

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-5-17>
УДК 635.1/.8:338.36(470)

Я.П. Лобачевский,
А.С. Дорохов, А.В. Сибирев*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
109428, Москва, Россия, 1-й Институтский проезд, дом 5

*Автор для переписки: sibirev2011@yandex.ru

Вклад авторов: Все авторы участвовали в анализе материалов, планировании и проведении экспериментов, написании текста статьи и формировании выводов

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

Для цитирования: Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В. Современное состояние технологического обеспечения производства овощных культур в Российской Федерации. Овощи России. 2023;(5):5-17.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-5-17>

Поступила в редакцию: 20.08.2023

Принята к печати: 30.08.2023

Опубликована: 29.09.2023

Yakov P. Lobachevsky,
Alexey S. Dorokhov, Alexey V. Sibirev*

Federal State Budgetary Scientific Institution
"Federal Scientific Agroengineering Center VIM"
109428, Moscow, Russia,
1st Institute Passage, house 5

*Correspondence: sibirev2011@yandex.ru

Authors' Contribution: All authors participated in the analysis of materials, planning and conducting experiments, writing the text of the article and forming conclusions

Conflict of interest: The authors declare that there are no conflicts of interest

For citation: Lobachevsky Ya.P., Dorokhov A.S., Sibirev A.V. The current state of technological support for vegetable crops production in the Russian Federation. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(5):5-17. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-5-5-17>

Received: 20.08.2023

Accepted for publication: 30.08.2023

Published: 29.09.2023

Современное состояние технологического обеспечения производства овощных культур в Российской Федерации



Резюме

Основным сдерживающим фактором развития отрасли овощеводства является низкий технический уровень агротехники возделывания овощей. Необходимо отметить, что многие работы в отечественной селекции, а также в семеноводстве овощных культур выполняются вручную. Снижение доли российских сортов на рынке семенного материала овощных культур во многом обусловлено тем, что технологический уровень и техническая оснащенность большинства учреждений-оригинаторов российских сортов просто не сопоставимы с уровнем современных западно-европейских селекционно-семеноводческих центров и компаний, которые стремятся наращивать объемы поставок семенного материала на российский рынок. Одним из существенных факторов роста эффективности производства овощных культур является применение высокоэффективной сельскохозяйственной техники и оборудования. В настоящий момент машин для выполнения основных операций возделывания овощной продукции в России не производится, а имеющиеся сельскохозяйственные машины у производителей овощной продукции находятся на грани физического износа и уже давно выработали свой ресурс амортизации. Представленные на российском рынке существующие зарубежные аналоги не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, представляемые российскими аграриями к машинам иностранного производства. На основании анализа технического обеспечения отрасли овощеводства в Российской Федерации экономически определена потребность товаропроизводителей в современных высокотехнологичных комплексах машин для производства овощных культур исходя из суммарной посевной площади овощных культур. Результаты проведенных статистических исследований позволили оценить современное состояние сельскохозяйственного машиностроения по производству необходимого количества машин для овощеводства. Увеличение посевных (посадочных) площадей и ожидаемое наращивание производства основных видов растениеводческой продукции на фоне снижения показателей обеспеченности сельхозтехникой способствует возрастанию нагрузки на единицу техники и создает риски снижения уровня механизации сельского хозяйства. В настоящее время низкие объемы производства отечественных семян связаны в том числе с низким уровнем технической оснащенности селекционно-семеноводческих организаций специализированными машинами и оборудованием.

Ключевые слова: технология, семеноводство, производство, овощные культуры, комплекс машин, потребность

The current state of technological support for vegetable crops production in Russian Federation

Abstract

The main limiting factor in the development of the vegetable growing industry is the low technical level of vegetable cultivation. It should be noted that many works in domestic breeding, as well as in seed production of vegetable crops, are carried out manually. The decrease in the share of Russian varieties in the market of seed material of vegetable crops is largely due to the fact that the technological level and technical equipment of most originating institutions of Russian varieties are simply not comparable with the level of modern Western European breeding and seed production centers and companies that seek to increase the supply of seed material to the Russian market. One of the significant factors in increasing the efficiency of vegetable production is the use of highly efficient agricultural machinery and equipment. At the moment, there are no machines for performing the main operations of cultivating vegetable products in Russia, and the available agricultural machines for vegetable producers are on the verge of physical wear and tear and have long ago exhausted their depreciation resource. The existing foreign analogues presented on the Russian market do not fully meet the agrotechnical requirements imposed by Russian farmers on foreign-made machines. Based on the analysis of the technical support of the vegetable growing industry in the Russian Federation, the need for commodity producers in modern high-tech complexes of machines for the production of vegetable crops is economically determined based on the total sown area of vegetable crops. The results of the statistical studies carried out made it possible to assess the current state of agricultural engineering for the production of the required number of machines for vegetable growing. The increase in sown (planting) areas and the expected increase in the production of the main types of crop products against the background of a decrease in the availability of agricultural machinery contributes to an increase in the load per unit of equipment and creates risks of a decrease in the level of agricultural mechanization. Currently, low volumes of domestic seed production are associated, among other things, with the low level of technical equipment of breeding and seed-growing organizations with specialized machines and equipment.

Keywords: technology, seed production, production, vegetable crops, complex of machines, need

В Российской Федерации производится более 13 млн тонн овощей, однако данного объема недостаточно для обеспечения населения продуктами питания, в силу чего во внесезонный период на продовольственном рынке России практически отсутствует продукция отечественного производства. Согласно Росстату, за 2022 год, фактическое потребление овощей в России на душу населения составляет 109 кг, а уровень самообеспеченности по овощам и продовольственным бахчевым культурам составляет 86,3%, что предполагает необходимость увеличения их производства. Это в решающей мере определяет развитие отрасли овощеводства как одно из узких звеньев во всей системе агропромышленного комплекса [1, 2].

Основным сдерживающим фактором развития отрасли овощеводства является низкий технический уровень агротехники возделывания овощей. Необходимо отметить, что многие работы в отечественной селекции, а также в семеноводстве овощных культур выполняются вручную. Снижение доли российских сортов на рынке семенного материала овощных культур во многом обусловлено тем, что технологический уровень и техническая оснащённость большинства учреждений-оригинаторов российских сортов просто не сопоставимы с уровнем современных западно-европейских селекционно-

семеноводческих центров и компаний, которые стремятся наращивать объемы поставок семенного материала на российский рынок. Одним из существенных факторов роста эффективности производства овощных культур является применение высокоэффективной сельскохозяйственной техники и оборудования [3, 4]. В настоящий момент машин для выполнения основных операций возделывания овощной продукции в России не производится, а имеющиеся сельскохозяйственные машины у производителей овощной продукции находятся на грани физического износа и уже давно выработали свой ресурс амортизации. Представленные на российском рынке существующие зарубежные аналоги не в полной мере отвечают агротехническим требованиям, предъявляемые российскими аграриями к машинам иностранного производства [5, 6].

Потребность в селекционной технике в настоящее время составляет (по группам машин): селекционные сеялки – 230 ед.; рассадопосадочные машины – 225 ед.; селекционные комбайны – 235 ед.; селекционные молотильные установки – 453 ед.; селекционные сушильные агрегаты – 247 ед.; селекционные сортировочные машины – 341 ед.

Для посева таких овощных культур, как морковь, лук, капуста, свекла используются овощные сеялки

Таблица 1. Технологический комплекс машин для производства оригинальных семян овощных культур (лука, моркови столовой, капусты всех видов), шт.

