



УДК 681.5

DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-16-21

Система автоматизированного управления параметрами агрегата магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве

Алексей Игоревич Кутырёв,
аспирант, e-mail: alexeykutyrev@gmail.com;
Дмитрий Олегович Хорт,
кандидат сельскохозяйственных наук;
ведущий научный сотрудник;
Ростислав Александрович Филиппов,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник;

Игорь Геннадьевич Смирнов,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ученый секретарь;
Роман Владимирович Вершинин,
инженер

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация

В современном сельском хозяйстве большое внимание уделяется экологически чистому производству продукции. Одной из альтернатив применению генетически модифицированных организмов и использованию в производстве химических препаратов является электрофизическое воздействие на биологические объекты. В статье представлена 3D-модель системы автоматизированного проектирования «КОМПАС-3D» разрабатываемого автоматизированного агрегата для магнитно-импульсной обработки растений. Его применение позволит повысить урожайность и экологическую безопасность садовых культур при различных технологиях производства. В качестве привода рабочих органов агрегата (индукторов) подобраны электронно-управляемые электроцилиндры (актуаторы), предназначенные для автоматической подстройки рабочих органов агрегата под агротехнологические параметры растений, для подъема/опускания и выдвижения стрел в вертикальной плоскости, а также наклона индукторов на углы до 90 градусов в горизонтальной плоскости. Электроцилиндры предпочтительнее других типов навесных подъемных устройств, так как они обладают высокими показателями точности перемещения, а также гибкостью управления. В результате проведенного исследования подобраны актуаторы с питанием 12 В, мощностью 50 Вт, ходом штока 200-600 мм, скоростью 10-45 мм/с, нагрузкой 200-900 Н. Такие электроцилиндры обеспечивают изменение ширины захвата агрегата до 3,6 м, подъем/опускание рабочих органов весом 50 Н на 300 мм, изменение угла наклона индукторов в горизонтальной плоскости до 75 градусов, что позволяет автоматизировать процесс облучения. Приведен принцип работы мобильного агрегата магнитно-импульсной обработки растений. Представлена схема автоматизированной системы изменения ширины захвата агрегата, поддержания заданного расстояния и угла наклона между индукторами и растениями, обрабатываемыми низкочастотным магнитным полем. Разработаны блок-схема, описывающая алгоритм работы системы, и программный код расчета требуемого перемещения штока актуатора в текстовом редакторе *Sublime Text*. После установки требуемого значения расстояния до объекта облучения запускается цикл, включающий в себя определение текущего расстояния до объекта, расчет изменения дистанции до объекта и перемещение штока на требуемое расстояние.

Ключевые слова: система управления, магнитно-импульсная обработка, облучение растений, автоматизированный агрегат, электрофизические методы.

■ **Для цитирования:** Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Вершинин Р.В., Смирнов И.Г. Система автоматизированного управления параметрами агрегата магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. №1. С. 16-21. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-16-21

System of Magnetic-Pulse Unit Parameters Automated Control for Plant Treatment in Gardening

Aleksei I. Kutyrev,
post-graduate student, e-mail: alexeykutyrev@gmail.com;
Dmitriy O. Khort,
PhD (Agri.), leading researcher;
Rostislav F. Filippov,

PhD (Agri.), leading researcher;
Igor G. Smirnov,
PhD (Agri.), scientific secretary
Roman V. Vershinin,
engineer

Federal Research Agro-engineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation

