

УДК633.522:631.352.5

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-129-133

Р.А. Ростовцев,  
Р.А. Попов, ✉  
Е.М. Пучков

Федеральный научный центр лубяных культур, Тверь, Россия

✉ r.popov@fncl.ru

Поступила в редакцию:  
07.04.2023

Одобрена после рецензирования:  
01.06.2023

Принята к публикации:  
21.06.2023

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-372-7-129-133

Roman A. Rostovtsev,  
Roman A. Popov, ✉  
Evgeniy M. Puchkov

Federal Research Center of Fibre Crops,  
Tver, Russia

✉ r.popov@fncl.ru

Received by the editorial office:  
07.04.2023

Accepted in revised:  
01.06.2023

Accepted for publication:  
21.06.2023

## Инновационный способ уборки технической конопли и схема многофункционального агрегата для его осуществления

### РЕЗЮМЕ

**Актуальность.** Техническая (безнаркотическая) конопля возделывается на семена, волокно и двустороннее использование (семена + волокно), поэтому для ее уборки применяются различные технологии и технические средства. Технологии уборки требуют использования специализированной высокопроизводительной техники, способной выполнять за один проход несколько технологических операций. Процесс осложнен высотой растений, достигающих к моменту уборки в среднем 2–3 м, а также строением стеблей, имеющих волокнистую структуру и древесную составляющую. Анализ показал, что в настоящее время отсутствуют отечественные машины, способные выполнять уборку технической конопли с очесом на корню и сохранением технической длины стебля. Это послужило основой для разработки нового способа уборки и схемы агрегата для его осуществления.

**Методы.** Использован широкий спектр научных исследований в области выращивания, уборки и переработки технической конопли. Применен принцип соответствия разработанного способа и схемы агрегата для уборки научно-техническому уровню по совокупности показателей надежности и качества выполнения технологического процесса, экологичности и безопасности производства, быстрой смены рабочих органов, патентной защищенностью.

**Результаты.** Разработан инновационный способ уборки технической конопли с очесом семянных метелок на корню и сохранением технической длины стебля. Предложена конструктивно-технологическая схема многофункционального агрегата для реализации способа на базе отечественного зерноуборочного комбайна, агрегируемого с адаптерами для сбора семян конопли и срезания очесанных стеблей. Ожидается, что разработанный способ позволит повысить производительность уборки до 30%, качество обмолота — до 95%, чистоту семян — до 50%, улучшить качество конопляной тресты до одного сортомера, получить первично очищенные семена, а также конопляную тресту для производства длинного пеньковолокна и костры.

**Ключевые слова:** техническая конопля, технологии уборки, способ, многофункциональный агрегат, семена, стебли, треста, пеньковолокно

**Для цитирования:** Ростовцев Р.А., Попов Р.А., Пучков Е.М. Инновационный способ уборки технической конопли и схема многофункционального агрегата для его осуществления. *Аграрная наука.* 2023; 372(7): 129–133. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-129-133>

© Ростовцев Р.А., Попов Р.А., Пучков Е.М.

## An innovative technical hemp harvesting method and a diagram of a multifunctional unit for its implementation

### ABSTRACT

**Relevance.** Technical (drug-free) hemp is cultivated for seeds, for fiber and for bilateral use (seeds + fiber), so various technologies and technical means are used for its harvesting. Harvesting technologies require the use of specialized high-performance equipment capable of performing several technological operations in one pass. The process is complicated by the height of the plants, reaching an average of 2–3 m by the time of harvest, as well as the structure of the stems, which have a fibrous structure and a woody component. The analysis showed that at present there are no domestic machines capable of harvesting industrial hemp with lint on the vine and maintaining the technical length of the stems. This served as the basis for the development of a new method of harvesting and the scheme of the unit for its implementation.

**Methods.** A wide range of scientific research in the field of cultivation, harvesting and processing of technical cannabis has been used. The principle of compliance of the developed method and scheme of the harvesting unit with the scientific and technical level is applied in terms of the totality of indicators of reliability and quality of the technological process, environmental friendliness and production safety, quick change of working bodies, patent protection.