Наименование	Годы								
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Сеялка для посева семян овощных культур (лука, моркови столовой, капусты всех видов)	5	6	7	8	10	10	11	12	13
Сажалка для посадки маточников лука, картофеля	14	20	21	25	30	31	31	32	32
Рассадопосадочная машина	7	9	10	12	14	14	14	16	16
Ботвоудалитель 1,6 м	2	2	2	2	3	3	4	4	4
Копатель лука-севка	2	2	2	2	3	3	4	4	4
Комбайн для уборки моркови столовой самоходный	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Машина капустоуборочная	4	4	5	4	5	4	4	4	5
Комбайн для подбора лука, самоходный	2	2	2	3	4	4	4	3	2
Машина для уборки семенников лука	4	4	4	3	2	2	2	2	3
Линия для закладки корнеклубнеплодов и лука на хранение	2	1	2	1	2	1	1	2	3
- приемный бункер	6	6	6	3	2	2	1	1	1
- транспортер									
- буртоукладчик									
Инспекционный стол	3	1	3	1	2	1	2	1	1
Сортировочный комплекс для семян лука, моркови, капусты:									
- сушилка платформенная	2	4	6	4	4	4	5	3	2
- шасталка семеноводческая									
- воздушно-решетная сортировка									
- гравитационный сепаратор									
ИТОГО по годам	59	67	76	73	86	85	90	90	91
ИТОГО	717								

точного высева, общая потребность которых составляет порядка 230 единиц.

Для удовлетворения потребностей семеноводческих хозяйств в высадкопосадочных (рассадопосадочных) машинах их требуется более 220 шт. (табл. 1).

Уборка урожая – одна из наиболее трудоемких технологических операций. Ее удельный вес в общих расходах труда и заработной платы составляет: по томату – 51,9% и 49,9% соответственно; по огурцу – 60,4% и 57,4%; по моркови – 81,4% и 77,1%; по свекле столовой – 63,7% и 60,9%.

Для уменьшения расходов на единицу овощной продукции и повышения ее конкурентоспособности на рынке нужно максимально механизировать технологический процесс сбора овощной продукции. В большинстве стран мира томаты, лук, картофель, капусту уже давно собирают механизированным способом. Частичная механизация используется и при сборе огурцов, перца, баклажанов и других овощных культур. Для удовлетворения овощеводческих хозяйств в уборочных машинах, при их нормативной годовой загрузке 28, 5 га требуется наличие машин около 230 шт. Для удовлетворения потребности населения в овощах в 2023 году необходимо производить капусты 5788 тыс. тонн, томата – 2864, огурца – 1432, моркови – 1432, свеклы – 716, лука – 2684. При этом следует отметить, что рост урожайности овощных культур в хозяйствах всех категорий будет достигнут за счет интенсификации производства и активизации инновационной деятельности. Запланированный рост урожайности овощей защищенного грунта будет достигнут в результате использования современных технологий выращивания овощных культур. При разработке прогноза производства овощей отдельных культур исходили из того, что валовой сбор тех овощных культур, который удовлетворяет потребность населения или больше, планировали на достигнутом уровне, объем

производства тех культур, который не удовлетворяет потребности населения, планировали увеличить до необходимого уровня.

Запланированный рост урожайности овощей защищенного грунта будет достигнут в результате использования современных технологий выращивания овощных культур. Темпы роста урожайности будут колебаться по федеральным округам и субъектам Российской Федерации. Данные колебания урожайности в значительной степени определяются почвенно-климатическими условиями. В перспективе основное производство овощей будет сосредоточено в хозяйствах Южного федерального округа – 32%, Центрального – 21%, Приволжского – 21,1% валового сбора овощей. Наиболее крупные площади будут находиться в Краснодарском крае – 58,1 тыс. га, Ростовской области – 39,1 тыс. га, Республике Дагестан – 41,3 тыс. га, Волгоградской области – 32,8 тыс. га. В большинстве субъектов Российской Федерации планируется рост посевной площади овощей и только в некоторых, где она в основном сосредоточена в хозяйствах населения, будет ее сокращение. Наиболее высокая урожайность овощных культур планируется в хозяйствах Северо-Западного федерального округа – 271 ц/га, Сибирского – 259 ц/га, Центрального – 208 ц/га. Среди субъектов Российской Федерации наиболее высокую урожайность будут иметь хозяйства Московской области – 375 ц/га, Ленинградской – 344 ц/га, Оренбургской области – 321 ц/га.

Высокая урожайность овощных культур в хозяйствах этих субъектов Российской Федерации объясняется в определенной степени тем, что в структуре посевной площади овощей указанных регионов преобладает капуста, являющаяся более урожайной культурой. Необходимость ускоренного перевода селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства овощных культур

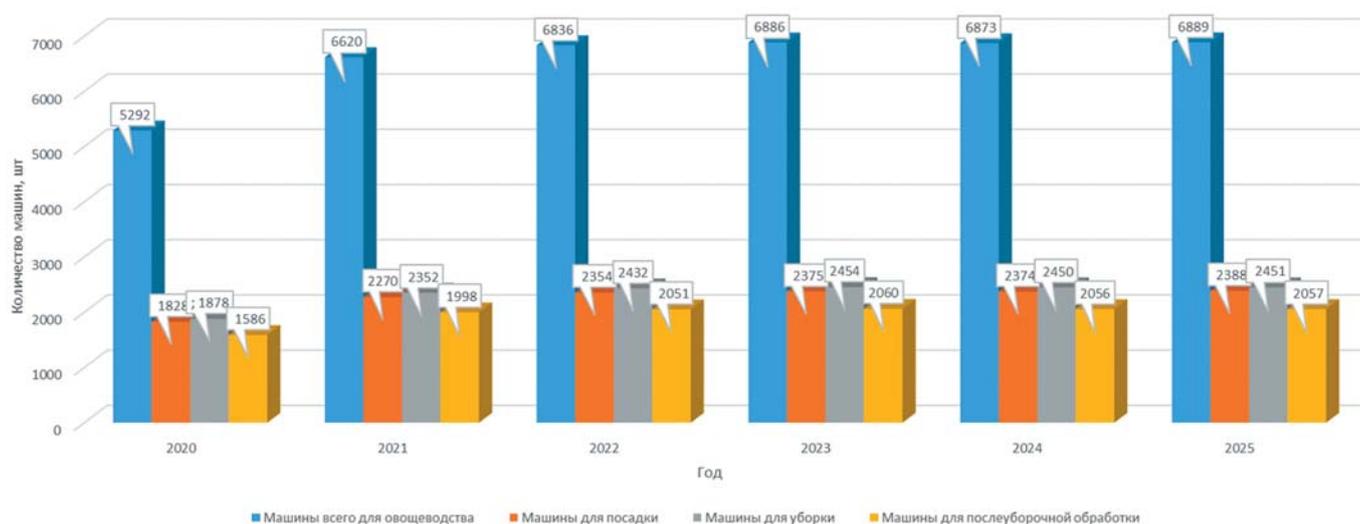


Рис. 1. Техническая оснащенность отрасли овощеводства и прогнозируемая потребность машин
Fig. 1. Technical equipment of the vegetable growing industry and the predicted need for machines

и картофеля на современный организационный и технологический уровень, невозможно без разработки энергоэффективных машин, выполняющих комплекс работ в селекции, семеноводстве и производстве овощных культур [7, 8]. В развитии работ по отечественному семеноводству овощных культур целесообразно использовать серийные специальные машины для подготовки почвы под посадку, для ухода за посадками, сажалки разных типов, уборочную технику и машины для механизации работ в хранилищах.

Расчет парка сельскохозяйственных машин с учетом нормативной загрузки для выполнения отдельных технологических процессов возделывания и уборки представлен на рисунке 1.

В настоящий момент в Российской Федерации отсутствуют машины для возделывания и уборки картофеля на этапе селекционно-семеноводческих работ, качественно выполняющие технологические операции посадки, обработки, уборки, способные составить конкуренцию западноевропейским производителям сельскохозяйственных машин. В настоящее время практически вся селекция и оригинальное семеноводство России базируются на ручном труде. Зарубежные аналоги, хотя и позволяют выполнять агротехнические требования, но и они не лишены недостатков использования их в российских почвенно-климатических условиях, особенно для выращивания сортов отечественной селекции [7]. Опытные партии экспериментальных машин (сажалка клоновая, сажалка кассетная [3], барабан повреждений для оценки пригодности гибридов картофеля к механизированной уборке [4], копатель селекционный [5], подрезающая скоба, комбайн однорядный и др. [6-8]) за прошедшие годы пришли в негодность. Для этого названные машины должны выпускаться в технологических модификациях по рядности и производительности, иметь разные, в том числе «мягкие», режимы работы и снабжаться

различными приспособлениями, в том числе для предупреждения и снижения повреждений овощных корнеплодов. В этой связи, обоснование требований к машинам и оборудованию, совершенствование технологии и комплекса машин для ее осуществления, является актуальной научной и практической проблемой, имеющей важное значение для экономики страны. К универсальным машинам относятся транспортные средства общего назначения, энергетические средства различного тягового класса, к специальным машинам – техника для посадки, культиваторы, машины для полива, химзащиты [9, 10].

