

ОБЗОР МАШИН ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР И ИХ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

А. И. ФИЛИППОВ, А. А. АУТКО

*УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
Гродно, Республика Беларусь, e-mail: kafmehan@mail.ru*

В. П. ЧЕБОТАРЕВ

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: v.p.chebotarev@tut.by*

К. Л. ПУЗЕВИЧ

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, e-mail: baa_mgishp@mail.ru*

(Поступила в редакцию 18.01.2022)

В статье проведен анализ основных машин для обработки пропашных культур как основа совершенствования и разработки машин в концепции экологического земледелия. Исследования направлены на разработку технологии производства картофеля и овощей на основе экологического земледелия, включая новые агроприемы их возделывания при максимальном механическом уничтожении сорной растительности в предпосевной, предпосадочный, довсходовый и вегетационный периоды с применением биологических препаратов, комплексных микроудобрений на основе наночастиц, и на создание оптимальной физической структуры почвы на основе применения современных средств механизации отечественного производства, обеспечивающих получение качественной продукции. Предложенным и усовершенствованным нами агрегатом можно провести обработку поверхности узкопрофильных гряд одновременно различными рабочими органами, воздействуя только на поверхностный слой почвы за один проход. В результате этот слой максимально освобождается от сорных растений, что позволяет исключить применение гербицидов при возделывании картофеля, а также овощных культур в системе экологического земледелия. В этой связи интерес представляет культиватор со щеточными барабанами, копирующими поверхность гребней, сформированных перед или при посадке культурных растений. Предварительные испытания предлагаемого агрегата, которые проходили на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет», а также на полях фермерского хозяйства «Горизонт» Мостовского района Гродненской области и СПК «Черняны» Пинского района Брестской области, показали, что он обеспечивает почти полное уничтожение сорняков, как на ровной поверхности между рядами, так и на поверхности гребней, а также обеспечивает качественное рыхление между рядов и обработку поверхности гребней с сохранением их формы после прохода агрегата.

Ключевые слова: *культиватор, картофель, гребни, устройство, фрезерная обработка, механическое уничтожение сорняков, профилеформователь, щеточные барабаны, рабочие органы, агрегат, экологическое земледелие.*

The article analyzes the main machines for row crop cultivation as the basis for the improvement and development of machines in the concept of ecological farming. Research is aimed at developing a technology for the production of potatoes and vegetables based on ecological farming, including new agricultural practices for their cultivation with maximum mechanical destruction of weeds in the pre-sowing, pre-planting, pre-emergence and vegetation periods using biological preparations, complex microfertilizers based on nanoparticles, and to create the optimal physical structure of the soil based on the use of modern means of mechanization of domestic production, ensuring the production of quality products. With the proposed and improved unit, it is possible to treat the surface of narrow-profile ridges simultaneously with various working bodies, acting only on the surface layer of the soil in one pass. As a result, this layer is maximally freed from weeds, which makes it possible to exclude the use of herbicides in the cultivation of potatoes, as well as vegetable crops in the system of ecological farming. In this regard, of interest is a cultivator with brush drums that copy the surface of the ridges formed before or during planting of cultivated plants. Preliminary tests of the proposed unit, which took place on the experimental field of the EE «Grodno State Agrarian University», as well as on the fields of the farm "Horizon" of the Mostovsky district of the Grodno region and the APC «Chernyany» of the Pinsk district of the Brest region, showed that it provides almost complete destruction of weeds, both on a flat surface between rows and on the surface of ridges, and also provides high-quality loosening of row spacings and surface treatment of ridges while maintaining their shape after the passage of the unit.

Key words: *cultivator, potatoes, ridges, device, milling, mechanical weeding, profile former, brush drums, working bodies, unit, organic farming.*

Введение

Борьба с сорной растительностью – один из решающих факторов достижения высокой урожайности картофеля. Сорняки, используя низкую конкурентоспособность картофеля, быстро опережают его в развитии, потребляя из почвы необходимые для клубней питательные вещества и влагу, ухудшают аэрацию почвы, затрудняя подвод к клубням кислорода.