**Results.** An innovative method of harvesting technical hemp has been developed with the removal of seed panicles at the root and the preservation of the technical length of the stem. A structural-technological scheme of a multifunctional unit for implementing the method based on a domestic combine harvester, aggregated with adapters for collecting the seed part of hemp and cutting the combed stalks is proposed. It is expected that the developed method will increase harvesting productivity up to 30%, threshing quality up to 95% and seed purity up to 50%, improve the quality of hemp trusts to one variety number, obtain primary cleaned seeds, as well as hemp weed for the production of long hemp fiber and bonfires.

**Key words:** technical hemp, harvesting technologies, method, multifunctional unit, seeds, stems, straws, hemp fiber

**For citation:** Rostovtsev R.A., Popov R.A., Puchkov E.M. An innovative technical hemp harvesting method and a diagram of a multifunctional unit for its implementation. *Agrarian science.* 2023; 372(7): 129–133 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-372-7-129-133>

© Rostovtsev R.A., Popov R.A., Puchkov E.M.

## Введение/Introduction

Посевная (техническая) конопля (*Cannabis sativa* L.) — стратегическая сельскохозяйственная культура с огромным бизнес-потенциалом, являющаяся источником самого прочного лубяного волокна и ценным сырьем для производства пищевой и иной разнообразной продукции во многих отраслях экономики. Особую ценность культуры представляют конопляное волокно (пенька), целлюлоза и масло семян конопли [1, 2].

Посевная площадь технической конопли в России в 2022 году составила 14,3 тыс. га, или 108,7%, к уровню 2021 г., что обусловлено расширением географии выращивания культуры и возрастающим спросом на натуральную и экологически чистую продукцию, в том числе из технической конопли<sup>1</sup>.

С учетом природно-климатических условий и направлений хозяйственного использования техническая конопля возделывается на семена, волокно, а также двусторонне (семена + волокно), поэтому для ее уборки применяются различные технологии и технические средства. Вместе с тем механизация уборочных работ является одной из главных проблем в коноплеводстве, что обусловлено необходимостью сбора семян и срезанием высокорослых волокнистых стеблей, обладающих в период технической спелости повышенной прочностью. Кроме того, технологии уборки тесно связаны с последующими операциями приготовления тресты, переработки семян и стеблевой массы, отделения волокна от древесной части и т. п.

Анализ различных технологий уборки технической конопли [3, 4]<sup>2</sup> показал, что на сегодняшний день отсутствуют отечественные машины, способные осуществлять уборку культуры по всем трем направлениям ее возделывания, в том числе с очесом стеблей на корню и сохранением полной технической длины стебля для получения длинного пеньковолокна. Наиболее распространенная в настоящее время (в том числе за рубежом) технология уборки конопли зерноуборочными комбайнами [5–9] имеет ряд недостатков. После сбора семян в поле остается нескошенный стеблестой различной высоты (до 1,5 м). Это значительно затягивает сроки уборки, переходящие с осени одного года на весну следующего, и не позволяет производить осеннюю обработку почвы и посев озимых культур, что является проблемой для большинства хозяйств. При весеннем сборе стеблей уже в виде готовой тресты образуется хаотично разбросанная масса из обломков стеблей различной длины и ориентации, сцепленных и спутанных между собой, что весьма затрудняет их подбор, прессование и дальнейшую переработку. Возникает необходимость дополнительной операции прикатывания тресты перед подбором.

Адаптированные для этой технологии уборки зерноуборочные комбайны «ПОЛЕСЬЕ-GS10/GS12», «Акрос-585/595», «Дон-1500Б» и др. оснащены жаткой с режущим аппаратом сегментного типа, которым срезаются семенные метелки вместе с частью стебля (1/3 от общей длины), уменьшая тем самым его общую техническую длину, как источника сырья для получения пеньковолокна. При этом вместе с метелками на обмолот

в комбайн поступает и срезанная часть стебля, имеющая прочные лубяные волокна, что создает дополнительную нагрузку на его рабочие органы, приводит к образованию забивок, намоток на вращающиеся элементы и вынужденным остановкам комбайна.

В связи с изменением экономических условий производства в аграрном секторе и новыми задачами отрасли коноплеводства по повышению качества и конкурентоспособности продукции существующие технологии и технические средства для уборки посевной конопли требуют совершенствования и перехода на инновационную основу.

Цель исследований — повышение эффективности уборки технической конопли путем разработки инновационного способа и схемы многофункционального агрегата для его осуществления.