Не менее важным аспектом является обстоятельство, характеризующее особую значимость проблемы развития механизации процессов селекции и семеноводства овощных культур, в том числе разработкой современных технологий, характеризующих внедрение цифровых систем контроля и управления технологическими процессами производства [11, 12]. Интенсивность ведения сельского хозяйства в современных условиях производства невозможна без высокого уровня насыщения машинно-технологических комплексов средствами интеллектуализации [13-15].

Обсуждение

Анализ особенностей технологических процессов селекции и семеноводства картофеля, последовательности этапов и разнообразия производственных операций, а также их классификация позволили разработать комплекс машин и оборудования для селекционных и семеноводческих работ в картофелеводстве: устройство для оценки пригодности сортов клубней картофеля к механизированной уборке; модуль по ускоренному размножению мини клубней картофеля; систему управления орошением технологического модуля с управляющим спектром облучения при производстве миниклубней картофеля; линию для послеуборочной обработки лука, морко-



Рис. 2. Общий вид макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке
Fig. 2. General view of a prototype device for assessing the suitability of varieties and hybrids for mechanized harvesting

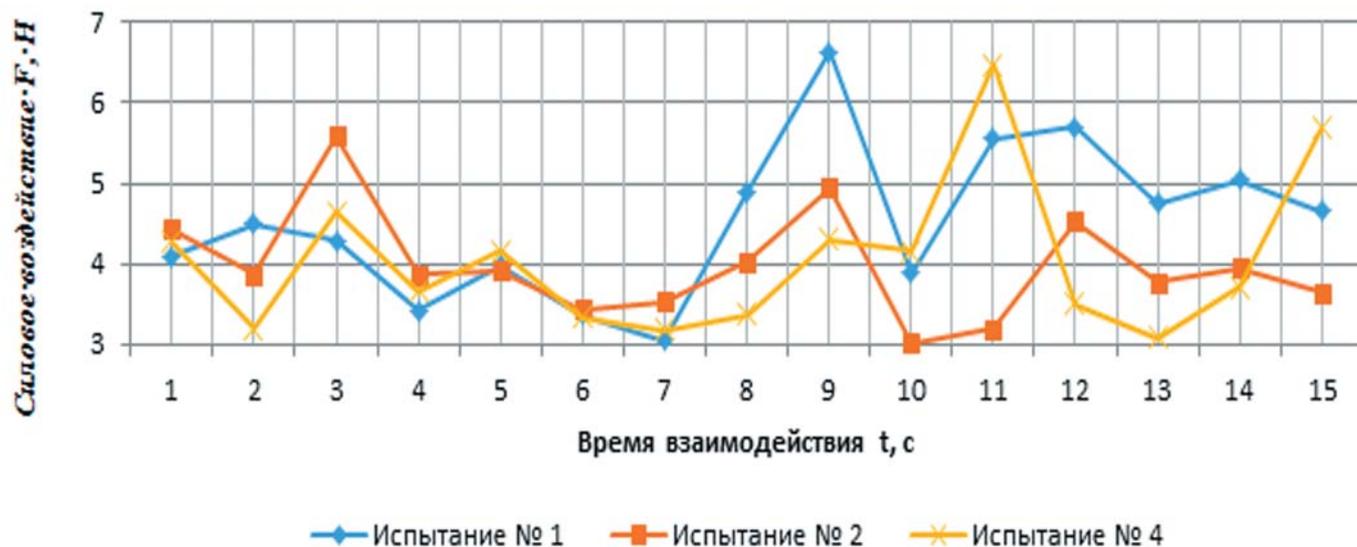


Рис. 3. Силовое воздействие сепарирующей поверхности на клубень картофеля
Fig. 3. Force effect of the separating surface on the potato tuber

ви, свеклы столовой и картофеля с автоматической системой контроля; автоматическую посадочную машину для селекции и семеноводства картофеля; машины для сортофитопрочистки и закладки на хранение овощных культур и картофеля.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработано и изготовлено устройство для оценки пригодности сортов клубней картофеля к механизированной уборке, которое предназначено для оценки силового воздействия на клубни картофеля рабочих органов уборочной машины в системе оригинального семеноводства картофеля. Устройство (рис. 2) состоит из барабана с обрезиненными прутками 1, с лопастью 2 и откры-

тым за ней окном для загрузки и выгрузки партии испытуемых клубней. Внутри барабана над его осью установлена пальчиковая горка 3, позволяющая менять угол наклона. По торцам барабана установлены неподвижные стенки, предназначенные для удерживания клубней от выкатывания за пределы барабана и имитации боковин элеватора и боковин других рабочих органов картофелеуборочных комбайнов.

Лабораторно-полевые исследования макетного образца устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке клубней картофеля (рис. 3), свидетельствуют о том, что в про-



Рис. 4. Общий вид модуля
Fig. 4. General view of the module



Рис. 5. Устройство модуля (общий вид после высадки рассады)
Fig. 5. Module device (general view after planting seedlings)

цессе сепарации на рабочих поверхностях устройства для оценки пригодности сортов и гибридов к механизированной уборке клубни взаимодействуют как между собой, так и с активными рабочими органами устройства. Клубни падают при прохождении участка встряхивания на прутки сепарирующего барабана и при переходе с одного ролика на другой, что отображают представленные ниже графические зависимости.

Для технического обеспечения производства миниклубней в системе оригинального семеноводства картофеля разработан и изготовлен модуль по ускоренному размножению миниклубней картофеля. Модуль состоит из следующих частей (рис. 3-5):

рамы с колесами, снабженными стопорами от свободного перемещения; коробка для выращивания растений; осветительной панели; 4 направляющих для перемещения световой панели; технологических крышек; система для подвязывания растений к шпалере с целью удержания растений в вертикальном положении; система полива с резервуаром для питательного раствора; комплекта датчиков контроля режима выращивания; электронного пульта управления модулем.

Результаты лабораторных исследований позволяют сделать вывод о том, что модуль позволяет увеличить выход миниклубней в расчете на одно растение в 4-6 раз, при одновременном обеспече-

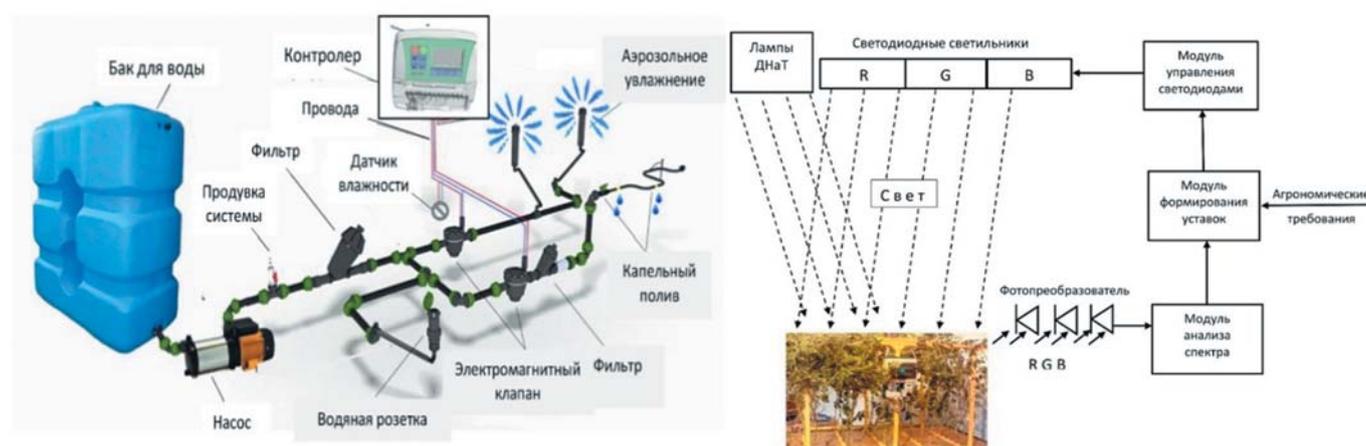


Рис. 6. Схема системы управления орошением технологического модуля с управляющим спектром облучения при производстве миниклубней картофеля
Fig. 6. Scheme of the irrigation control system of the technological module with the control spectrum of irradiation in the production of potato minitubers

нии однородности их массово-размерных характеристик. В качестве посадочного материала могут быть использованы микрорастения и миниклубни.

