

А.И. Филиппов¹, А.А. Аутко¹, Э.В. Заяц¹, Н.Д. Лепешкин³, В.П. Чеботарев²

¹УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь,
a.fil07@mail.ru

²УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь,
v.p.chebotarev@tut.by

³РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск Республика Беларусь,
belagromechmo@tut.by

ОПРЫСКИВАТЕЛЬ ТЕЛЕСКОПИЧЕСКИЙ КОМБИНИРОВАННЫЙ ДЛЯ ОБЪЁМНОГО И ЛЕНТОЧНОГО ВНЕСЕНИЯ РАБОЧИХ РАСТВОРОВ

В данной статье приводятся технические и конструктивные параметры разработанного и предложенного нами опрыскивателя для объёмного внесения рабочих растворов.

Данное оборудование рекомендуется для использования в составе культиватора для междурядной обработки; отдельной сельскохозяйственной машиной при возделывании картофеля, борьбе с колорадским жуком, другими вредителями и болезнями растений, которые находятся в основном на нижней части листьев; качественной обработки картофеля биологическими препаратами и подкормки жидкими минеральными удобрениями.

Ключевые слова: оборудование, объёмное внесение, гряды, картофель, растения, агрегат, рабочие органы, обработка, экологическое земледелие.

A.I. Filippov¹, A.A. Autko¹, E.V. Zayats¹, N. D. Lepeshkin³, V.P. Chebotarev²

¹Education institution "Grodno State Agrarian University"
Ministry of Education of the Republic of Belarus, Grodno, Republic of Belarus,
a.fil07@mail.ru

²Education institution "Belarusian State Agrarian Technical University"
Ministry of Education of the Republic of Belarus, Minsk, Republic of Belarus
v.p.chebotarev@tut.by

³RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"
Minsk, Republic of Belarus
belagromechmo@tut.by

TELESCOPIC COMBINED SPRAYER FOR VOLUME AND TAPE APPLICATION WORKING SOLUTIONS

This article provides the technical and design parameters of the equipment developed and proposed by us for the volume application of working solutions. This equipment is recommended for use as a part of a cultivator for inter-row cultivation or as a separate agricultural machine for potato cultivation, control of the Colorado potato beetle, other pests and plant diseases that are located mainly on the lower part of the leaves, as well as qualitatively process potato plants with biological preparations and feed liquid mineral fertilizers, which is one of the urgent tasks in the cultivation of environmentally friendly potatoes.

Keywords: equipment, volumetric deposition, of the ridge, potatoes, plants, Assembly, working bodies, processing, organic farming.

Введение

Определяющим фактором при усовершенствовании существующих технологий, обеспечивающих существенное снижение пестицидной нагрузки, является применение средств механизации, обеспечивающих выполнение многих технологических операций, обладающих новыми конструктивными решениями, способствующих максимальному уничтожению сорной растительности на всех фазах роста и развития возделываемой культуры. В этой связи планируется создать новые типы рабочих органов, обладающих возможностью полного механического уничтожения сорной растительности, а также для повышения действия рабочих растворов, биопрепаратов и растворимых микроудобрений и устройство для нанесения на растения жидких растворов объемным способом, обеспечивающее одновременную обработку препаратами нижнюю и верхнюю часть листьев [1, 2, 3].

Основная часть

Недостаток известного культиватора-опрыскивателя КОУ-4/6, который используется для междурядной обработки картофеля с одновременным внесением рабочих растворов ленточным способом, заключается в том, что при выполнении технологического процесса при обработке растений жидкими рабочими растворами, их нанесение на растение происходит только сверху вниз и в основном на верхнюю часть растений.

При обработке таких сельскохозяйственных культур как картофель, такой опрыскиватель не обеспечивает полнообъемную обработку кустов картофеля со всех сторон, особенно с нижней части и внутри куста, что имеет важное значение в борьбе с колорадским жуком, личинками колорадского жука, другими вредителями и болезнями растений, находящимися, как правило, на нижней части листьев [1].

Задачей исследований и разработок является создание опрыскивателя телескопического комбинированного для объемного и ленточного внесения рабочих растворов, позволяющего проводить полную объемную обработку растений картофеля со всех сторон и особенно внутри куста. Это позволит максимально уничтожить колорадского жука, других вредителей, а также болезни растений, которые могут сохраняться на нижней части листьев, если обработку проводить только с верхней части растений.