Ширина захвата пропашного культиватора и число обрабатываемых им рядков должны быть равны соответственно ширине захвата сажалки или сеялки и числу образованных ими рядков. Стыковые

междурядья пропашные культиваторы должны обрабатывать за два прохода. В противном случае рабочие органы пропашного культиватора будут вырезать часть растений в рядах, примыкающих к стыковому междурядью, или оставлять необработанные полосы.

Цель наших исследований – разработать технологии производства картофеля и овощей на основе экологического земледелия, включая новые агроприемы их возделывания при максимальном механическом уничтожении сорной растительности в предпосевной, предпосадочный, довсходовый и вегетационный периоды с применением биологических препаратов, комплексных микроудобрений на основе наночастиц, и создание оптимальной физической структуры почвы на основе применения современных средств механизации отечественного производства, обеспечивающих получение качественной продукции.

Основная часть

Для междурядной обработки картофеля применяют культиваторы КЧ-2,8, КОН-2,8, КНО-4,2 и др. Обработку посевов сахарной свеклы проводят культиваторами КМС-5,4, УСМК-5,4, КФ-5,4. Междурядную обработку посевов кукурузы – культиваторами типа КРН-5,6. Культиваторами-гребнеобразователями типа КГО-3 нарезают гребни перед посадкой картофеля и посевом семян овощных культур. Культиваторами-опрыскивателями типа КОУ-4/6 обрабатывают также защитную зону ряда пестицидами, или подкармливают растения жидкими минеральными удобрениями. Компоновочные схемы всех культиваторов-окучников аналогичны.

Культиватор-окучник навесной КОН-2,8 предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного четырехрядными картофелесажалками. На поперечном брусе рамы культиватора КОН-2,8 размещены пять секций рабочих органов и четыре туковысевающих аппарата.

На секциях можно устанавливать полольные, универсальные стрельчатые и долотообразные лапы, окучивающие корпуса, подкормочные ножи, ротационные боронки. Кроме того, на культиватор можно навешивать сетчатую борону.

Окучник чизельный ОЧ-2,8 предназначен для междурядной обработки пропашных культур и нарезки гребней под посадку картофеля. Окучник агрегируется с тракторами класса 14 кН. Рабочая ширина захвата 2,8 м. Глубина обработки до 16 см. Рабочая скорость движения 8 км/ч. На окучнике ОЧ-2,8 установлено пять окучивающих корпусов с чизельными стойками для обработки четырех рядков картофеля. Окучник чизельный может быть укомплектован сетчатой бороной [3, 4].

Культиватор-окучник КНО-4,2 предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного шестирядными картофелесажалками. Может работать на каменистых почвах. Для окучивания картофеля в комплекте культиватора имеются право- и левосторонние окучивающие диски.

Культиватор-гребнеобразователь КГО-3,0 предназначен для рыхления почвы и формирования гребней с междурядьями 70 или 75 см перед посадкой картофеля, а также довсходового и после всходового формирования трапецидальных гребней. Гребнеобразователь КГО-3,0 агрегируется с тракторами тягового класса 14 или 20 кН. Рабочая скорость 5...8 км/ч. Ширина междурядий 70 см. Количество нарезанных гребней 4. Глубина обработки 16 см. Высота гребней 30 см. Ширина гребня по верху 10,5...15 см [7, 8, 9].

Культиватор-гребнеобразователь, смонтированный на заднюю навеску трактора посредством трехточечной навески, в рабочем состоянии перекачивается по обрабатываемому полю вслед за трактором. При движении агрегата ходовые колеса перекачиваются по почве и обеспечивают заданную глубину обработки почвы. Стрельчатые лапы рыхлят почву на дне борозды, а рыхлительные лапы рыхлят почву междурядий. Почва, отражаясь от дисковых окучников, ложится на поверхность гребня и в дальнейшем разравнивается корпусом формователя гребня [10, 11].

Культиватор-опрыскиватель универсальный КОУ-4/6 предназначен для нарезки гребней, междурядной обработки овощных и пропашных культур, возделываемых на ровной поверхности или на грядах с ленточным внесением пестицидов и растворимых минеральных удобрений. Культиватор-опрыскиватель КОУ-4/6 может настраиваться на обработку четырех или шести рядков. Агрегируется с тракторами класса 14 кН.