Для обеспечения растений картофеля необходимым количеством воды в разные фенологические фазы развития разработана автоматизированная система управления (рис.6) орошением модуля по производству миниклубней картофеля.

Основные преимущества управления спектром облучения картофельных растений при производстве миниклубней картофеля в технологическом модуле:

- возможность подбора спектр облучения, который является оптимальным для разных фаз вегетации растений, с целью обеспечения большего количественного выхода миниклубней и повышения их качества;
- возможность изменения спектрального состава излучения вместе с мощностью излучения, что позволит управлять ростом, развитием и продолжительностью активного плодоношения картофельного растения;
- возможность лёгкой интеграции системы авто-

матического управления интенсивностью и спектральным составом света (САУ ИС) в систему управления всего технологического модуля для производства миниклубней.

Для выполнения поставленной задачи в контрольных местах грунта устанавливаются датчики влажности. Датчики постоянно анализируют наличие влаги в почве и выдают информацию на контроллер, который автоматически регулирует объем и продолжительность подачи воды.

Для использования возможности адаптации спектра облучения растений в соответствии со спектром зелёных частей растения разработана система автоматического управления интенсивностью и спектральным составом света, облучающего растения (САУ ИС), в которой реализовано управление источником облучения как минимум по трём независимым каналам, ответственным за три опорных спектральных зоны: синюю – 490-440 нм, фиолетовую – 440-380 нм и ультрафиолетовую – 380-315нм.

Модуль анализа спектра выполняет матричное преобразование сигналов фотопреобразователей к интенсивностям в опорных спектральных зонах.

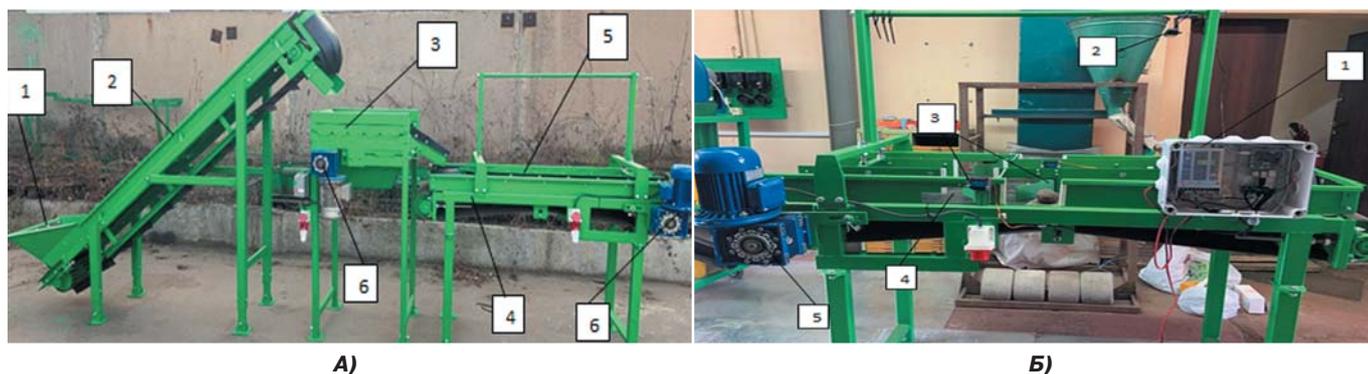
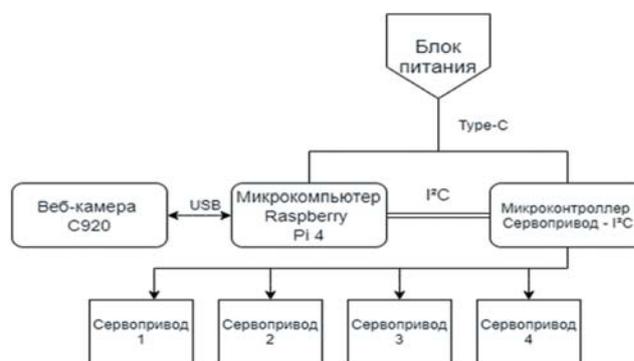


Рис. 7. Общий вид линии для послеуборочной обработки лука, моркови и столовой свеклы с автоматической системой контроля: А) 1 – приемный бункер; 2 – передаточный транспортер; 3 – спиральный очиститель вороха; 4 – стол сортировочный; 5 – транспортерные ленты; 6 – электродвигатели; Б) 1 – блок управления; 2 – камера; 3 – исполнительные механизмы; 4 – лотки; 5 – электродвигатель привода транспортерной ленты

Fig. 7. General view of the line for post-harvest processing of onions, carrots and table beets with an automatic control system: А) 1 - receiving hopper; 2 - transfer conveyor; 3 - spiral heap cleaner; 4 - sorting table; 5 - conveyor belts; 6 - electric motors; Б) 1 - control unit; 2 - camera; 3 - actuators; 4 - trays; 5 - conveyor belt drive motor



А)



Б)

Рис. 8: А) – Общий вид системы распознавания корнеклубнеплодов и луковиц;

Б) – Блок-схема системы управления комплексом машин послеуборочной обработки лука

Fig. 8: А) - General view of the recognition system for root crops and bulbs;

Б) - Block diagram of the control system for the complex of machines for post-harvest processing of onions

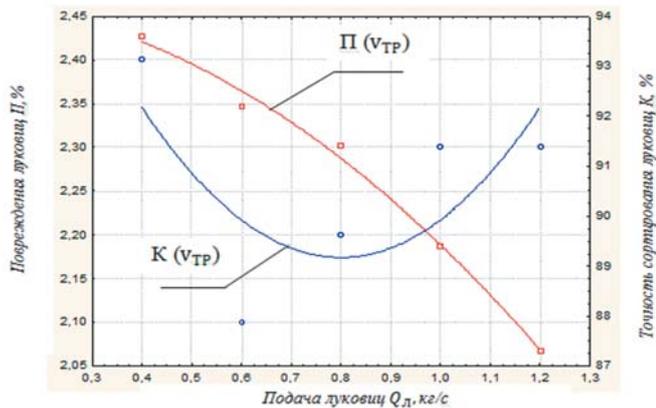


Рис. 9. Зависимость точности сортирования K , % и повреждений луковиц P , % от поступательной скорости движения транспортера сортировального стола
Fig. 9. Dependence of the sorting accuracy K , % and bulb damage P , % on the forward speed of the sorting table conveyor

Модуль формирования установок обеспечивает прием команды от системы управления технологическим модулем, в которых содержатся уровни интенсивности и спектрального состава облучения, соответствующие требованиям картофельных растений в данный период вегетации. Модуль формирования установок, основываясь также на интенсивности и спектральном составе падающего и рассеянного зелеными частями растения излучения, формирует команды для модуля управления светодиодами.