Опрыскиватель можно быстро перенастроить, если это потребуется, на ленточное внесение рабочих растворов только верхними узлами распыла, направленными сверху вниз на растения, путём установки заглушек на многовекторные узлы распыла.

На рис. 1 представлен опрыскиватель телескопический для объемного и ленточного внесения рабочих растворов (общий вид).

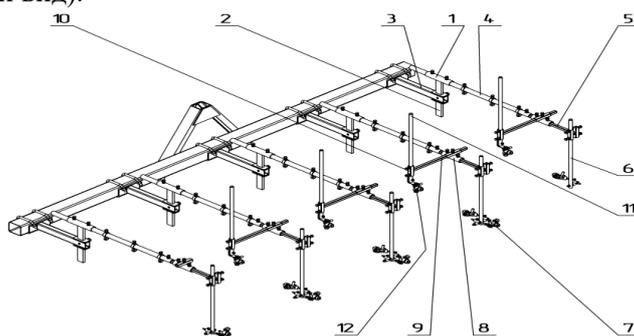


Рис. 1. Опрыскиватель телескопический комбинированный для ленточного и объемного внесения рабочих растворов

Опрыскиватель телескопический комбинированный для объемного и ленточного внесения рабочих растворов устроен следующим образом. Это телескопическая штанга 1, наружной частью жестко закрепленная на вертикальной стойке 2, которая в свою очередь закреплена на рабочей секции 3. Внутри наружной части телескопической штанги 1 вставлена передвижная труба 4 меньшим диаметром, в которую вставлена передвижная труба 5 с ещё меньшим диаметром, что даёт возможность их телескопического передвижения и фиксации. На конце передвижной трубы 5 установлена вертикальная стойка 6 с возможностью вертикального перемещения и фиксации.

В нижней части вертикальной стойки 6 закреплён многовекторный узел распыла 7, при этом на конечной части телескопической штанги 1 установлен крестообразный трубчатый фиксатор 8, в котором по горизонтали установлен шток 9 с возможностью горизонтального перемещения и фиксации, а на нём установлена втулка-фиксатор 10 в вертикальном положении, в которой размещена вертикальная стойка 11 с возможностью вертикального перемещения с фиксацией в нижней части, где которой закреплён узел распыла 12.

На рис. 2:

- секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для объемного внесения рабочих растворов;
- многовекторный узел распыла 7 с двумя распылителями направленными снизу вверх и в левую и в правую стороны, установлен и зафиксирован на вертикальной стойке 6 внизу;
- узел распыла 12 направленный сверху вниз, установлен и зафиксирован на вертикальной стойке 11 вверху.

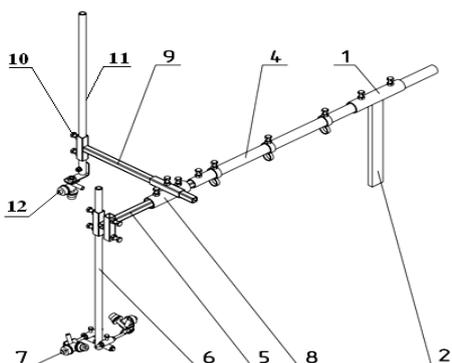


Рис. 2. Секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для объемного внесения рабочих растворов

На рис. 3 секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для объемного внесения рабочих растворов для левого стыкового междурядья, где многовекторный узел распыла 7 с одним распылителем, направленным снизу вверх и в правую сторону установлен и зафиксирован внизу на вертикальной стойке 6.

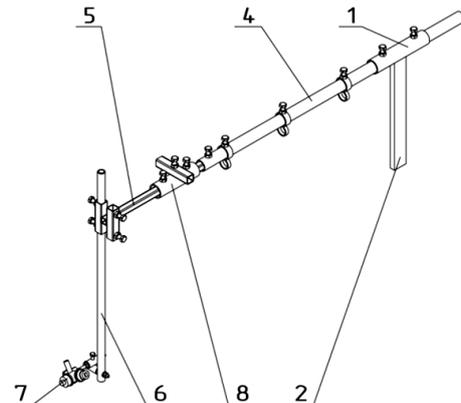


Рис. 3. Секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для объемного внесения рабочих растворов для левого стыкового междурядья

На рис. 4:

- секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для объемного внесения рабочих растворов для правого стыкового междурядья;
- многовекторный узел распыла 7 с одним распылителем, направленным снизу вверх и в левую сторону, установлен и зафиксирован внизу на вертикальной стойке 6;
- узел распыла 12 направленный сверху вниз на вертикальной стойке 11 установлен и зафиксирован вверху.