## Материалы и методы исследований / Materials and methods

Исследования проводились в 2021–2022 годах на базе ФГБНУ «ФНЦ ЛК» совместно с ПАО «Пензенский машиностроительный завод (ПАО «Пензмаш»). Объектом исследования являлись технологии уборки технической конопли и применяемые технические средства. В процессе исследований изучались технологии уборки культуры в ряде ведущих коноплесеющих регионов России (Курской, Ивановской, Пензенской областях и других субъектах), проводился анализ технологий, применяемых в зарубежных странах.

В ходе разработки нового способа исследовались показатели качества работы адаптера для уборки конопли в производственных условиях коноплесеющего хозяйства ООО «Смарт Хемп Иваново» Ивановской области в сравнении с уборкой конопли зерновым комбайном в обособленном подразделении ФГБНУ «ФНЦ ЛК» Пензенский НИИСХ в Пензенской области.

В процессе работы также проводились теоретические исследования и обоснование конструктивно-технологической схемы агрегата, применялись экспериментальные и производственные методы, методы сравнительного и системного анализа данных, экспертной оценки. Опирались на результаты хозяйственной деятельности коноплесеющих хозяйств, а также на данные собственных исследований авторов.

## Результаты и обсуждение / Results and discussion

Научные изыскания и результаты исследований различных технологий [9, 10] подтвердили необходимость разработки нового способа уборки технической конопли и схемы многофункционального агрегата для его осуществления. Этот способ должен обеспечивать получение семян конопли и конопляной тресты при снижении себестоимости производства за счет экономии топлива и электроэнергии на сушку и переработку семенного вороха, а также исключения дополнительных операций при получении лубяного сырья.

В соответствии с поставленной целью был разработан и запатентован инновационный способ уборки технической конопли [6, 11], схема которого представлена на рисунке 1.

<sup>1</sup> См.: Посевные площади и валовые сборы сельскохозяйственных культур. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/organizations/> (дата обращения: 01.03.2023).

<sup>2</sup> См. также: Машины для уборки конопли. Росленконопля. 27.07.2018. Режим доступа: <https://www.rosflaxhemp.ru/fakti-i-cifri/o-konople/agrotekhnika-i-selkhoz mashiny.html/id/2460> (дата обращения: 21.12.2022); Перевозников В.Н., Филатов В.Г. Аспекты формирования комплекса машин для возделывания, уборки и первичной переработки конопли агротехнического назначения. Бобруйскгагромаш. 26.12.2019. Режим доступа: [https://bobruiskagromach.com/about/innovation-and-development/pkonoplja\\_2019\\_12\\_26/](https://bobruiskagromach.com/about/innovation-and-development/pkonoplja_2019_12_26/) (дата обращения: 11.01.2023).

**Рис. 1.** Схема инновационного способа уборки технической конопли  
**Fig. 1.** Scheme of an innovative method of harvesting technical hemp



В новом способе уборки очес семенных метелок производится со стеблей на корню в стадии спелости семян, близкой к полному созреванию (от 80 до 90% для минимизации потерь семян) и осуществляется методом протягивания стеблей между зубьями гребенки очесывающего устройства, освобождая их от семенной части. Очесанный ворох поступает на обмолот для получения семян и их первичной очистки. Одновременно с обмолотом вороха осуществляется скашивание очесанных стеблей в комлевой части и укладка их в валок для вылежки в тресту.

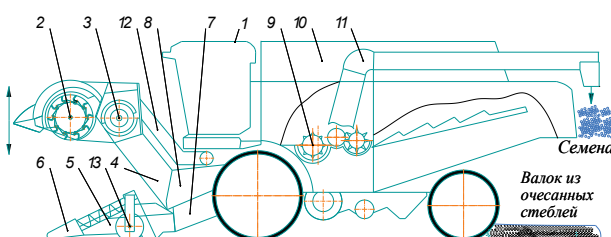
Способ исключает срезание верхушечной части стебля, содержащей прочные лубяные волокна, при этом сохраняется техническая длина стеблей для производства длинного пеньковолокна. За счет отсутствия в очесанном ворохе стеблевой части обеспечивается качественный обмолот без дополнительной нагрузки на рабочие органы уборочной машины.

Для реализации инновационного способа разработана конструктивно-технологическая схема многофункционального агрегата (совместная разработка с ПАО «Пензмаш») [6, 11] (рис. 2).