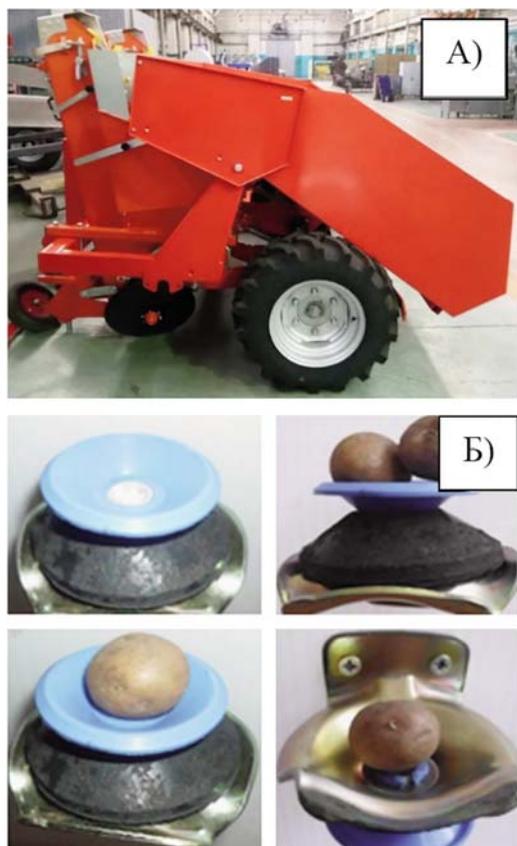
Модуль управления светодиодами, в свою очередь, обеспечивает стабилизацию тока светодиод-

ных ламп таким образом, чтобы обеспечить заданную облучённость картофельных растений.

Для выполнения качественного сортирования товарной продукции разработана линия для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированного сортирования (рис. 7), которая обеспечивает сортирование товарной продукции посредством сканирования системой технического зрения разделяемого объекта, передачи полученной информации на блок управления и дальнейшей ее трансформации через систему оптического контроля (рис. 7А) на исполнительные механизмы сортирования, представленные упруго-эластичными рабочими органами, приводимыми в действие электроприводами, схема управления которыми представлена на рисунке 7Б.

Результаты лабораторных исследований линии для послеуборочной обработки корнеклубнеплодов и лука с системой автоматизированного сортирования позволяет констатировать, что наибольшая точность сортирования луковиц более 91%, достигается при поступательной скорости движения транспортера сортировального стола, равной 1,2 м/с, при повреждении луковиц 2,3%, что соответствует агротехническим требованиям на послеуборочную обработку.

ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработана автоматическая посадочная машина (рис. 10. А), которая обеспечивает равномерную посадку клубней, как по ширине,



Показатель	Значение
Тип	навесная
Агрегируется (марка трактора)	МТЗ-82 (кл. 2)
Ширина захвата, рядков/м	1,8
Габаритные размеры посадочной машины	
Длина × ширина × высота, мм	2210×2565×2300
Масса конструкционная, кг	1070
Количество высаживающих аппаратов, шт.	2
Диаметр высаживающих ложечек, мм	50

В)

Рис. 10: А) – Общий вид макетного образца автоматической посадочной машины для селекции и семеноводства картофеля; Б) – Общий вид ложечек высаживающего аппарата; В) – Техническая характеристика посадочной машины
Fig. 10: А) - General view of a model sample of an automatic planting machine for potato breeding and seed production; Б) - General view of the spoons of the planting apparatus; В) - Technical characteristics of the landing machine

так и по глубине раскрываемой борозды, что способствует более дружному появлению всходов картофеля, равномерному фракционному составу клубней, экономии земельных ресурсов и как следствие повышению рентабельности производимой продукции.

Современные посадочные машины комплектуются двумя наборами сменных ложечек: для крупной фракции семенных клубней 60-80 г и мелкой 40-60 г, так как в оригинальном семеноводстве размеры мини-клубней, полученных биотехнологическим способом, варьируют от 5 до 20 г, разработан высаживающий аппарат, обеспечивающий захват и перемещение в направляющий кожух по одному миниклубню в каждой ложечке и изготовлен опытный образец посадочной машины.

С целью исключения перескакивания миниклубней с одной ложечки на другую и защемления их между ложечками и направляющим кожухом (рисунок 10 Б) необходимо обратную сторону ложечки выполнить в виде приёмной чаши 8.

Обеспечение качественных показателей посадки клубней картофеля достигается в результате техни-

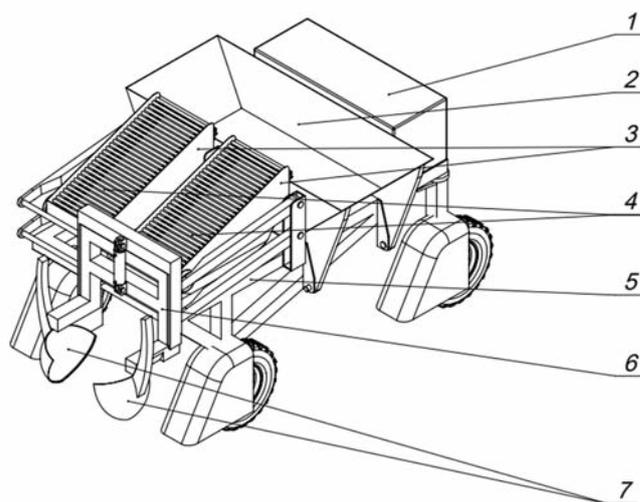


Рис. 11. Конструктивная схема машины для сортофиточистки овощных культур и картофеля:
1 – силовая установка; 2 – саморазгружающийся бункер; 3 – бункер для почвы; 4 – планчатый транспортёр; 5 – рама шасси; 6 – подъемный механизм; 7 – рабочий орган в форме ковшей

Fig. 11. Structural diagram of a machine for variety cleaning of vegetable crops and potatoes:
1 – power plant; 2 – self-unloading bunker; 3 – soil bunker; 4 – slatted conveyor; 5 – chassis frame; 6 – lifting mechanism; 7 – working body in the form of buckets