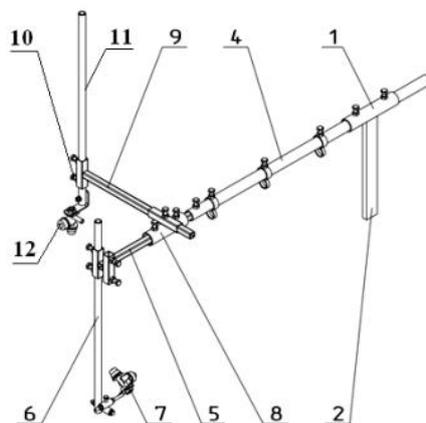


Рис. 4. Секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для объемного внесения рабочих растворов для правого стыкового междурядья

На рис. 5:

- секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для ленточного внесения рабочих растворов;
- многовекторный узел распыла 7 заглушен и установлен на вертикальной стойке 6 и зафиксирован максимально вверх;
- узел распыла 12, направленный сверху вниз, на вертикальной стойке 11 установлен и зафиксирован внизу.

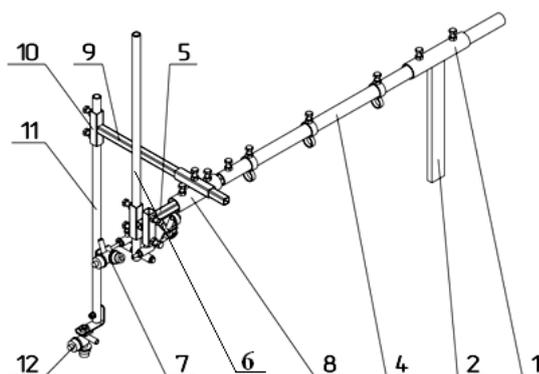


Рис. 5. Секция опрыскивателя телескопического комбинированного в настройке для ленточного внесения рабочих растворов

Технологический процесс опрыскивателя телескопического комбинированного происходит следующим образом:

- при обработке растений картофеля объемным способом, работают многовекторные узлы распыла 7, установленные и зафиксированные на вертикальных стойках 6, расположенные между рядами растений и направленные снизу вверх и в стороны;
- также, одновременно, работают и узлы распыла 12, направленные сверху вниз, установленные и зафиксированные вверху на вертикальных стойках 11, закрепленных на горизонтальных штоках 9 над растениями по центру гряд.

При обработке картофеля таким опрыскивателем многовекторные узлы распыла 7, находящиеся между рядами растений и на направленные снизу вверх и в стороны будут обрабатывать растения рабочими растворами с нижней части листьев и внутри куста. Причем они могут регулироваться перемещением и фиксацией вертикальных стоек 6 вверх или вниз, на нижней части которых они закреплены, в зависимости от высоты растений для достижения качественной обработки растений с нижней части листьев и внутри куста.

Одновременно при этом узлы распыла 12 направленные сверху вниз, установленные и зафиксированные вверху на вертикальных стойках 11, закрепленных на горизонтальных штоках 9 по центру гряд над растениями будут обрабатывать растения с верхней части. При этом вертикальная

стойка 11, на которой закреплены узлы распыла 12, может перемещаться и фиксироваться как вверх, так и вниз в зависимости от высоты растений для достижения качественной обработки верхней части растений. Опрыскиватель может использоваться как в составе культиватора для междурядной обработки, так и отдельно сельскохозяйственной машиной.

При обработке растений рабочими растворами ленточным способом на многовекторных узлах распыла 7 устанавливаются заглушки. Вертикальные стойки 6 с многовекторными узлами распыла 7, при этом поднимаются и фиксируются максимально вверх, а вертикальные стойки 11 с узлами распыла 12, направленными сверху вниз и расположенными на горизонтальных штоках 9 могут перемещаться вверх или вниз и фиксироваться в нужном положении, в зависимости от высоты ленточного внесения рабочих растворов. Ленточное внесение рабочих растворов может осуществляться перед посадкой картофеля при нарезке гребней, при довсходовой обработке или на верхнюю часть растений при послевсходовой обработке картофеля.

