всех подсистем с возможностью подзарядки на фиксированных зарядных станциях; считывание, обработку и хранение информации с сенсоров; управление универсальным манипулятором; поддержку информационно-коммуникационных каналов; обеспечение автодиагностики и аварийной сигнализации. Главным достоинством роботизированного комплекса является модульное исполнение электроники (технология «система в корпусе»), обеспечивающее системную миниатюризацию всех узлов и систем, высокую повторяемость их характеристик, дешевую модификацию, производство и воспроизводство. GreenBot предназначен для применения в системах закрытого грунта: теплицах, оранжереях, зимних садах, а также в гринкипинге. Указано, что применение GreenBot гарантирует качество выполнения работ при прополке и уборке урожая более 95%. Подчеркивается, что разработка являлась победителем конкурса инновационных проектов «AgRoBot-2016» и выставлялась на Международной выставке сельскохозяйственной техники АГРОСАЛОН-2016.

Ключевые слова: агротехнологический роботизированный комплекс, GreenBot, навигационные технологии, системы закрытого грунта.

Введение. Основоположник земледельческой механики В.П. Горячкин первостепенное внимание уделял вопросам механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства. Не случайно он являлся организатором Всесоюзного института сельскохозяйственной механики (впоследствии сельскохозяйственного машиностроения) и Всесоюзного научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ныне ФНИЦ механизации – ВИМ) [1].

Почетный академик АН СССР В.П. Горячкин является автором более чем 30 оригинальных измерительных приборов и приспособлений, в том числе: тягового и вращательного динамометров, микроано-

метра, профилографа, вибрографа, станка для динамической калибровки измерительных пружин, приборов для записи колебаний рам и определения центра тяжести плугов, приспособлений для определения коэффициента трения различных материалов, степени прессования сена и ряда других [1].

На современном этапе развития сельскохозяйственной техники необходимый качественный скачок в развитии сельскохозяйственного производства может быть обеспечен за счет дальнейшей автоматизации и роботизации, а также внедрения высокотехнологичных методов ведения сельского хозяйства на основе навигационных технологий, так называемого точного сельского хозяйства [1].

Только всестороннее развитие технической вооружённости сельхозпроизводителей, оснащение их новыми высокоэффективными средствами механизации позволит обеспечить выход агропромышленного комплекса страны на новый инновационный путь развития, без чего невозможно обеспечение продовольственной безопасности Российской Федерации [2-7].

Проведенный в работе анализ технических и технологических тенденций развития сельскохозяйственного машиностроения в мире показывает, что основной целью исследований и разработок конструкторских отделов заводов сельскохозяйственного машиностроения в настоящее время является всесторонняя автоматизация и роботизация систем управления сельскохозяйственной техникой [2-7].

С учетом уже выпускающихся серийных образцов в обозримом будущем развитые страны смогут перейти на широкое использование в сельском хо-

зяйстве беспилотной сельскохозяйственной техники, дальнейшей ее автоматизации и компьютеризации на основе применения систем спутниковой навигации.

Цель работы – представить разработку роботизированного комплекса для растениеводства.

Результаты. На основании теоретических и практических исследований в области автоматизации сельскохозяйственных работ с применением навигационных технологий, в том числе на основе отечественной глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС, на факультете «Процессы и машины в агробизнесе» Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева совместно с ЗАО «Космос комплект» предложена концепция и разработана эскизная схема агротехнологического мобильного роботизированного комплекса – GreenBot (рис. 1) [8].