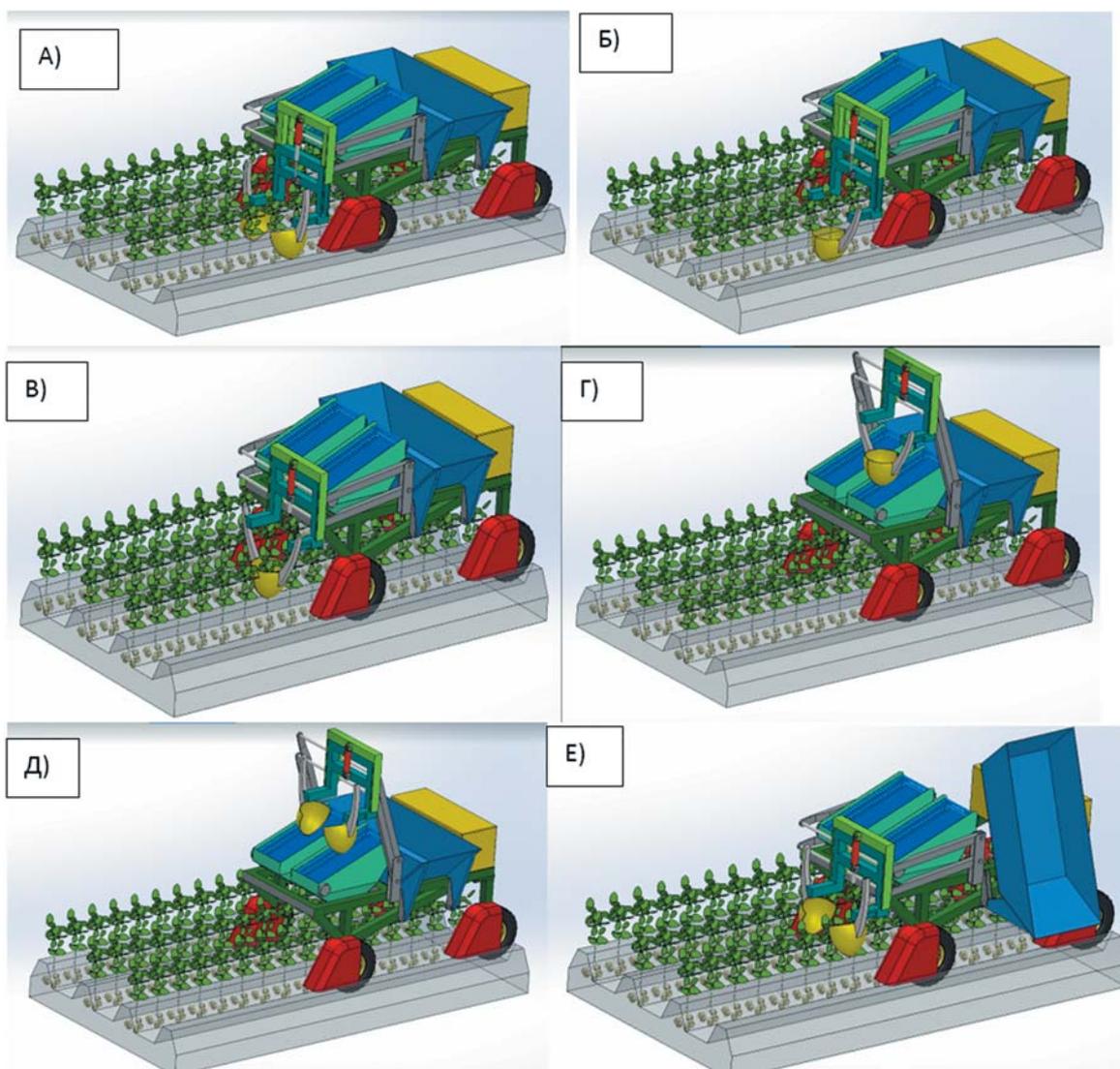


Рис. 12. Технологическая схема работы машины для сортофиточистки овощных культур и картофеля
Fig. 12. Technological scheme of the machine for phyto-cleaning of vegetable crops and potatoes

ческого решения конструкции высаживающего аппарата, а именно за счет конфигурации формы поверхности ложечки высаживающего аппарата и ее расположения на тяговом элементе, выполненной в виде роликовой длиннозвенной цепи.

Набор сменных ложечек четырех типоразмеров позволит осуществлять более качественную и бережную посадку не только мини-клубней, но и супер-суперэлиты, суперэлиты, элиты, репродукционного и продовольственного картофеля.

Разработанная конструкция ложечек высаживающего аппарата элеваторного типа, в зависимости от установленных чаш, способствует обеспечению посадочной машины более универсальной, позволяющей производить более качественную и бережную посадку клубней картофеля всех категорий с массой от 5 до 80 грамм. Небольшие контурные размеры посадочной машины расширяют ее применение на мелко-контурных участках фермеров и хозяйств населения (ЛПХ). Известно, что получение стабильных, высоких и качественных урожаев в различных почвенно-климатических условиях требует выведения и адаптации новых сортов, что сопряжено с рядом специфических трудно механизированных операций полевой стадии производства и обработки урожая на селекционно-опытных участках [1-4]. Мировое производство селекционной техники сосредоточено в основном в индустриально развитых странах в частных фирмах: «Алмако» (США), «Хеге» (Германия), «Винтерштайгер» (Австрия), «Сампо Розенлев» (Финляндия), «Веструп» (Дания). Стратегическое решение проблемы механизации процессов селекции, сортоиспытания и первичном семеноводстве овощных культур в России закупкой машин за рубежом нецелесообразно из-за высокой стоимости не только самих машин, но и комплектующих к ним и других расходных материалов [5,8, 9].

В настоящее время имеются различные машинно-технологические комплексы для удаления зараженных растений картофеля и овощных культур, выполняющих технологический процесс по запланированному алгоритму последовательности выполнения работ. В связи с тем, что первую прочистку проводят вскоре после появления полных всходов, когда растения достигают высоты 15-20 см при удалении кустов, пораженных черной ножкой, ризоктониозом и вирусами, следовательно, машина для прочистки зараженных растений картофеля должна обеспечить условие поступательного движения по поверхности поля с возможностью распознавания здоровых и зараженных растений картофеля. В настоящее время предприятия отечественного сельскохозяйственного машиностроения не обеспечивают разработку данной категории машин в том числе и с автоматизированным выполнением технологического процесса удаления зараженных растений. В связи с чем предлагается следующий проект машины по проведению для удаления зараженных растений картофеля и овощных культур (рисунок 11).

Представленная машина состоит из рамы шасси на котором установлен саморазгружающийся бункер для растений, бункер для почвы с установленным на нём планчатым транспортёром и рабочими органами для извлечения поражённых растений из почвы вместе с корневой системой и почвой. Рабочий орган может представлять собой два ковша с заострёнными кромками или пару вилок.

Принцип работы предлагаемой машины для сортофиточистки представлен на рисунке 12 и заключается в следующем.

При движении по полю при помощи оператора или с использованием технологий машинного зрения определяется заражённое растение или растение (рисунок 12 А), не соответствующее сортовым признакам.

В случае определения подобного растения машина останавливается, при этом рабочий орган должен находиться над растением (рис. 12 Б), которое подлежит удалению, после чего при помощи гидроцилиндров происходит заглубление каждого из ковшей (вил) до их полного смыкания, тем самым образую полусферу (рис. 12 В). Затем рабочий орган извлекается из почвы и поднимается над бункером для почвы, после чего происходит раскрытие ковшей (вил) и содержащаяся в них масса почвы и растения с корневой системой поступает на планчатый транспортер (рис. 12 Г), при движении по которому происходит отделение почвы от корневой системы растения (рис. 12 Д), при этом почва сыпается в нижестоящий бункер для почвы, а растения с корневой системой поступаю в саморазгружающийся бункер (рис. 12 Е).

При данной схеме работы грунт, поступивший в бункер для почвы может быть в нём дополнительно продезинфицирован одним из наиболее актуальных способов, кроме того образованная лунка после удаления растения может быть отдельно продезинфицирована аэрозолем препаратов [10].

После дезинфекции грунта в машине он может быть сыпан в следующую лунку, образующуюся после извлечения другого растения. В настоящее время не достаёт автоматизированных инструментов принятия решений, комплексно использующих данные различных информационных источников для поддержки и оптимизации производственных и технологических процессов. Для более качественного и оперативного управления сложными процессами в современном сельскохозяйственном производстве, например, с уборкой, логистикой вывоза урожая с поля или же закладки на хранение, их оптимизации по определенным критериям необходимо слияние различных показателей, получаемых от сенсоров разных типов и информационных источников.

Выполнение операций загрузки, перегрузки процесса послеуборочной обработки является трудоемким этапом всего цикла производства овощных культур и картофеля.