Lately, big attention is paid to environmentally friendly production in agriculture. One of the alternatives to the use of genetically modified organisms or production chemicals is influence on biological objects by electrophysical methods. The article presents the 3D model of the computer-aided design system "KOMPAS-3D" of an automated unit for magnetic-pulse treatment of plants. Its use will improve the productivity and environmental safety of horticultural crops at different technologies of production. Electronically controlled electrocylinders (actuators) for driving of the working tools (inductors) were sorted out. Actuators were designed for automatic adjustment of the working tools of the unit for agro-technological parameters of plants, shafts lifting/lowering and extension in a vertical plane and inductors tilt angles up to 90° in the horizontal plane. Electrocylinders have a significant advantage in automatic control to other types of hinged lifting devices due to a high accuracy rate of movement and operation flexibility. The actuators with 12 V supply, 50 W power, the 200-600 mm operating rod stroke, 10-45 mm/s speed, 200-900 H load were sorted out through the study. These electrocylinders provide a change of operating width to 3.6 m, 300 mm lifting/lowering of the working elements with a weight of 50 N, changing the tilt angle of the inductors in the horizontal plane up to 75 degrees. As a result the process of plants irradiation can be automated. The principle of operation of the mobile unit for magnetic-pulse treatment of plants, the scheme of the automated system changing the operating width, maintenance the specified distances between and tilt angle between inductors and plants treated by the low-frequency magnetic field are presented. A flowchart describing the system operation algorithm and a program code of calculating the required displacement of the actuator rod in a Sublime Text were worked out. After setting the desired value of the distance to the object exposure a cycle is started. The cycle includes determining the current distance to the object, calculate the change of this parameter and stock moving to the required distance.

Keywords: Control system; Magnetic pulse treatment; Plant irradiation; automated unit; Electrophysical methods.

For citation: Kutuyev A.I., Khort D.O., Filippov R.A., Vershinin R.V., Smirnov I.G. System of magnetic-pulse unit parameters automated control for plant treatment in gardening. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12; 1: 16-21. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-1-16-21 (In Russian)

В настоящее время продолжается поиск эффективных абиотических малоэнергозатратных факторов с целью создания на их основе экологически безопасных технологий, которые смогут повысить устойчивость растений и стимулировать их рост и развитие.

В сельском хозяйстве на большом экспериментальном материале доказано реагирование биологических объектов на действие искусственного магнитного поля, предлагаются различные способы его использования для повышения урожайности культур. Наиболее перспективным, с точки зрения авторов, является применение электромагнитного поля (ЭМП), так как можно изменять его частоты, генерировать модулированное по амплитуде и частоте ЭМП, с заданной формой сигналов [1-4].

Применение технических средств для выполнения новой технологической операции магнитно-импульсной обработки (МИО) растений в условиях промышленных плантаций позволит продолжить дальнейшие научные исследования по изучению влияния низкочастотного магнитного поля на растительные объекты в полевых условиях.

Цель исследований – разработка системы управления и программного алгоритма ее работы, позволяющих контролировать и поддерживать требуемые значения магнитной индукции в рабочей зоне автоматизированного навесного агрегата при МИО растений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. С помощью методов математического моделирования, теоретической механики и оптимального проектирования в САПР «КОМПАС-3D» визуализирована 3D-модель агрегата (рис. 1).

В качестве приводов рабочих органов (индукторов) агрегата наиболее подходят электронно-управляемые электроцилиндры (актуаторы), закрепленные на раме. Они предназначены для автоматической подстройки рабочих органов агрегата под агротехнологические параметры растений для подъема/опускания и выдвижения стрел в вертикальной плоскости и наклона индукторов на углы до 90° в горизонтальной плоскости.

Электроцилиндры имеют значительное преимущество автоматического управления перед другими типами навесных подъемных устройств, обладают высокими показателями точности перемещения, а также гибкостью управления. Их можно рассматривать в качестве эффективной, безопасной для окружающей среды и практически не требующей обслуживания альтернативы гидравлическим или пневматическим изделиям.

На эксплуатационные показатели актуатора влияет множество факторов, связанных с областью применения. Наиболее важными среди них при оценке и подборе линейных приводов разрабатываемого агрегата считаются усилие втягивания и толкания, статическая и динамическая грузоподъ-

емность, скорость, длина хода, продолжительность включения и ресурс. Для решения поставленных задач проведены теоретические исследования на основе известных методов инженерных расчетов и высшей математики [5-9].