Агрегат содержит энергетическое средство, очесывающее устройство со шнеком, приемную камеру для приема и перемещения очесанной массы, жатку-косилку с делителями для среза очесанных стеблей, картер, передающий вращение очесывающему устройству и жатке-косилке, наклонную камеру с транспортером,

**Рис. 2.** Конструктивно-технологическая схема многофункционального агрегата для уборки технической конопли (по патенту № 2772915): 1 — энергетическое средство, 2 — очесывающее устройство, 3 — шнек, 4 — приемная камера, 5 — жатка-косилка, 6 — делители, 7 — картер, 8 — наклонная камера, 9 — молотильно-сепарирующее устройство, 10 — бункер, 11 — выгрузной шнек, 12 — гидравлические пантографы, 13 — опорные колеса

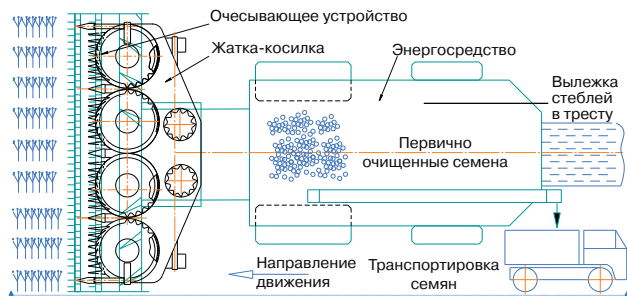
**Fig. 2.** Structural and technological scheme of a multifunctional unit for harvesting technical hemp (patent No. 2772915): 1 — power tool, 2 — stripping device, 3 — auger, 4 — receiving chamber, 5 — header-mower, 6 — dividers, 7 — crankcase, 8 — feeder house, 9 — threshing and separating device, 10 — hopper, 11 — unloading auger, 12 — hydraulic pantographs, 13 — support wheels



<sup>3</sup> Жатка навесная очесывающего типа «Озон». Пензмаш. Режим доступа: <https://penzmash.ru/root/1-ozon/?ysclid=lfv7996y3d706874431> (дата обращения: 21.02.2022).

**Рис. 3.** Схема процесса работы многофункционального агрегата для уборки технической конопли (по патенту № 2772915)

**Fig. 3.** Scheme of the work process multifunctional unit for harvesting technical hemp (according to patent No. 2772915)



молотильно-сепарирующее устройство, бункер для семян и выгрузной шнек.

Очесывающее устройство гребенчатого типа, установлено на гидравлических пантографах для перемещения в вертикальной плоскости в зависимости от высоты стеблестоя и расположения на них семенных метелок для наибольшего захвата и гарантированного очеса стеблей.

Жатка-косилка ротационного типа, расположена под очесывающим устройством. Имеет четыре вращающихся на осях в противоположном направлении барабана, которые состоят из режущих и транспортирующих дисков. Сегменты режущих дисков оснащены напаянными твердосплавными пластинами для повышения износостойкости и долговечности при срезе волокнистых стеблей. Выбор жатки такого типа обусловлен необходимостью обеспечения высокой производительности уборки и скорости резания, исключения забивок, намоток на рабочие органы и вынужденных остановок.

Работа многофункционального агрегата осуществляется следующим образом (рис. 3).

При движении агрегата по полю очесывающее устройство, вынесенное вперед жатки-косилки, воздействует на верхушечную часть стеблей, при этом расположенные на них метелки с семенами попадают в зону вращения очесывающих гребенок. Стебли захватываются гребенками очесывающего устройства и протягиваются сквозь щели зубьев гребенок, освобождаясь от вороха. Очесанный ворох шнеком передается через приемную камеру на транспортер наклонной камеры и далее в молотильно-сепарирующее устройство для обмолота, а полученные семена проходят первичную очистку и поступают в бункер, из которого затем выгружаются в транспортное средство. Очесанные стебли разделяются на полосы делителями жатки-косилки, захватываются выступами транспортирующих дисков, срезаются в комлевой части режущими дисками, перемещаются к центру жатки-косилки комлями вперед, формируются в более плотный слой и укладываются в валок между колесами энергосредства для дальнейшего приготовления тресты.

В качестве энергосредства для многофункционального агрегата предполагается использование отечественного зерноуборочного комбайна мощностью от 280 л. с. Адаптерами для сбора конопли послужит жатка очесывающего типа «ОЗОН» (производства ПАО «Пензмаш») <sup>3</sup> с модернизированным очесывающим устройством, установленная на гидравлических

пантографах для регулировки высоты очеса, а также жатка-косилка ротационного типа для среза очесанных стеблей и укладки в валок.