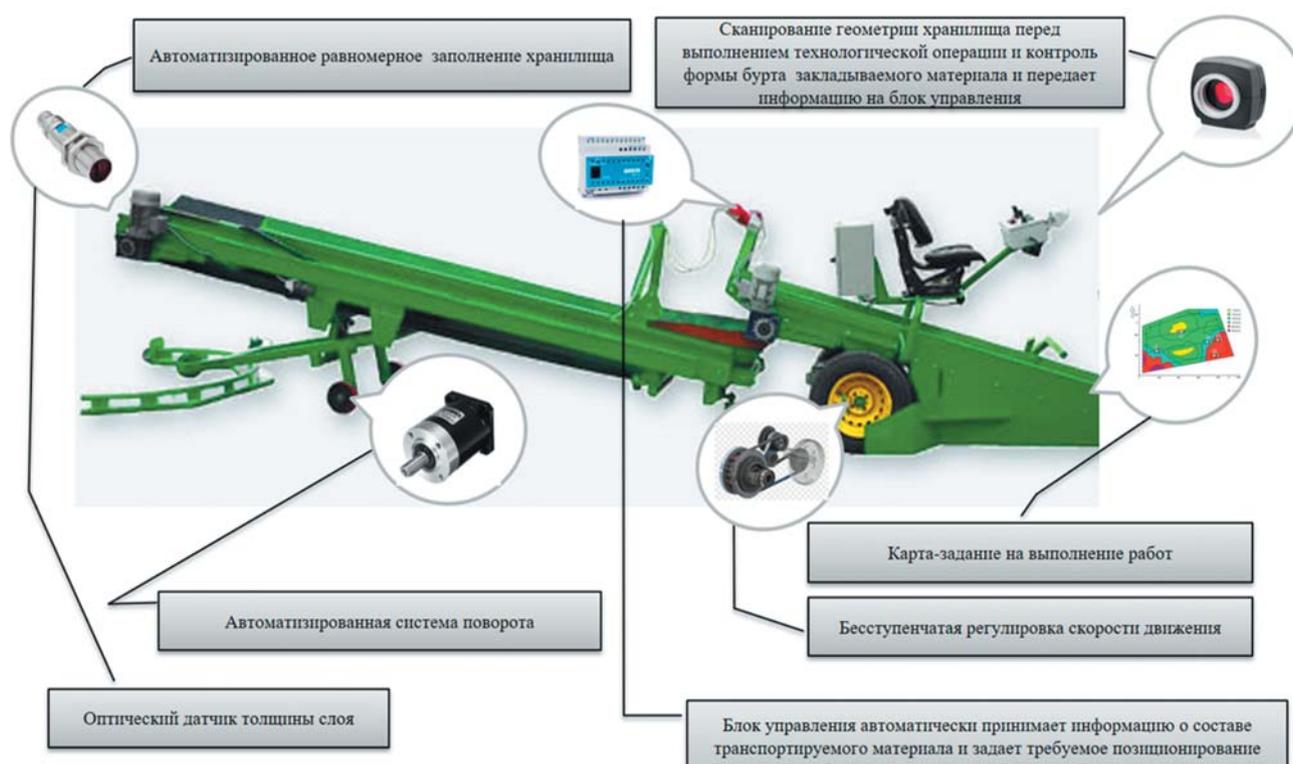


Рис. 13. Технологическая схема роботизированной машины для закладки на хранение овощных культур и картофеля
Fig. 13. Technological scheme of a robotic machine for storing vegetables and potatoes

Разнообразие различных типов погрузочных машин, ставит проблему выявления наиболее перспективных средств, способных эффективно работать в условиях крестьянско-фермерских хозяйств и небольших площадей хранилищ с эффективным использованием их полезной площади. При загрузке хранилища важно следить за перемещением стрелы погрузчика в горизонтальной плоскости, во избежание образования в насыпи овощных культур почвенных столбов, из-за чего клубень начинает гнить или прорасти. Реализация данных направлений в настоящее время обеспечивается широким внедрением труда человека, от квалификации выполнения которого зависят сохранение посадочного материала (семеноводство овощных культур и картофеля), а также показатели качества при их товарном производстве.

Кроме того, согласно результатам исследований установлено, что механические повреждения корнеклубнеплодов в зависимости от технологии закладки на хранение обеспечиваются при его уборке по поточной технологии, при которой перед закладкой на хранение выполняются операции сепарации и сортирования на фракции, а процессы в селекции и семеноводстве овощных культур и картофеля, определяющие закладку на хранение продукции выполняются по прямоточной технологии, исключающей послеуборочную обработку и для закладки качественной продукции на хранение необходимо обеспечивать идентификацию зараженных и некондиционных семенников овощных культур и картофеля устройствами, обеспечивающими закладку их на хранение.

В целях повышения уровня автоматизации следует стремиться регистрировать важные параметры в реальном времени или через другие источники и включать их в массив данных. Доступные важные и ценные данные сами по себе не помогут или не могут быть полностью использованы, если неизвестны или не могут быть установлены алгоритмы их взаимосвязей.

Следовательно, выполнение работ по автоматизации, первичных этапов роботизации операций процесса загрузки овощных культур, а также картофеля и их распределение по площади хранилища с учетом агротехнических, экономических и эргономических показателей работы представляет научную проблему, решение которой позволит обеспечить переход к высокопродуктивному чистому агрохозяйству, исключающему широкое внедрение ручного труда, а также исключению или же максимальному снижению заражения посадочного материала и товарной продукции овощных культур и картофеля.

В ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разрабатывается роботизированная машина для закладки на хранение овощных культур и картофеля, в конструкции которой предусмотрена цифровая система автоматического контроля и управления с программой работы погрузчика при формировании насыпи террасным способом с полезным использованием площади хранилища. Выполнение операций по загрузке овощных культур и картофеля с цифровой системой контроля и управления состоит из следующих этапов:

- 1) Сканирование рельефа поверхности бурта;
- 2) Создание трехмерной поверхности рельефа поверхности бурта;

3) Определение места укладки для равномерного распределения клубней на поверхности бурта методом глубокого обучения искусственной нейронной сети;

4) Передача управляющего сигнала на блок управления роботизированного буртоукладчика;

5) Перемещение роботизированного буртоукладчика по алгоритму движения;

6) Равномерное распределение клубней по поверхности бурта.

Алгоритм функционирования технологической машины в комплексе, отражает технологическую возможность выполнения одной или нескольких операций процесса и реализован в конструкции машины, представленной на рисунке 13.

Таким образом, разработка энергоэффективных машин, выполняющих комплекс работ в селекции и семеноводстве картофеля обеспечит необходимость ускоренного перевода селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля на современный организационный и технологический уровень.

Выводы

Результаты проведенного анализа технического обеспечения отрасли овощеводства Российской Федерации позволяют сделать вывод о том, что повышение объемов производства овощной продукции неразрывно коррелирует с уровнем технического обеспечения отрасли овощеводства, что подтверждает уровень локализации сельскохозяйственного машиностроения Российской Федерации, а также Республик Беларуси, где сельскохозяйственное машиностроение представлено широкой номенклатурой предприятий, выпускающие комплексы машин от предпосадочной обработки почвы до послеуборочной обработки товарной продукции:

- Российская Федерация: ООО «Колнаг», ООО «Агротехмаш», ЗАО СП «Брянксельмаш», ОАО «Миллеровосельмаш», ООО «Воронежсельмаш», ЗАО «Белинксельмаш» и др;

- Республика Беларусь: РУП «Гомсельмаш», ОАО «Бобруйскагромаш», ОАО «Лидаагропромаш».

Потребность товаропроизводителей России в современных высокотехнологичных комплексах машин для производства овощных культур сегодня очень высока. Но большинство хозяйств как в России, так и в странах СНГ являются низкоприбыльными, и не могут приобрести дорогостоящую технику за счет собственных средств. Поэтому один из основных механизмов обновления парка сельхозтехники – привлечение кредитных ресурсов коммерческих банков и лизинговых компаний. Кроме того, интенсивность ведения сельского хозяйства в современных условиях производства невозможна без высокого уровня насыщения машинно-технологических комплексов средствами интеллектуализации. Получать качественную конкурентоспособную

продукцию можно только при использовании современных высокопроизводительных машин, обеспечивающих совмещение технологических операций, в конструкциях которых заложены системы автоматизированного управления технологическими процессами, учета почвенного плодородия, обеспечения экологической чистоты агроландшафтов.

Необходим ускоренный перевод селекционных работ, оригинального, элитного и репродукционного семеноводства на современный организационный и технологический уровень. Поскольку многие работы в селекции должны проводиться по современным методам молекулярной генетики и биотехнологии для их выполнения должно применяться соответствующее лабораторное оборудование. Для облегчения и ускорения селекционных работ в теплицах и на полевых участках должны быть предусмотрены разные сменные рабочие органы и приспособления к тракторам малой мощности, а также различные ручные орудия.

В развитии работ по отечественной селекции и семеноводству овощных культур целесообразно использовать серийные специальные машины для подготовки почвы под посадку, для ухода за посадками, посадочную машину разных типов, уборочную технику и машины для механизации работ в хранилищах.

Для этого названные машины должны выпускаться в технологических модификациях по рядности и производительности, иметь разные, в том числе «мягкие», режимы работы и снабжаться различными приспособлениями, в том числе для предупреждения и снижения повреждений посадочного материала.