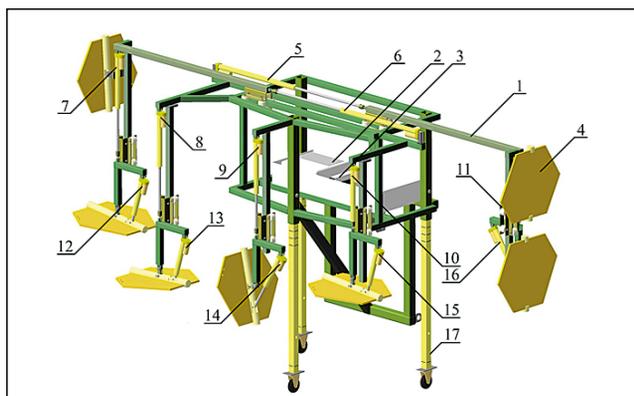


Рис. 1. 3D-модель автоматизированного агрегата магнитно-импульсной обработки растений:

1 – рама; 2 – аппарат МИО растений; 3 – инвертор; 4 – рабочие органы (индукторы); 5, 6 – электроцилиндры изменения ширины захвата агрегата; 7-11 – электроцилиндры поддержания заданного расстояния между индукторами и растениями; 12-16 – электроцилиндры изменения угла наклона; 17 – съемные колеса

Fig.1. 3D model of the automated unit for magnetic-pulse treatment of plants:

1 – frame; 2 – apparatus for magnetic-pulse treatment of plants; 3 – inverter; 4 – operating elements (inductors); 5, 6 – electric cylinders for change in the operating width; 7-11 – electric cylinders for maintenance the specified distances between inductors and plants; 12-16 – electrocylinders for change in tilt angle; 17 – removable wheels

Две основные характеристики актуатора, определяющие выходную мощность привода, – это создаваемое усилие (полезная нагрузка) и скорость перемещения выходного звена. При этом величина силы тока зависит от мощности привода (рис. 2).

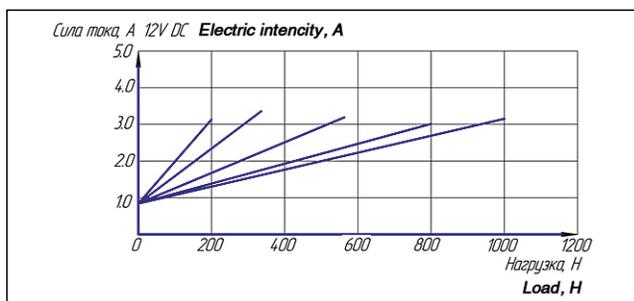


Рис. 2. Зависимость силы тока от нагрузки
Fig. 2. Dependence of electric current intensity on the load

Скорость перемещения штока актуатора зависит от прилагаемой нагрузки и типа используемого двигателя (рис. 3).

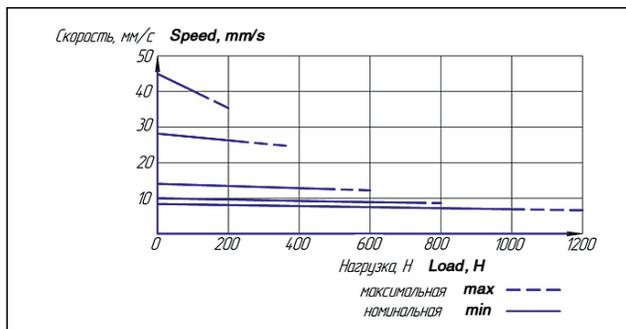


Рис. 3. Зависимость скорости работы актуатора (возвратно-поступательного перемещения штока) от нагрузки
Fig. 3. Dependence of the actuator operating speed (rod reciprocating motion) on the load

Линейные актуаторы рассчитаны на прерывистую работу. Продолжительность включения и коэффициент использования определяют максимальный период времени работы привода без остановки (рис. 4).

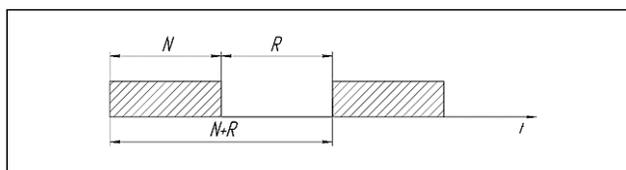


Рис. 4. Цикл работы актуатора
Fig. 4. Cycle of actuator operation

Если коэффициент использования превышен, то актуатор может перегреться и выйти из строя. Допустимая для актуаторов постоянного тока нагрузка при конкретном коэффициенте использования выражается в процентах от максимальной динамической грузоподъемности:

$$K_{исп} = \frac{N}{N + R} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где N – работа под нагрузкой;
 R – период останова;
 $N+R$ – общая продолжительность цикла.