Разработанный способ позволит повысить: производительность уборки — до 30%, качество обмолота — до 95%, чистоту семян — до 50%, улучшить качество конопляной тресты до одного сортомера и получить первично очищенные семена, а также конопляную тресту для производства длинного пеньковолокна. Агрегат может применяться для различных технологий уборки технической конопли.

В ходе исследований проводилась оценка показателей качества работы адаптера для среза стеблей технической конопли (производства ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»») <sup>4</sup> в сравнении с уборкой конопли сегментной зерновой жаткой комбайна «Дон-1500Б» в реальных условиях агропредприятий в период уборки посевов [9]. Характеристика культуры представлена в таблице 1.

Работа адаптера осуществлялась на базе кормоуборочного комбайна «Дон-680М», модернизированного для уборки технической конопли (разработка ООО «Комбайновый завод «Ростсельмаш»») [10] (рис. 4).

При проведении исследований установлено, что ротационный режущий аппарат адаптера обеспечивает наиболее качественный срез стеблей технической конопли (независимо от их диаметра) без нарушения технологического процесса по сравнению с сегментным аппаратом зерновой жатки, где наблюдались частые забивки, намотки и вынужденные остановки. Агрегат работает на более высоких скоростях (до 10 км/ч), особенно на равномерном фоне, чем зерноуборочный комбайн (до 3 км/ч), тем самым повышается производительность работы до 5 га/ч, при этом забивки адаптера незначительны. Минимальная высота среза стеблей адаптером составила 150 мм, сегментной жаткой — 800 мм. Адаптер обеспечивает качественную уборку как низкорослой, так и высокорослой конопли. Сводные данные результатов исследований приведены в таблице 2.

**Рис. 4.** Общий вид адаптера для среза стеблей технической конопли  
**Fig. 4.** General view of the adapter for cutting technical hemp stalks



Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.  
Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу.  
Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Таблица 1.** Характеристика культуры при проведении исследований

**Table 1.** Characteristics of culture during research

Показатель	Ивановская область	Пензенская область
Сорт конопли	Надежда	Сурская
Направление возделывания	на волокно зеленоец	на семена
Стадия спелости при уборке	отцветание поскони	созревание 95% семян
Посевная площадь конопли, га	1290	60
Ширина междурядий, см	12,5	70
Густота стеблей, шт/м <sup>2</sup>	80,0	43,0
Высота стеблестоя минимальная/максимальная, м	1,5/3,5	2,0/3,7
Диаметр стеблей конопли минимальный/максимальный, мм	10/20	7/13

**Таблица 2.** Результаты исследований адаптеров для уборки конопли

**Table 2.** Research results of adapters for harvesting cannabis

Показатель	Значение	
	жатка-косилка	жатка зерновая ЖУ-7
Адаптер для среза конопли	кормоуборочный комбайн «Дон-680М»	зерноуборочный комбайн «Дон-1500Б»
Энергосредство	отсутствует	6,0
Бункер для зерна (семян), м <sup>3</sup>	до 20	до 20
Транспортная скорость, км/ч	4,5	7,0
Ширина захвата жатки, м	ротационный	сегментно-пальцевый
Тип режущего аппарата	бесподпорный	подпорный
Принцип среза	6,0–10,0	2,0–3,0
Фактическая скорость при уборке конопли, км/ч	3,5–5	1,0–1,5
Производительность, га/ч	150	800
Минимальная высота среза, мм		

Проведение исследований очесывающего устройства на технической конопле планируется в уборочный сезон 2023 года.

### Выводы/Conclusion

В результате исследований разработан инновационный способ уборки технической конопли с очесом семян на корню и сохранением технической длины стебля. Предложена конструктивно-технологическая схема многофункционального агрегата для его осуществления, основанная на базе отечественного зерноуборочного комбайна, агрегируемого с адаптерами для сбора семенной и стеблевой части конопли, что позволит получить первично очищенные семена, а также конопляную тресту для производства длинного пеньковолокна и костры. Исследования качества работы адаптера для среза стеблей в производственных условиях подтвердили явные преимущества разработанного технического решения в сравнении с традиционным способом уборки. Изготовление опытного образца многофункционального агрегата потребует проведения дополнительных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и организации производства.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work.  
The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism.  
The authors declare no conflict of interest.