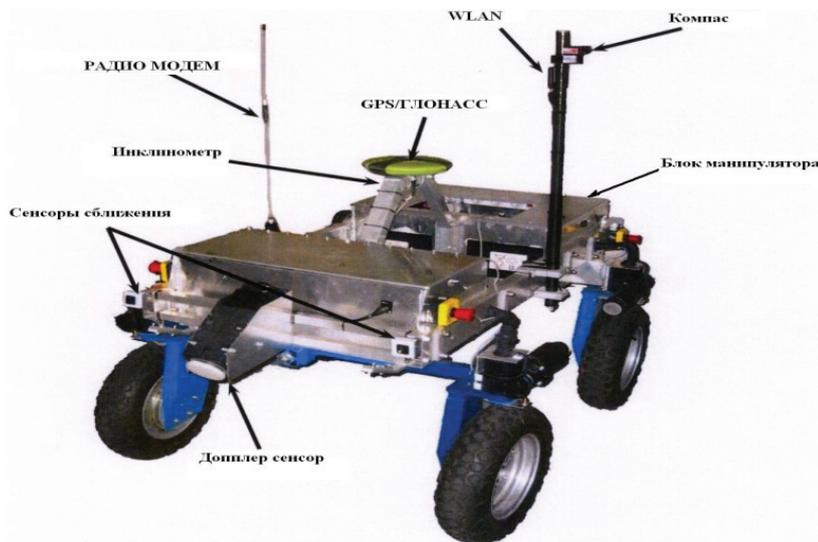


Рис. 1. Эскизная схема агротехнологического роботизированного комплекса GreenBot

По своей сути GreenBot – автономный мобильный робот, состоящий из механической платформы и зондо-сенсорной системы. Механическая платформа обеспечивает универсальные функции: общий бортовой контроль; перемещение по RFID меткам или GPS/ГЛОНАСС-координатам; электропитание всех подсистем с возможностью подзарядки на фиксированных зарядных станциях; считывание, обработку и хранение информации с сенсоров; управление универсальным манипулятором; поддержку информационно-коммуникационных каналов; обеспечение автодиагностики и аварийной сигнализации.

Для данной версии робота зондо-сенсорная система представляет собой набор из шести модулей на базе технологии «система в корпусе», которые просто присоединяются к платформе при помощи стандартного механического интерфейса.

У всех модулей унифицированный CAN интерфейс. К универсальному манипулятору при помощи унифицированного крепления можно подсоединять инструменты для рыхления, лазерной прополки и полива. GREENBOT запитан от аккумуляторов и самостоятельно подзаряжает их от зарядных станций 220В/50Гц.

Между роботами на одной площадке предусмотрен обмен данными. Коммуникация с роботом проводится с применением персонального компьютера или смартфона, где и накапливаются все генерируемые роботом данные. Замена блоков или модулей во время эксплуатации проводится просто неквалифицированным персоналом с применением соответствующего комплекса запасных частей после получения диагностического сообщения.

Все модули зондо-сенсорной системы выполнены в виде отдельных узлов с унифицированным механическим интерфейсом для быстрого присоединения

к манипулятору или платформе. Во всех модулях и подсистемах платформы применяется CAN интерфейс.

К универсальному манипулятору также унифицированным соединением можно подключить инструменты для выполнения охранных функций, сбора данных об окружающей среде, анализа почвы, рыхления, полива, прополки, уборки урожая и других функций.

Основные конкурентные преимущества агротехнологического роботизированного комплекса GreenBot перед известными разработками заключаются в следующем:

1. Управление перемещением зарубежных аналогов требует либо маркировки, либо GPS, тогда как предлагаемый робот использует еще ГЛОНАСС и RFID метки.

2. Алгоритм распознавания на основе модуля распознавания GreenVision апробирован в спутниковых системах для ДЗЗ и поэтому гарантирует качество выполнения работ при прополке и уборке урожая более 95% (рис. 2, 3).