Актуатор поддержания заданного расстояния между индукторами и растениями работает по следующему циклу: работа – в течение 5 с, пауза – в течение 5 с; работа – 5 с; пауза – 5 с и т.д. Тогда коэффициент использования для этого рабочего цикла равен:

$$K_{исп} = \frac{5+5}{(5+10)+(5+10)} \cdot 100\% = 33\%. \quad (2)$$

На рисунке 5 представлен экспериментальный график зависимости допустимой нагрузки от коэффициента использования.

Как видно, допустимая нагрузка ($K_{факт}/K_{расчет}$) на привод с данным рабочим циклом составляет

69% от максимальной динамической нагрузки при коэффициенте использования 33,3%.

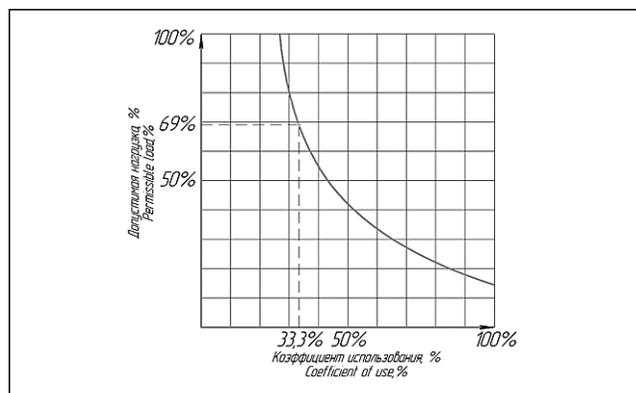


Рис. 5. Зависимость допустимой нагрузки от коэффициента использования

Fig. 5. Dependence of permissible load on operating factor

В большинстве случаев величина нагрузки непостоянная. Для подсчета эквивалентной нагрузки необходимо определить среднюю постоянно действующую нагрузку F :

$$F = \sqrt{\frac{F_1^3 \cdot S_1 + F_2^3 \cdot S_2 + F_3^3 \cdot S_3 + \dots}{S_1 + S_2 + S_3 + \dots}}, \quad (3)$$

где F_1, F_2, F_3 – полезная нагрузка, Н, при неполном ходе S_1, S_2, S_3, \dots , мм;

Ресурс работы актуатора зависит от нагрузки, длины хода и частоты срабатывания предохранительной муфты. Для расчета базового номинального ресурса актуатора достаточно знать динамическую нагрузку и фактический ход штока:

$$L_n = \frac{500000 \cdot p}{s} \cdot \left(\frac{c^3}{F}\right), \quad (4)$$

где L_n – номинальный ресурс при двойных ходах, то есть при ходе от одного крайнего положения до другого и обратно; p – шаг винта, мм; S – фактический ход, мм; c – базовая динамическая грузоподъемность, Н; F – средняя кубическая нагрузка, Н [10];

Для автоматизации процесса подстройки рабочего органа (индуктора) под агротехнологические параметры растений используется язык программирования C/C++. Программный код разработан в текстовом редакторе *Sublime Text*.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

В результате проведенного исследования подобраны актуаторы с питанием 12 В, мощностью 50 Вт, ходом штока 200-600 мм, скоростью 10-45 мм/с, нагрузкой 200-900 Н. Подобранные электроцилиндры обеспечивают изменение ширины захвата агрегата до 3,6 м, подъем (опускание) рабочих органов массой 50 Н на 300 мм, изменение угла наклона индукторов в горизонтальной плоскости до 75°, что позволит автоматизировать процесс облучения рас-

тений низкочастотным магнитным полем в различных технологиях возделывания садовых культур.

На рисунке 6 представлена схема автоматизированной системы изменения ширины захвата агрегата, поддержания заданного расстояния и угла наклона между индукторами и растениями, обрабатываемыми низкочастотным магнитным полем.