Использование опрыскивателя телескопического комбинированного для обработки растений, в частности картофеля рабочими растворами, позволяет наносить рабочие растворы как сверху вниз над рядами на верхнюю часть растений, так и под кроны растений, внутрь куста и на нижнюю часть листьев, под требуемыми углами.

Это важно при борьбе с колорадским жуком, личинками колорадского жука, другими вредителями и болезнями растений, которые находятся в основном на нижней части листьев. В результате такой обработки повышается качество и равномерность распределения рабочих растворов на растения со всех сторон, что оказывает положительное влияние на рост, развитие, качество и урожайность возделываемых культур.

В табл. 1 представлены исследования суммарного расхода рабочего раствора различными типами распылителей при ленточном внесении 4-мя распылителями, а также при объемной внесении 12-ю распылителями.

Т а б л и ц а 1. – Суммарный расход рабочего раствора различными типами распылителей при ленточном внесении 4-мя распылителями и при объемном внесении 12-ю распылителями

Марка распылителя	Давление ат/МПа	Расход жидкости q л/МИН	Норма высева (л/га) при скорости опрыскивания					
			6 км/ч		7 км/ч		8 км/ч	
			12 распыл.		12 распыл.		12 распыл.	
(желтые) 110.02 POL.VP	2/02	1	400		342		300	
	1,5/0,15	0,82	328		281		246	
	1/0,1	0,7	280		240		210	
(синие) Ст 110.03.iso	2/02	1,1	440		377		330	
	1,5/0,15	0,85	340		291		255	
	1/0,1	0,72	288		246		216	
(золотистые) верхние ТЕЕJET (40015E)	2/02	0,5	4 расп 66 л/га	12 расп 200 л/га	4 расп 57 л/га	12 расп 171 л/га	4 расп 50 л/га	12 расп 150 л/га
	1,5/0,15	0,45	4 расп 60 л/га	12 расп 180 л/га	4 расп 51 л/га	12 расп 154 л/га	4 расп 45л/га	12 расп 135 л/га
	1/0,1	0,38	4 расп 50 л/га	12 расп 152 л/га	4 расп 43 л/га	12 расп 130 л/га	4 расп 38 л/га	12 расп 114 л/га
(оранжевые) нижние V110(010) AG	2/02	0,3	8 расп 80 л/га	12 расп 120 л/га	8 расп 68 л/га	12 расп 102 л/га	8 расп 60 л/га	12 расп 90 л/га
	1,5/0,15	0,28	8 расп 74 л/га	12 расп 112 л/га	8 расп 64 л/га	12 расп 96 л/га	8 расп 56 л/га	12 расп 84 л/га
	1/0,1	0,25	8 расп 66 л/га	12 расп 100 л/га	8 расп 57 л/га	12 расп 96 л/га	8 расп 50 л/га	12 расп 75 л/га

Проведенные исследования суммарного расхода рабочего раствора различными типами распылителей на разработанном телескопическом опрыскивателе при ленточном внесении четырьмя распылителями при работе на разных скоростях и при разном рабочем давлении показывают, что наиболее оптимальный результат дают распылители ТЕЕJET (40015E).

Например: при рабочем давлении 1 атм и скорости движения 6 км/ч – 50 л/га, при 7 км/ч рабочий расход – 43 л/га, при 8 км/ч – 38 л/га. При рабочем давлении 1,5 атм и скорости движения 6 км/ч – 60 л/га, при 7 км/ч – 51 л/га, 8 км/ч – 45 л/га. При рабочем давлении 2 атм и скорости движения 6 км/ч, рабочий расход четырьмя распылителями – 66 л/га, 7 км/ч – 57 л/га, 8 км/ч – 50 л/га.

При объемном внесении рабочих растворов двенадцатью распылителей этого же типа при рабочем давлении 1 атм и скорости 6 км/ч – 152 л/га, при 7 км/ч – 130 л/га, 8 км/ч – 90 л/га.

При рабочем давлении 1,5 атм и скорости 6 км/ч – 180 л/га, 7 км/ч – 154 л/га, 8 км/ч – 135 л/га. При рабочем давлении 2 атм и скорости 6 км/ч – 200 л/га, 7 км/ч – 171 л/га, 8 км/ч – 150 л/га.

Примерно такие же результаты соотношений значений по расходу рабочей жидкости дают показания и по другим типам распылителей. Из таблицы мы видим, что при увеличении скорости движения агрегата расход рабочей жидкости уменьшается, поэтому для достижения требуемой дозы внесения рабочей жидкости можно увеличивать рабочее давление.