В зависимости от установленных рабочих органов культиватор выполняет следующие операции:

- 1 – нарезку гребней с одновременным рыхлением основания образуемого гребня;
- 2 – междурядную обработку с окучиванием овощных и пропашных культур как на ровной поверхности, так и на грядах с возможностью ленточного внесения пестицидов и растворимых минеральных удобрений.

Рабочая ширина захвата 2,8 или 4,2 м. Ширина междурядий 70 см. Рабочая скорость 6...8 км/ч. Глубина обработки 6...16 см. Вместимость резервуара для раствора пестицида 300 л. Доза внесения рабочей жидкости 37...540 л/га. Ширина полосы опрыскивания 10...35 см. [12, 13, 14, 15].

Культиватор-опрыскиватель КОУ-4/6 состоит из рамы с замком автосцепки, пяти или семи рабочих секций, двух опорных колес и оборудования для локального внесения пестицидов и жидких минеральных удобрений [16, 17, 18].

Анализ ранее проведенных исследований показал, что дисковые окучивающие рабочие органы обеспечивают более плотную обрабатываемую поверхность. Сорняки на такой поверхности всходят несколько позже, чем на более рыхлой, и в меньших количествах. Однако отвальные и дисковые окучивающие рабочие органы рыхлят дно борозд и стенок гребней на 3-5 см. В результате из нижних слоев в верхние выносятся семена сорняков, которые в дальнейшем взойдут. Кроме того, они, как правило, не обеспечивают уничтожение сорняков на поверхности гребней и в защитных зонах.

Задачей наших разработок концепции экологического земледелия является формирование поверхности узкопрофильных гребней из перемещенной почвы в результате междурядной обработки в изначально сформированный профиль гребней и микрорыхление поверхностного почвенного слоя узкопрофильных гряд с одновременным уничтожением сорняков и дополнительным уплотнением поверхностного слоя почвы. Проведенный анализ рабочих органов позволил нам разработать перспективные рабочие органы для экологического земледелия.

В этой связи интерес представляет культиватор со щеточными барабанами, копирующими поверхность гребней, сформированных перед или при посадке культурных растений. Однако с целью обоснования конструктивно-режимных параметров рабочих органов необходимо провести дополнительные исследования. Культиватор состоит (рис. 1) из рамы с устройством для навески 1, рыхлительных и окучивающих лап на чизельных стойках 2, щеточных барабанов 3 и гребнеобразователя 3 с копирующими колесами 5.



а) вид сбоку



б) задне-боковой вид

Рис. 1. Культиватор со щеточными рабочими органами для поверхностной обработки гребней:
1 – рама с устройством для навески; 2 – рыхлительные и окучивающие лапы на чизельных стойках;
3 – щеточные барабаны; 4 – гребнеобразователь; 5 – копирующие колеса

При работе такого культиватора дно борозды и боковые стенки гребней обрабатываются рыхлительными и окучивающими лапами, а поверхность гребня и боковые стенки у верхушки – щеточными барабанами. Форма гребня поддерживается гребнеобразователем. При этом уплотняются стенки и поверхность гребней.

Решение проблемы снижения пестицидной нагрузки при возделывании картофеля, а также и овощных культур должно быть сосредоточено в направлении максимального механического удаления сорных растений при возделывании культуры и применении экологически безопасных средств защиты растений.

Определяющим фактором при усовершенствовании существующих технологий, обеспечивающих существенное снижение пестицидной нагрузки, является применение средств механизации, обеспечивающих выполнение многих технологических операций, обладающих новым конструктивным решением. В исследовательском процессе задействован агрегат универсальный для экологического земледелия, выполняющий одновременно несколько функций в технологическом цикле.

В таблице даны основные параметры, размеры и показатели качества выполнения технологического процесса предложенного агрегата АУ-М1 для профилирования узкопрофильных гряд, обработки профилированной поверхности почвы в предпосевной, предпосадочный, довсходовый и после всходовый периоды возделывания культур и ленточного внесения рабочих растворов биопрепаратов.