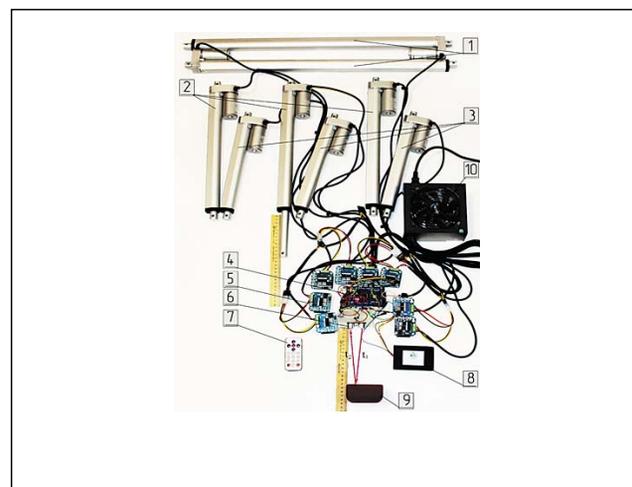


Рис. 6. Схема автоматизированной системы изменения ширины захвата агрегата, поддержания заданного расстояния и угла между индукторами и растениями:

1 – актуаторы изменения ширины захвата агрегата; 2 – актуаторы поддержания заданного расстояния; 3 – актуаторы изменения угла наклона рабочих органов; 4 – микроконтроллер; 5 – драйверы моторов; 6 – бесконтактный ультразвуковой датчик; 7 – инфракрасный пульт дистанционного управления с IR-приемником; 8 – TFT-экран; 9 – препятствие; 10 – блок питания

Fig. 6. Scheme of the automated system for change the unit operating width, maintenance the specified distances and angle between inductors and plants:

1 – actuators for change the operating width; 2 – actuators for maintynance the specified distance; 3 – actuators for change the working elements tilt angle; 4 – microcontroller; 5 – motors drivers; 6 – non-contact ultrasonic sensor; 7 – infrared remote control with IR receiver; 8 – TFT screen; 9 – obstacle; 10 – power supply

В процессе работы тяговая машина с автоматизированным агрегатом магнитно-импульсной обработки растений (мобильный агрегат) в автоматическом режиме с помощью ультразвуковых датчиков, контроллера и актуаторов изменяет угол наклона и поддерживает заданное расстояние между растениями, тремя индукторами и светодиодными прожекторами, обеспечивая постоянное значение магнитной индукции в рабочей зоне [10, 11].

При выполнении технологической операции облучения низкочастотным магнитным полем ультразвуковые датчики измеряют расстояние до объекта, генерируют узконаправленный сигнал на ча-

стоте 40 кГц и, дойдя до препятствия в виде растения, ловят отраженный сигнал.

Расстояние до растения и обратно рассчитывается по времени распространения звука путем умножения скорости на время. Так как звуковая волна проходит расстояние от датчика до объекта и обратно, а нам нужно только расстояние до объекта, то результат делится на 2:

$$L = VE/2, \tag{5}$$

где L – расстояние до растения, м; V – скорость звука в воздухе, м/с; E – время ожидания эха, с;

Скорость звука в воздухе величина непостоянная, зависит от температуры:

$$V_2 = \gamma RT/M, \tag{6}$$

где γ – показатель адиабаты воздуха, ед.; R – универсальная газовая постоянная (Дж/моль·К); T – абсолютная температура воздуха, К; M – молекулярная масса воздуха, г/моль.

Подставив в формулу известные значения γ , R , M , получим:

$$V \approx 20,042\sqrt{T}; \tag{7}$$

Подставим формулу (7) в формулу (5), переведем L – в см, E – в мкс, T – в °С, получаем:

$$L \approx E\sqrt{(t + 273,15)/1000}. \tag{8}$$

Показания всех датчиков агрегата, значения максимальных и минимальных высот растений под рабочей площадью индуктора передаются в микроконтроллер, где рассчитывается требуемое перемещение штока актуатора.

Блок-схема, описывающая алгоритм работы актуаторов поддержания заданного расстояния с ультразвуковым датчиком, представлена на рисунке 7.

Когда задано требуемое значение расстояния до объекта облучения, запускается цикл, включающий в себя определение текущего расстояния до объекта, расчет изменения дистанции до объекта и перемещение штока на требуемое расстояние.