<sup>4</sup> «Ростсельмаш» представил инженерные решения для промышленного коноплеводства. Ростсельмаш. 26.11.2020. Режим доступа: <https://rostselmash.com/media/news/rostselmash-predstavil-inzhenernye-resheniya-dlya-promyshlennogo-konoplevodstva/?ysclid=lfv3myf5zq961070290> (дата обращения: 21.02.2022).

**ФИНАНСИРОВАНИЕ**

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки России в рамках Государственного задания ФГБНУ «ФНЦ ЛК» (№ FGSS-2022-0005).

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Кабунина И.В. Современная структура мирового рынка производства конопли. *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021; (4): 40–44. <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-4-40-44>
2. Смирнов А.А., Серков В.А., Зеленина О.Н. К вопросу общей концепции инновационного развития отечественного коноплеводства. *Достижения науки и техники АПК*. 2011; (12): 34–36. <https://elibrary.ru/okkjbf>
3. Ростовцев Р.А., Ушаповский И.В., Голубев И.Г., Мишуrow Н.П. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур. Научное издание. Москва: *Росинформагротех*. 2020; 156. ISBN 978-5-7367-1597-8
4. Короченко С.П., Маринченко И.А. Направления в механизации уборки промышленной конопли. *Инновационные разработки для производства льна. Материалы Международной научно-практической конференции ФГБНУ ВНИИМЛ*. Тверь: Тверской государственный университет. 2015; 190–196. <https://elibrary.ru/tytpcf>
5. Шейченко В.А., Маринченко И.А., Ковалев М.М. Исследование влияния рабочих органов машин на сырье из конопли. *Техника и оборудование для села*. 2016; (3): 11–13. <https://elibrary.ru/vpwjyn>
6. Пучков Е.М., Попов Р.А. Аспекты дифференцированного формирования системы машин для различных технологий уборки технической конопли. *Аграрная наука*. 2022; (5): 122–127. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127>
7. Faugno S., Sannino M., Crimaldi M., Caracciolo G., Assirelli A. Hemp seed mechanical harvesting efficiency analysis. *EUBCE 2018 – 26th European Biomass Conference & Exhibition, 14–17 May 2018, Copenhagen, Denmark*. 2018; 374–377.
8. Новиков Э.В., Безбаченко А.В., Алтухова И.Н., Пучков Е.М. Технология переработки беззакотической конопли после зернового комбайна в одноплетное и штапельное волокно. *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности*. 2017; (2): 156–160. <https://elibrary.ru/zejplf>
9. Попов Р.А., Бакулова И.В. Результаты полевых исследований уборки технической конопли по различным технологиям. *Аграрный научный журнал*. 2022; (7): 108–112. <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp108-112>
10. Попов Р.А. Инновационные разработки и современные технические средства для уборки конопли посевной. *Таврический вестник аграрной науки*. 2021; (1): 150–163. <https://elibrary.ru/emphbn>
11. Игнатов В.Д., Ростовцев Р.А., Мкртчян С.Р., Попов Р.А., Пучков Е.М., Соловьев С.В. Способ уборки технической конопли на семена и тресту и multifunctional агрегат для его осуществления. Патент РФ № 2772915 Российская Федерация. Дата начала отсчета срока действия патента: 07.06.2021. Опубликовано: 27.05.2022.

**ОБ АВТОРАХ:**

**Роман Анатольевич Ростовцев**, доктор технических наук, член-корреспондент РАН, профессор РАН, директор, Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, д. 17/56, Тверь, 170041, Россия [r.rostovcev@fncl.ru](mailto:r.rostovcev@fncl.ru) <https://orcid.org/0000-0003-0368-1035>

**Роман Андреевич Попов**, кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроинженерных технологий, Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, д. 17/56, Тверь, 170041, Россия [r.popov@fncl.ru](mailto:r.popov@fncl.ru) <https://orcid.org/0000-0002-9400-3530>

**Евгений Михайлович Пучков**, кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агроинженерных технологий, Федеральный научный центр лубяных культур, Комсомольский пр-т, д. 17/56, Тверь, 170041, Россия [e.puchkov@fncl.ru](mailto:e.puchkov@fncl.ru) <https://orcid.org/0000-0001-6852-5629>

**FUNDING:**

Work was carried out with the support of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the framework of the State Task of the FSBSI «FSC of Bast Crops» (No. FGSS-2022-0005).