Основные параметры, размеры и показатели качества выполнения технологического процесса предложенного агрегата АУ-М1

| Наименование показателя | Значение |
|---|---------------------|
| Общие показатели | |
| Марка | АУ-М1 |
| Тип | навесной |
| Агрегатирование | тракторы класса 1,4 |
| Масса, кг, не более | 700,0 |
| Габаритные размеры, мм, не более: | |
| – в рабочем положении: | |
| длина | 3400 |
| ширина | 4400 |
| высота | 1600 |
| – в транспортном положении: | |
| длина | 3400 |
| ширина | 4400 |
| высота | 1600 |
| Рабочая ширина захвата, м | 2,8–3,0 |
| Ширина междурядий, см | 70, 75 |
| Составные части агрегата, кол.: | |
| – рама | 1 |
| – колеса, опорно-регулируемые | 2 |
| – рабочие секции | 5 |
| – система гидропривода с кронштейнами | 1 |
| – лапа стрельчатая с пружинной стойкой | 4 |
| – туковывсевающие емкости | 2 |
| – диски сферические: | |
| сдвоенные | 3 |
| одиночные | 2 |
| – профилеобразующий барабан | 1 |
| – окучники | 5 |
| Рабочая скорость, км/ч | 3,0–5,0 |
| Транспортная скорость, км/ч | 5,0–20,0 |
| Производительность за час основного времени, га: | |
| – при ширине захвата 2,8 м; | 0,84–1,4 |
| – при ширине захвата 3,0 м | 0,91–1,5 |
| Производительность за час эксплуатационного времени, га: | |
| – при ширине захвата 2,8 м; | 0,58–0,98 |
| – при ширине захвата 3,0 м | 0,63–1,05 |
| Производительность за час сменного времени, га: | |
| – при ширине захвата 2,8 м; | 0,58–0,98 |
| – при ширине захвата 3,0 м | 0,63–1,05 |
| Удельный расход топлива за основное время работы, кг/га | 4,0–10,0 |
| Количество обслуживающего персонала, чел. | 1 |
| Коэффициент использования сменного времени, не менее | 0,7 |
| Коэффициент использования эксплуатационного времени, не менее | 0,7 |
| Коэффициент надежности технологического процесса, не менее | 0,98 |
| Коэффициент технологического обслуживания | 0,99 |
| При профилировании узкопрофильных гряд | |
| Параметры узкопрофильных гряд: | трапецеидальный |
| – профиль узкопрофильных гряд | 20–30 |
| – ширина в верхней части, см | 30–40 |
| – ширина у основания, см | 8–20 |
| – высота гряд в зависимости от возделываемых культур, см | 5–15 |
| – глубина рыхления почвы в зоне образования гряд, см | |
| Составные части агрегата, кол.: | |
| – рама | 1 |
| – колеса, опорно-регулируемые | 2 |
| – рабочие секции | 5 |
| – система гидропривода с кронштейнами | 1 |
| – стойки пружинные: | |
| при обработке поверхности гряд | 4 |
| при обработке ровной поверхности почвы | 5 |
| – диски фрезерные | 8 |
| – диски сферические: | |
| сдвоенные | 3 |
| одиночные | 2 |

| | |
|---|----------------|
| – профилеформователь | 4 |
| – лапы-бритвы | 8 |
| – лапы стрельчатые | 5 |
| – лапы-отвальчики | 8 |
| – щеточный барабан | 1 |
| Емкость рабочих растворов, вместимостью не более, л | 500 |
| Тип насоса | диафрагмовый |
| Производительность насоса, л/мин, не более | 12 |
| Напряжение питающей сети, В, не более | 12 |
| Показатели качества при обработке профилированной поверхности почвы в довсходовый период | |
| Крошение почвы, %: | 85,0 |
| – массовая доля фракций размером до 10 мм, не менее | не допускается |
| – массовая доля фракций размером свыше 50 мм | |
| Глубина рыхления, см | 2,0-6,0 |
| Отклонение средней глубины обработки от заданной, см | ±1,0 |
| Уничтожение сорняков, %, не менее | 95,0 |
| Расход рабочей жидкости на 1 га, л, не более | 110 |
| Отклонение от установленной нормы расхода жидкости, %, не более | 5 |
| Неравномерность расхода рабочей жидкости между отдельными распылителями, %, не более | 5 |
| Ширина обрабатываемой полосы, см | 20–30 |
| Повреждение культурных растений, %, не более, | 3 |
| в том числе присыпание почвой, %, не более | 1 |
| Забивание и залипание рабочих органов | не допускается |
| Величина защитной зоны, см, не более | 12 |
| Годовая нормативная наработка, ч | 100 |

Предложенный нами агрегат с усовершенствованными и разработанными рабочими органами для обработки профилированной поверхности почвы приведен на рис. 2.