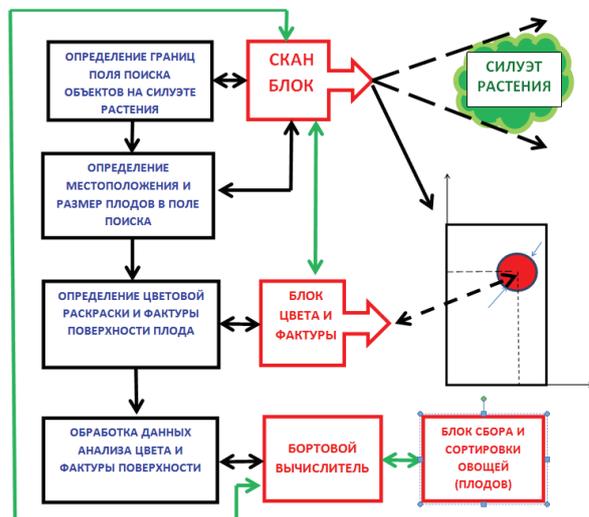


Рис. 2. Обобщенная структурная схема модуля распознавания GreenVision

3. Модульное исполнение электроники роботизированного комплекса (технология «система в корпусе») обеспечивает системную миниатюризацию всех узлов и систем, высокую повторяемость их характеристик, дешевые модификацию, производство и воспроизводство.

Разработка является победителем конкурса инновационных проектов «AgRoBot-2016» и выставлена на Международной выставке сельскохозяйственной техники АГРОСАЛОН-2016 (Крокус Экспо, г. Москва).

Агротехнологический роботизированный комплекс GreenBot будет наиболее эффективен для применения в системах закрытого грунта: теплицах, оранжереях, зимних садах, а также для систем газоноведения, в том числе для гринкипинга (уход за спортивными травяными газонами, прежде всего для футбола и гольфа).

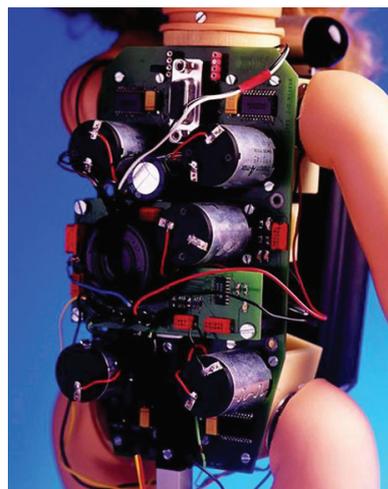


Рис. 3. Общий вид модуля распознавания GreenVision

Ведутся работы по созданию действующего прототипа серийного роботизированного комплекса GreenBot, поиску инвестора для его производства на одном из российских машиностроительных предприятий.

Выводы

1. Разработка, производство и оснащение сельхозпроизводителей современными высокоэффективными средствами механизации, автоматизации и роботизации позволит обеспечить выход агропромышленного комплекса страны на новый инновационный путь развития в обеспечении продовольственной безопасности Российской Федерации.

2. Имеющийся научно-технический задел, сотрудничество между российской наукой, производством и образованием, в том числе в рамках государственно-частного партнерства, способны к 2020 г. обеспечить Российской Федерации мировое лидерство в разработке, исследовании, проектировании и серийном выпуске агротехнологических мобильных роботизированных систем.

Библиографический список

1. Выдающиеся ученые МИМЭСХ-МИИСП-МГАУ. История в лицах. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2010. С. 6-12.
2. Робототехника в сельском хозяйстве. URL: <http://fastsaltimes.com/sections/obzor/585.html/> (дата обращения: 01.11.2017).
3. 25 компаний, производящих робототехнику для сельского хозяйства. URL: <https://geektimes.ru/company/robhunter/blog/250814/> (дата обращения: 01.11.2017).
4. Установим робота в агрегат // Agreport. 2017. № 1. С. 68-71.
5. Технологии, машины и оборудование для координатного (точного) земледелия: Учеб. / В.И. Ба-

лабанов, В.Ф. Федоренко и др. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. 240 с.

6. Шульга Е.Ф., Куприянов А.О., Хлюстов В.К. и др. Управление сельхозпредприятием с использованием космических средств навигации (ГЛОНАСС) и дистанционного зондирования Земли: Монография. М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2016. 286 с.

7. Балабанов В.И., Березовский Е.В. Технологии точного земледелия и опыт их применения

в Российском государственном аграрном университете – МСХА имени К.А. Тимирязева // Вестник ГЛОНАСС. 2011. № 2. С. 56–68.