Система актуаторов, получая сигнал от микроконтроллера, изменяет положение индукторов через драйвер моторов, подстраиваясь под габариты растений, со скоростью до 1000 мм/с. С помощью актуаторов посредством инфракрасного пульта дистанционного управления происходит также адаптация агрегата к междурядьям.

Режим работы аппарата МИО в зависимости от обрабатываемой культуры выбирают на блоке управления. Питание блока управления аппарата МИО и системы адаптации осуществляется от инвертора [12, 13].

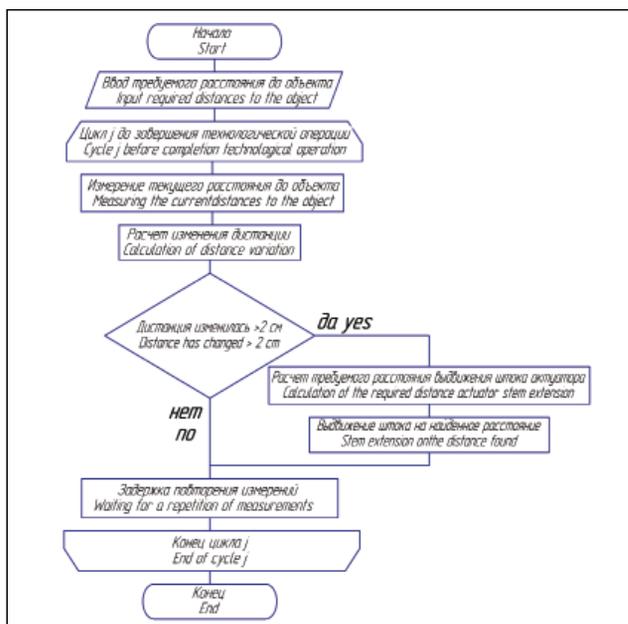


Рис. 7. Блок-схема алгоритма работы актуаторов поддержания заданного расстояния

Fig. 7. Block-diagram of the actuators operation algorithm for maintaining the specified distance

```

31 //Замер дистанции до объекта
32 distance = sonar.ping_cm();
33
34 //расчёт изменения расстояния
35 distanceDelta = distance - distanceLast;
36
37 //проверяем необходимые условия для перемещения штока актуатора
38 if((abs(distanceDelta) > 2) && (distance < 30) && (distance > 5)){
39 //запоминаем текущее расстояние для дальнейших расчётов
40 distanceLast = distance;
41
42 //вызываем функцию перемещения штока актуатора
43 motion(distanceDelta);
44 }
45

```

Рис.8. Программный код расчета требуемого перемещения штока актуатора в текстовом редакторе Sublime Text

Fig.8. Program code for Sublime Text calculating the required displacement of the actuator rod

Выводы.

Биологический эффект применения автоматизированного агрегата с модулем МИО выражается в стимулировании обменных процессов, повышении проницаемости клеточных мембран, улучшении усвояемости веществ и микроэлементов, позволяет активизировать функциональную активность растений, повысить урожайность, сократить количество химических обработок, улучшить качество продукции.

Предложенная система управления рабочими параметрами агрегата МИО растений позволит автоматизировать процесс облучения с возможностью настройки к различным типам садовых насаждений, обеспечивая требуемое значение магнитной индукции в рабочей зоне.



Разработанный алгоритм работы системы управления повышает точность выполнения операции облучения и позволяет накапливать и хранить в

базе данных реальные экспериментальные данные о результатах обработки садовых насаждений в полевых условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бинги В.Н. Магнитобиология: эксперименты и модели. М.: МИЛТА, 2002. С. 592.
2. Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Ценч Ю.С. Магнитно-импульсная обработка семян земляники садовой // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №5. С. 9-15.
3. Galland P., Pazur A. Magnetoreception in plants. *International Journal of Plant Research*. 2005; 118(6): 371-389.
4. Carbonell M.V., Martinez E., Florez M. Biological effects of stationary magnetic field in thistle (*Cynara cardunculus*, L.). *Zemes ukio inžinerija*. Raudondvaris, Kaunas, 1998. Vol. 30; 2: 71-80.
5. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Разработка аппарата для магнитно-импульсной обработки растений // *Инновации в сельском хозяйстве*. 2017. №1 (22). С. 50-55.
6. Измайлов А.Ю., Хорт Д.О., Смирнов И.Г., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Обоснование параметров робототехнического средства с опрыскивателем и модулем магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №1. С. 3-10.
7. Кутырёв А.И. Технологический адаптер для робототехнического средства в садоводстве // *Плодоводство и*