В Российской Федерации ФНАЦ ВИМ является фактически единственным производителем специализированной техники для селекции и семеноводства. Однако, в настоящее время номенклатура и объемы производства данных специализированных машин не позволяют удовлетворить существующие потребности.

Связано это с рядом следующих проблем: отсутствие высокотехнологичного станочного оборудования для производства узлов, деталей, сборочных единиц техники; недостаточный уровень обеспечения кадрами рабочих специальностей, инженерами, конструкторами, научными сотрудниками; отсутствие финансовых средств для закупки материалов и комплектующих; низкий уровень локализации производства комплектующих, в частности сложных узлов (дизельные двигатели, трансмиссии, элементы гидравлической системы и электроники); рост цен на импортные комплектующие и сроков их поставки; необходимость проведения ряда исследований, разработки и организации производства отдельных видов селекционно-семеноводческих машин и оборудования, не производящихся в настоящее время.

Об авторах:

Яков Петрович Лобачевский – доктор технических наук, профессор, академик РАН, lobachevsky@yandex.ru

Алексей Семенович Дорохов – доктор технических наук, профессор, академик РАН, dorokhov.vim@yandex.ru

Алексей Викторович Сибирев – доктор технических наук, профессор РАН, автор для переписки, sibirev2011@yandex.ru

About the Authors:

Yakov P. Lobachevsky – Doc. Sci. (Engineering), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, lobachevsky@yandex.ru

Alexey S. Dorokhov – Doc. Sci. (Engineering), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, dorokhov.vim@yandex.ru

Alexey V. Sibirev – Doc. Sci. (Engineering), Professor of the Russian Academy of Sciences, Author for Correspondence, sibirev2011@yandex.ru

• Литература

1. Аксенов А.Г., Сибирев А.В., Козлова А.И. Методология разработки технологических и технических решений на возделывании овощных культур на примере посадки лука-севка. Интеллектуальные машинные технологии и техника для реализации государственной программы развития сельского хозяйства – международная научно-техническая конференция. – Москва: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства», 2015. С. 284–288.
2. Аксенов А.Г., Сибирев А.В., Емельянов П.А. Обеспеченность техникой для овощеводства. *Тракторы и сельхозмашины*. 2016;(8):25-30.
3. Валге А.М. Формализация технологий растениеводства как динамических систем. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2003;(74):26-34.
4. Морозов Ю.Л., Андрианов В.М., Максимов Д.А., Богданов К.В. Разработка адаптивных технологий производства продукции растениеводства. Государственное научное учреждение Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Российской академии сельскохозяйственных наук. Санкт-Петербург, 2005.
5. Полуэктов Р.А. Динамические модели агроэкосистемы. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 312 с.
6. Измайлов А.Ю., Гришин А.А., Гришин А.П., Лобачевский Я.П. Экспертные системы интеллектуальной автоматизации технических средств сельскохозяйственного назначения. Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий. Москва, 2014. С. 379–382.
7. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Бейлис В.М., Ценч Ю.С. Инновационная система машинно-технологического обеспечения предприятий агропромышленного комплекса. Том Часть 1. Инновационная система машинно-технологического обеспечения сельскохозяйственных предприятий на длительную перспективу. Москва, 2019.
8. Попов В.Д., Валге А.М., Папушин Э.А. Повышение эффективности производства продукции растениеводства с использованием информационных технологий. *Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства*. 2009;(81):32–39.
9. Лобачевский Я.П., Ценч Ю.С. Принципы формирования систем машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации технологических процессов в растениеводстве. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2022;16(4):4-12. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-4-12. EDN IDJFYV.
10. Сибирев А.В., Аксенов А.Г., Дорохов А.С. Уточненный расчет сепарирующей поверхности машины для уборки лука. *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018;12(3):28-31. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-28-31. EDN UUULPD.
11. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Дорохов А.С., Сибирев А.В., Крючков В.А., Сазонов Н.В. Современные технологии и техника для сельского хозяйства - тенденции выставки Agritechnika. 2019. *Тракторы и сельхозмашины*. 2020;(6):28-40.
12. Рейнгарт Э.С., Сорокин А.А., Пономарев А.Г. Унифицированные картофелеуборочные машины нового поколения. *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. 2006;(10):3–5.
13. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Synii S.V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. *INMATEH-agricultural engineering*. 2016;(49):53 – 60.
14. Протасов А.А. Функциональный подход к созданию лукоуборочной машины // *Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина*. 2011;(47):37-43.
15. Сорокин А.А. Теория и расчет картофелеуборочных машин (монография). М.: ВИМ. 2006. 159 с.

• References

1. Aksenov A.G., Sibirev A.V., Kozlova A.I. Methodology for development of technological and technical solutions for the cultivation of vegetable crops on the example of onion planting. Intelligent machine technologies and equipment for the implementation of the state program for the development of agriculture - international scientific and technical conference. Moscow: All-Russian Scientific Research Institute of Agricultural Mechanization, 2015. pp. 284–288. (In Russ.)
2. Aksenov A.G., Sibirev A.V., Emelyanov P.A. Provision of machinery for vegetable growing. *Tractors and agricultural machinery*. 2016;(8):25-30. (In Russ.)
3. Valge A.M. Formalization of crop production technologies as dynamic systems. *Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry*. 2003;(74):26-34. (In Russ.)
4. Morozov Yu.L., Andrianov V.M., Maksimov D.A., Bogdanov K.V. Development of adaptive technologies for the production of crop production. State Scientific Institution North-Western Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of the Russian Academy of Agricultural Sciences. St. Petersburg, 2005. (In Russ.)
5. Poluektov R.A. Dynamic models of agroecosystem. L.: Hydrometeoizdat, 1991. 312 p. (In Russ.)
6. Izmailov A.Yu., Grishin A.A., Grishin A.P., Lobachevsky Ya.P. Expert systems of intelligent automation of agricultural equipment. Innovative development of the agroindustrial complex of Russia on the basis of intelligent machine technologies. Moscow, 2014. pp. 379-382. (In Russ.)
7. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Beilis V.M., Tsench Yu.S. Innovative system of machine and technological support for enterprises of the agro-industrial complex. Volume Part 1. An innovative system of machine-technological support of agricultural enterprises for the long term. Moscow, 2019. (In Russ.)
8. Popov V.D., Valge A.M., Papushin E.A. Improving the efficiency of crop production using information technologies. *Technologies and technical means of mechanized production of crop production and animal husbandry*. 2009;(81):32–39. (In Russ.)
9. Lobachevsky Ya.P., Tsench Yu.S. Principles of formation of systems of machines and technologies for complex mechanization and automation of technological processes in crop production. *Agricultural machines and technologies*. 2022;16(4):4-12. DOI 10.22314/2073-7599-2022-16-4-4-12. EDN IDJFYV. (In Russ.)
10. Sibirev A.V., Aksenov A.G., Dorokhov A.S. Refined calculation of the separating surface of the onion harvesting machine. *Agricultural machines and technologies*. 2018;12(3):28-31. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-3-28-31. EDN UUULPD. (In Russ.)
11. Izmailov A.Yu., Lobachevsky Ya.P., Dorokhov A.S., Sibirev A.V., Kryuchkov V.A., Sazonov N.V. Modern technologies and equipment for agriculture - Agritechnika 2019 exhibition trends. *Tractors and agricultural machines*. 2020;(6):28-40. (In Russ.)
12. Reingart E.S., Sorokin A.A., Ponomarev A.G. Unified new generation potato harvesters. *Tractors and agricultural machines*. 2006;(10):3-5. (In Russ.)
13. Hevko R.B., Tkachenko I.G., Synii S.V. Development of design and investigation of operation processes of small-scale root crop and potato harvesters. *INMATEH-agricultural engineering*. 2016;(49):53-60.
14. Protasov A.A. Functional approach to the creation of an onion harvester // *Bulletin of the Federal State Educational Institution of Higher Professional Education Moscow State Agroengineering University*. V.P. Goryachkin. 2011;(47):37-43. (In Russ.)
15. Sorokin A.A. Theory and calculation of potato harvesters (monograph). M.: VIM. 2006. 159 p. (In Russ.)