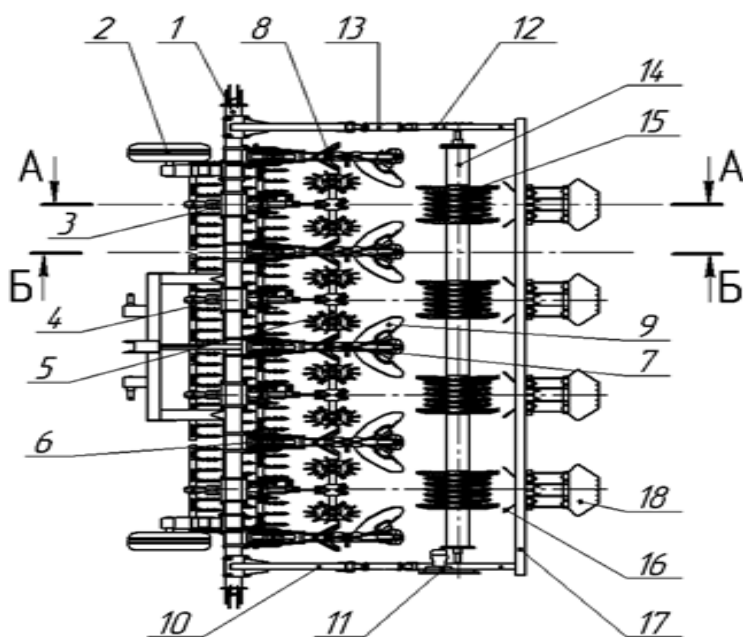


Рис. 2. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы

Во время движения агрегата первоначально осуществляется вибрационное рыхление поверхностного слоя почвы гряд глубиной до 5 см. пружинно цепным рыхлителем 5. В процессе вибрационного воздействия на почву пружинно-цепными рабочими органами происходит механическое уничтожение проростков и всходов сорных растений. Затем вращающимся рабочим органом устройства фрезерной обработки боковых поверхностей гряд происходит фрезерование боковой поверхности гряд. При этом происходит полное уничтожение сорных растений [19, 20].

Установленная далее на грядилях 7 стрельчатая лапа 8 рыхлит почву посредине борозды и подрезает сорные растения в борозде. В результате таких обработок почва смещается с верхней и боковых поверхностей гряд в борозду. Установленные за стрельчатыми лапами 7 на грядиле сферические окучивающие диски возвращают почву из борозды на верхнюю и боковые поверхности гряд. В условиях сильной засоренности сорными растениями верхней и боковой поверхностей узкопрофильных гряд

щеточные барабаны, копирующие поверхность гряд включаются в работу. Через систему гидропривода 11 они приводятся во вращательное движение [21, 22, 23, 24].

Барабаны 14 со щеточными дисками 15 упруго-эластичными элементами дисков вычесывают из почвы на поверхность сорные растения, т.е. происходит полное механическое уничтожение проростков и всходов сорных растений. Отбрасываемая вместе с растениями почва измельчается, отражаясь от щитков 16, и располагается на поверхности гряд, а установленные на бруске 17 профилеформователи 18 располагают измельченную почву в виде первоначально сформированных до обработки гряд. Таким агрегатом можно провести 2–3-кратную обработку поверхности узкопрофильных гряд, воздействуя только на поверхностный слой почвы за один проход. В результате этот слой максимально освобождается от сорных растений, что позволяет исключить применение гербицидов при незначительной прополке их вручную в период вегетации возделываемых культур [25, 26, 27, 28, 29].

Агрегат с усовершенствованными и разработанными рабочими органами для уничтожения сорной растительности проходил испытание также на опытном поле УО ГГАУ и в фермерском хозяйстве «Горизонт» Мостовского района Гродненской области (рис. 3).