Нижние распылители при объемной обработке желательнее подбирать с меньшим расходом рабочей жидкости, так как они обрабатывают растения с двух сторон.

Полученные данные о спектре распыла дают возможность более точно определить параметр расположения распыливающей головки на требуемое расстояние от растения в зависимости от его фазы развития (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. – Определение спектра распыла различными типами распылителей

Расстояние от распылителя до объекта.	Ширина факела распыла на разных расстояниях от распылителя.			
	Ст 110.03.исосиние	110.02 POL.VP желт.	ТЕЕJET (40015E) золотист.	V110(010)AGоранж.
0,1 м	0,24	0,24	0,11	0,24
0,2 м	0,46	0,46	0,23	0,46
0,3 м	0,68	0,68	0,35	0,68
0,4м	0,92	0,92	0,48	0,92
0.5м	0,112	0,114	0,60	0,114

Таким образом, наиболее целесообразно применять для объемного опрыскивания щелевые распылители со спектром распыления 110⁰ (розовые) и щелевые распылители с углом распыла 70⁰. Учитывая то, что разработанный созданный узел крепления и регулировки распыляющей головки может регулироваться в трех плоскостях, то ширину спектра распыла можно изменять с учетом фазы развития растений, и обеспечивать объемное нанесение раствора на растения в требуемых дозах с минимальным расходом жидкости при этом, обработав растения со всех сторон.

Заключение

На основе проведенных исследований был разработан опрыскиватель телескопический комбинированный, включающий телескопические секции и узлы крепления распылителей. Разработан узел для установки одновременно двух распылителей под разными (требуемыми) углами, вращающийся и регулирующийся в трех плоскостях для качественной регулировки факела распыла при объемном внесении рабочих растворов на нижние, боковые и внутренние поверхности растений. В процессе разработки была создана новая конструкция опрыскивателя с телескопической комбинированной системой для обработки растений картофеля объемным или

ленточным способами, как в комплектации с универсальным агрегатом АУ – М2 , так и отдельной сельскохозяйственной машиной.

Внесение данным оборудованием препаратов объемным способом, включая верхний распыл рабочих растворов и нижний распыл в крону растений картофеля, будет способствовать увеличению урожайности картофеля. Для этих целей разработан экспериментальный образец оборудования, обеспечивающего объемную обработку растений рабочими органами.

В результате объемной обработки повышается качество и равномерность распределения рабочих растворов на растения со всех сторон, что оказывает важное значение на рост, развитие, качество и урожайность возделываемых культур. Необходимо проработать возможность установки устройства объемного внесения рабочих растворов на универсальный агрегат АУ-М2 для экологического земледелия.

Список использованных источников

- 1 Заяц, Э.В. Сельскохозяйственные машины: практикум // учебное пособие Э.В. Зайца [и др.]. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 518 с.
2. Заяц, Э.В. Анализ технологических операций и изыскание рабочих органов культиватора для ухода за картофелем при экологическом земледелии / Э.В. Заяц, А.А. Аутко, А.И. Филиппов, В.Н. Салей, П.В. Заяц // «Сельское хозяйство – проблемы и перспективы» сборник научных статей ; Гродно. – УО «ГГАУ», 2017. – С. 83–89.
3. Заяц, Э.В. Разработка рабочих органов машин для возделывания картофеля и овощей при экологическом земледелии. / Э.В.Заяц, А.А.Аутко, А.И.Филиппов, В.Н.Салей, П.В.Заяц // Материалы XX МНПК «Современные технологии сельскохозяйственного производства» ; – Гродно. УО «ГГАУ», 2017. – С. 182–184.
4. Лепешкин, Н.Д. Обзор зарубежных комбинированных агрегатов / Н.Д. Лепешкин, А.И. Филиппов, А.С. Добышев, К.Л. Пузевич // Материалы МНТК Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии // – Минск, 2016. – С. 141–147.
5. 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. Аутко, 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». – Минск, 2017. – С. 100–113.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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. – С. 139–142.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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 / УО «ГГАУ» – Гродно, 2019. – С. 255–257.
14. 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. – С. 258–260.
15. 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. – С. 69–73.
16. 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. – С. 54–56.
17. 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. – С. 56–59.
18. 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. – С. 71–73.
19. 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.
20. 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. – С. 170–172.
21. 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. – С. 27–33.
22. 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. –С. 23–27.

23. 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. – С. 153–157.