**REFERENCES**

1. Kabunina I.V. Modern world market structure hemp production. *Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal*. 2021; (4): 40–44 (In Russian). <https://doi.org/10.24412/2587-6740-2021-4-40-44>
2. Smirnov A.A., Serkov V.A., Zelenina O.N. On the general concept of innovation development of hemp production. *Achievements of Science and Technology of A/C*. 2011; (12): 34–36 (In Russian). <https://elibrary.ru/okkjbf>
3. Rostovtsev R.A., Ushchapovsky I.V., Golubev I.G., Mishurov N.P. Machines, equipment and technologies for cultivation and processing of fiber crops. Scientific edition. Moscow: *Rosinformagrotekh*. 2020; 156 (In Russian). ISBN 978-5-7367-1597-8
4. Koropchenko S.P., Marinchenko I.A. Directions in the mechanization of industrial hemp harvesting. *Innovative developments for the production of flax. Proceedings of the International scientific and practical conference of the All-Russian Scientific Research Institute of Flax Growing Mechanization*. Tver: Tver State University. 2015; 190–196 (In Russian). <https://elibrary.ru/tytpcf>
5. Sheichenko V.A., Marinchenko I.A., Kovalev M.M. Influence of operating parts of machines on hemp raw material. *Machinery and Equipment for Rural Area*. 2016; (3): 11–13 (In Russian). <https://elibrary.ru/vpwjyn>
6. Puchkov E.M., Popov R.A. Aspects of the differentiated formation of a system of machines for various technologies of harvesting technical hemp. *Agrarian science*. 2022; (5): 122–127 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-359-5-122-127>
7. Faugno S., Sannino M., Crimaldi M., Caracciolo G., Assirelli A. Hemp seed mechanical harvesting efficiency analysis. *EUBCE 2018 – 26th European Biomass Conference & Exhibition, 14–17 May 2018, Copenhagen, Denmark*. 2018; 374–377.
8. Novikov E.V., Bezbabchenko A.V., Altukhova I.N., Puchkov E.M. Technology of processing of hemp after the grain combine in the same and chopped fibre. *Proceedings of Higher Education Institutions. Textile Industry Technology*. 2017; (2): 156–160 (In Russian). <https://elibrary.ru/zejplf>
9. Popov R.A., Bakulova I.V. The results of field studies of harvesting technical hemp by various technologies. *The Agrarian scientific journal*. 2022; (7): 108–112 (In Russian). <https://doi.org/10.28983/asj.y2022i7pp108-112>
10. Popov R.A. Innovative developments and modern technical means for seeded hemp harvesting. *Taurida Herald of the Agrarian Sciences*. 2021; (1): 150–163 (In Russian). <https://elibrary.ru/emphbn>
11. Ignatov V.D., Rostovtsev R.A., Mkrtychyan S.R., Popov R.A., Puchkov E.M., Solovjev S.V. Method for harvesting technical hemp for seeds and retted stalks and a multifunctional unit for its implementation. RF Patent No. 2772915. Starting date of the patent validity period: 07.06.2021. Published: 27.05.2022 (In Russian).

**ABOUT THE AUTHORS:**

**Roman Anatolyevich Rostovtsev**, Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences, Director, Federal Reserch Center for Fiber Crops, 17/56 Komsomolskiy Prospekt, Tver, 170041, Russia [r.rostovcev@fncl.ru](mailto:r.rostovcev@fncl.ru) <https://orcid.org/0000-0003-0368-1035>

**Roman Andreevich Popov**, Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Agroengineering Technologies, Federal Reserch Center for Fiber Crops, 17/56 Komsomolskiy Prospekt, Tver, 170041, Russia [r.popov@fncl.ru](mailto:r.popov@fncl.ru) <https://orcid.org/0000-0002-9400-3530>

**Evgeny Mikhailovich Puchkov**, Candidate of Economic Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Agroengineering Technologies, Federal Reserch Center for Fiber Crops, 17/56 Komsomolskiy Prospekt, Tver, 170041, Russia [e.puchkov@fncl.ru](mailto:e.puchkov@fncl.ru) <https://orcid.org/0000-0001-6852-5629>