Рис. 3. Обработка посадок картофеля усовершенствованным агрегатом

Заключение

Предварительные испытания культиватора со щеточным барабаном, которые проходили на опытном поле УО «Гродненский государственный аграрный университет», а также на полях фермерского хозяйства «Горизонт» Мостовского района Гродненской области и СПК «Черняны» Пинского района Брестской области показали, что культиватор со щеточным барабаном обеспечивает почти полное уничтожение сорняков как на ровной поверхности междурядий, так и на поверхности гребней, а также обеспечивает качественное рыхление междурядий и обработку поверхности гребней с сохранением их формы после прохода агрегата.

Испытания показали, что данный агрегат обеспечивает практически полное уничтожение сорной растительности на гребневой поверхности, а также обеспечивает качественное рыхление междурядий и обработку поверхности гребней с сохранением их формы после прохода агрегата. Результаты обработки посадок картофеля усовершенствованным агрегатом без применения гербицидов представлены на рис. 3. Ведутся дальнейшие наблюдения и исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лепешкин, Н. Д. Разработка и испытания рабочих органов и машин для обработки картофеля и овощных культур с минимальной пестицидной нагрузкой / Н. Д. Лепешкин, А. А. Ауко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, П. В. Заяц, А. В. Зень // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве // Материалы МНТК посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – г. Минск, 2017. – С. 100–113.

2. Заяц, Э. В. Изыскание рабочих органов и типов машин для ухода за картофелем при экологическом земледелии / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, В. Н. Салей, П. В. Заяц // Современные тенденции развития технологий и технических средств в сельском хозяйстве: материалы междунар. науч.-практ. конф. посвященной 80-летию А. П. Тарасенко, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РФ, профессора кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского госуд. аграрного университета имени императора Петра I, Россия, Воронеж, 10 января 2017 г. – Воронеж, 2017 – Ч. 2 – С. 219–227.

3. Аутко, А. А. Агрегат для обработки профилированной поверхности почвы / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы XXI МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства». – Гродно: УО ГГАУ, 2018. – С. 182–185.

4. Аутко, А. А. Усовершенствование рабочих органов к агрегату для производства картофеля на основе экологического земледелия / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Материалы МНТК «Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве посвященной 110-летию со дня рождения академика М. Е. Мацепуро»; Минск, 2018. – С. 28–32.

5. Аутко, А. А. Устройство для механического уничтожения сорняков / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции; Гродно. – УО «ГГАУ», 2018 г. – С. 139–142.