8. Балабанов В.И., Димитров Д.М., Сабиров И.Х. Разработка агротехнологического роботизированного комплекса // Инновации в сельском хозяйстве. 2017. № 1. С. 17–22.

Статья поступила 03.11.2017

DEVELOPMENT OF ROBOTIZED COMPLEX FOR CROP PRODUCTION

VIKTOR I. BALABANOV, DSc (Eng), Professor

E-mail: vbalabanov@rgau-msha.ru

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev; 127550, Timiryazevskaya Str., 49; Moscow, Russian Federation

The paper presents a concept of development and description of the agrotechnical mobile robotized complex GreenBot consisting of a mechanical platform and a probe-sensor system. The mechanical platform provides universal functions – common on-board control, moving along RFID tags or GPS / GLONASS coordinates, powering all subsystems with a possibility of recharging at stationary charging stations, reading, processing and storing information from sensors, controlling a universal manipulator, supporting information and communication channels, providing auto-diagnostics and alarm signaling. The main advantage of the robotized complex is the modular design of electronics (“system-in-the body” technology), which provides system miniaturization of all units and systems, high repeatability of their characteristics, cheap modification, production and reproduction. GreenBot is designed for use in protected (under glass) soil systems: greenhouses, hothouses, conservatories, as well as green-kicking. The considered design is the winner of the competition of innovative projects “AgRoBot-2016” and it was shown at the International Exposition of Agricultural Machinery AGROSALON-2016.

Key words: agrotechnical robotized complex, GreenBot, navigation technologies, protected (under glass) soil systems.

References

1. Vydayushchiesya uchenyye MIMESKH-MIISP-MGAU. Istoriya v litsakh [Prominent scientists of MIMESH-MIISP-MGAU. History in characters]. Moscow, FGOU VPO MGAU, 2010. Pp. 6–12. (in Rus.)

2. Robototekhnika v sel'skom khozyaystve [Robotics in agriculture]. URL: <http://fastsaltimes.com/sections/obzor/585.html/> (date of access: 01.11.2017). (in Rus.)

3. 25 kompaniy, proizvodiyashchikh robototekhniku dlya sel'skogo khozyaystva [25 companies that produce robotics for agriculture]. URL: <https://geektimes.ru/company/robhunter/blog/250814/> (date of access: 01.11.2017). (in Rus.)

4. UstanoVIM robota v agregat [Installing a robot into the farm machinery unit]. *Agroreport*. 2017. No. 1. Pp. 68–71. (in Rus.)

5. Balabanov V.I., Fedorenko V.F., etc. Tekhnologii, mashiny i oborudovaniye dlya koordinatnogo (tochnogo) zemledeliya [Technology, machines and equipment for the coordinate (precision) agriculture]: Textbook. Moscow, FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2016. 240 p. (in Rus.)

7. Shulga Ye. F., Kupriyanov A.O., Khlyustov V.K., et al. Upravleniye sel'khozpredpriyatnyem s ispol'zovaniyem kosmicheskikh sredstv navigatsii (GLONASS) i distantsionnogo zondirovaniya Zemli [Agricultural enterprise management using space-based navigation aids (GLONASS) and remote sensing]: Monograph. Moscow, Izd-vo RGAU-MSKhA, 2016. 286 p. (in Rus.)

8. Balabanov V.I., Berезovsky Ye.V. Tekhnologii tochnogo zemledeliya i opyt ikh primeneniya v Rossiyskom gosudarstvennom agrarnom universitete – MSKhA imeni K.A. Timiryazeva [Precision agriculture technologies and the experience of their application in Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev]. *Vestnik GLONASS*, 2011, No. 2. Pp. 56–68. (in Rus.)

9. Balabanov V.I., Dimitrov D.M., Sabirov I.Kh. Razrabotka agrotekhnologicheskogo robotizirovannogo kompleksa [Development of an agrotechnical robotized complex]. *Innovations in Agriculture*, 2017. No. 1. Pp. 17–22. (in Rus.)

The paper was received on November 3, 2017