- ягодководство России*. 2016. Т. XXXXVI. С. 180-185.
8. Патент N173651 РФ. Аппарат импульсной обработки растений / Кутырёв А.И., Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Смирнов И.Г. // 2017. Бюл. N25.
9. Патент N174410 РФ. Устройство для магнитно-импульсной обработки садовых растений / Филиппов Р.А., Хорт Д.О., Кутырёв А.И. // 2017. Бюл. N29.
10. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Робототехническое средство с модулем магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // *Мехатроника, автоматика и робототехника*, 2017. Т. 1. С. 28-30.
11. Кутырёв А.И. Особенности разработки робототехнического средства для садоводства // *Плодоводство и ягодководство России*. 2016. Т. XXXXVI. С. 175-179.
12. Патент 167530 РФ. Робот для магнитно-импульсной обработки растений / Измайлов А.Ю., Кутырёв А.И., Смирнов И.Г., Филиппов Р.А., Хорт Д.О. 2017. Бюл. №1.
13. Хорт Д.О., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Моделирование и анализ конструкции технологического адаптера для магнитно-импульсной обработки растений в садоводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. №3. С. 29-34.

REFERENCES

1. Bingi V.N. Magnitobiologiya: eksperimenty i modeli [Magnetobiology: experiments and models]. Moscow: MILTA, 2002; 592. (In Russian)
2. Kutyrev A.I., Khort D.O., Filippov R.A., Tsench Yu.S. Magnetic-pulse treatment of garden strawberry seeds. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 5: 9-15. (In Russian)
3. Galland P., Pazur A. Magnetoreception in plants. *International Journal of Plant Research*. 2005; 118(6): 371-389. (In English)
4. Carbonell M.V., Martinez E., Florez M. Biological effects of stationary magnetic field in thistle (*Cynara cardunculus*, L.). *Zemes ukio inžinerija*. Raudondvaris, Kaunas, 1998. Vol. 30; 2: 71-80. (In English)
5. Khort D.O., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Working out of unit for magnetic-pulse treatment of plants. *Innovatsii v sel'skom khozyaystve*. 2017; 1 (22): 50-55. (In Russian)
6. Izmaylov A.Yu., Khort D.O., Smirnov I.G., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Justification of parameters of robotic means with sprayer and module magnetic-pulse treatment of plants in horticulture. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 1: 3-10. (In Russian)
7. Kutyrev A.I. Technology adapter for robotic agent in horticulture. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2016;

- XXXXVI: 180-185. (In Russian)
8. Patent N173651 RF. Apparat impul'snoy obrabotki rasteniy [Unit for pulsing treatment of plants]. Kutyrev A.I., Khort D.O., Filippov R.A., Smirnov I.G. 2017. Byul. N25. (In Russian)
9. Patent N174410 RF. Ustroystvo dlya magnitno-impul'snoy obrabotki sadovykh rasteniy [Unit for magnetic-pulse treatment of garden plants]. Filippov R.A., Khort D.O., Kutyrev A.I. // 2017. Byul. N29. (In Russian)
10. Khort D.O., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Robot with module of magnetic-pulse treatment of plants in gardening. *Mekhatronika, avtomatika i robototekhnika*. 2017; 1: 28-30. (In Russian)
11. Kutyrev A.I. Features of the development of robotic tools for gardening. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. 2016; XXXXVI: 175-179. (In Russian)
12. Patent 167530 RF. Robot dlya magnitno-impul'snoy obrabotki rasteniy [Robot for magnetic-pulse treatment of plants]. Izmaylov A.Yu., Kutyrev A.I., Smirnov I.G., Filippov R.A., Khort D.O. 2017. Byul. №1. (In Russian)
13. Khort D.O., Filippov R.A., Kutyrev A.I. Model-based analysis of construction design of technological adapter for magnetic-pulse processing of plants in horticulture. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017; 3: 29-34. (In Russian)

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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