6. Аутко, А. А. Разработка агрегата и рабочих органов для обработки почвы при экологическом земледелии / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий. – Рязань: ФГБОУВО «РГАУ им. П. А. Костычева», 2018. – С. 14–19.
7. Заяц, Э. В. Фрезерный лучеобразный диск / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО «ГГАУ». – Гродно, 2019 г. – С. 194–196.
8. Заяц, Э. В. Профилеформователь с уплотняющим катком / Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, А. А. Аутко, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. – Гродно, 2019 г. – С. 192–194.
9. Филиппов, А. И. Агрегат комбинированный для обработки профилированной поверхности почвы / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г. / УО «ГГАУ» – Гродно, 2019 г. – С. 255–257.
10. Филиппов, А. И. Многовекторный узел распыла / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, С. В. Стуканов // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXII Международной научно-практической конференции, Гродно, 7 июня, 29 марта, 19 марта 2019 г / УО «ГГАУ». – Гродно, 2019 г. – С. 258–260.
11. Аутко, А. А. Пружинный рыхлитель для уничтожения сорной растительности механическим способом / А. А. Аутко, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 52, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2019 г. – С. 69–73.
12. Филиппов, А. И., Усовершенствование профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г – С. 54–56.
13. Филиппов, А. И., Разработка узла распыла для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 24–25 октября, Минск, БГАТУ, 2019 г – С. 56–59.
14. Чеботарев, В. П., Обоснование конструктивных параметров устройств для формирования профиля гребня / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, А. И. Филиппов, А. А. Зенов, // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, Минск, БГАТУ, 24–25 октября 2019 г – С. 71–73.
15. Чеботарев, В. П. К вопросу формирования узкопрофильных гряд / В. П. Чеботарев, В. Н. Еднач, Э. В. Заяц, А. И. Филиппов // Журнал «Агропанорама» №5. – Минск: УО «БГАТУ», 2019. – С. 22–26.
16. Заяц, Э. В. Профилеформователь узкопрофильных гряд / Э. В. Заяц, А. А. Аутко, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, А. В. Зень // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Гродно, 31 мая, 30 марта, 20 марта 2018 г. / УО «ГГАУ». – Гродно, 2018 г. – С. 170–172.
17. Филиппов, А. И. Обзор основных конструкций опрыскивателей при разработке объёмного и ленточного внесения рабочих растворов в системе экологического земледелия / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020 г. – С. 27–33.
18. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров профилеформователя узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020 г. – С. 23–27.
19. Филиппов, А. И. Разработка оборудования для объёмного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 53, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2020 г. – С. 153–157.
20. Чеботарев, В. П. Исследования различных типов распылителей при разработке опрыскивателя для объёмного и ленточного внесения рабочих растворов / В. П. Чеботарев, А. И. Филиппов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 26–27 ноября, Минск, БГАТУ, 2020 г. – С. 111–114.
21. Чеботарев, В. П. Усовершенствование дисковых рабочих органов для междурядной обработки картофеля / В. П. Чеботарев, А. И. Филиппов, С. В. Стуканов // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве: сборник научных статей по материалам Международной научно-практической конференции, 26–27 ноября, Минск, БГАТУ, 2020 г – С. 144–148.
22. Филиппов, А. И. Усовершенствование фрезерных дисков для обработки боковых поверхностей узкопрофильных гряд / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Сборник научных статей «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства», международная научно-практическая конференция, посвященная 90-ю С.И. Назарова д.т.н., профессора, академика ВАСХНИЛ СССР, заслуженного деятеля науки и техники БССР-Горки: УО «БГСХА», 2020. – С. 348–351.
23. Филиппов, А. И. Схема обоснования фрезерного диска и размещения почвозацепов рыхлителя / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич, С. И. Козлов // Вестник УО «БГСХА» №3 – Горки: 2020. – С. 194–197.
24. Филиппов, А. И. Нормы ленточного внесения удобрений модернизированным агрегатом ау-м1 при междурядной обработке почвы / Филиппов А. И., Аутко А. А., Заяц Э. В., Пузевич К. Л. // Сборник научных трудов «Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства» УО «БГСХА» – Горки, 2021г. – С. 161–164.

25. Филиппов, А. И. Схема расстановки рабочих органов на агрегате АУ-М2 при обработке картофеля в довсходовый период / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Научно-технический процесс в сельскохозяйственном производстве: материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения М. М. Севернева, Минск, 21–22 октября 2021 г. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; редкол.: П. П. Казакевич (главный редактор), П. В. Божкова – Минск: Беларуская навука, 2021. – С. 135–138.
26. Филиппов, А. И. Опрыскиватель телескопически комбинированный для объёмного и ленточного внесения рабочих растворов / А. И. Филиппов, А. А. Аутко, Э. В. Заяц, Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев // Межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» выпуск 54, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» – Минск, 2021 г. – С. 204–211.
27. Филиппов, А. И. Принцип работы автоматизированного почвообрабатывающе-посевного агрегата для овощных культур / А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, Г. С. Цыбульский, А. А. Эбертс // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 244–245.
28. Филиппов, А. И. Комбинированный почвообрабатывающе-посевной агрегат инновационных технологий / А. И. Филиппов, С. В. Стуканов, Г. С. Цыбульский, А. А. Эбертс // Сборник научных статей «Современные технологии сельскохозяйственного производства» по материалам XXIV Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2021. – С. 246–247.
29. Филиппов, А. И. Обоснование технических и конструктивных параметров опрыскивателя телескопического комбинированного в составе агрегата для междурядной обработки почвы / А. И. Филиппов, Э. В. Заяц, А. А. Аутко, В. П. Чеботарев, К. Л. Пузевич // Вестник Белорус. гос. с.-х. акад. № 1. г. Горки, 2021. – С. 178–183.