

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-530664>

Оригинальное исследование



Технология уборки кочанной капусты с применением многовариантного комбайна и ее экономическая оценка

А.С. Алатырев, И.С. Кручинкина, С.С. Алатырев, В.С. Никитин

Чувашский государственный аграрный университет, Чебоксары, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Введение. В современном овощеводстве, преимущественно в условиях малых форм хозяйствования, наиболее востребованными являются низкозатратные адаптируемые к различным агротехническим и производственным условиям технические средства. Таким техническим средством, в частности, является разработанный в Чувашском государственном аграрном университете многовариантный капустоуборочный комбайн блочной конструкции.

Цель исследования — выявление особенностей технологии уборки кочанной капусты с применением нового капустоуборочного комбайна и экономическая оценка его по вариантам использования.

Материалы и методы. Предусмотрено компонование многовариантного капустоуборочного комбайна в трех исполнениях с возможностью выполнять уборку кочанной капусты по различным технологическим схемам: отгрузкой кочанов навалом в кузов транспортного средства; отгрузкой кочанов в контейнеры, установленные в кузове тракторного транспортного агрегата; отгрузкой кочанов сначала на гибкий настил или на полотно ленточного транспортера, установленных в кузове тракторной тележки над контейнерами; распределением потока кочанов вдоль кузова тракторного транспортного средства с помощью продольных транспортеров нижнего или верхнего расположения и с последующей перекладкой кочанов с них в контейнеры вручную. Предложено выбрать указанные выше технологические схемы уборки капусты с применением многовариантного комбайна в хозяйстве исходя из сложившихся агротехнических и производственных условий с учетом трудовых, прямых и приведенных затрат, представленных в работе расчетным путем.

Результаты и обсуждение. Установлены по результатам проведенных экономических расчетов трудозатраты, эксплуатационные издержки и приведенные затраты по предложенным схемам уборки кочанной капусты с применением многовариантного комбайна. Предложенные варианты уборки капусты являются экономичными по трудозатратам, эксплуатационным издержкам и приведенным затратам по сравнению с базовым вариантом (поточной уборки).

Заключение. Рекомендуется применять конкретную схему уборки капусты с помощью многовариантного комбайна исходя из агротехнических и производственных условий в хозяйстве с учетом приведенных результатов экономической оценки.

Ключевые слова: технология уборки кочанной капусты; применение многовариантного комбайна; трудозатраты; эксплуатационные издержки и приведенные затраты по вариантам уборки.

Как цитировать:

Алатырев А.С., Кручинкина И.С., Алатырев С.С., Никитин В.С. Технология уборки кочанной капусты с применением многовариантного комбайна и ее экономическая оценка // Тракторы и сельхозмашины. 2023. Т. 90, № 5. С. 487–498. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-530664>

Рукопись получена: 06.07.2023

Рукопись одобрена: 15.08.2023

Опубликована онлайн: 11.10.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-530664>

Original Study Article

The technology of cabbage harvesting with the use of the multiple-option harvester and the economic assessment of it

Alexey S. Alatyrev, Irina S. Kruchinkina, Sergey S. Alatyrev, Vadim S. Nikitin

Chuvash State Agrarian University, Cheboksary, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: In modern vegetable growing, mainly in conditions of small forms of business, low-cost technical means adapted to different agrotechnical and production conditions are the most in demand. One of these technical means, in particular, is a multiple-option cabbage harvester of modular design developed at the Chuvash State Agrarian University.

AIMS: Identification of features of the technology of harvesting cabbage with the use of the new cabbage harvester and economic assessment of it at different use scenarios.

METHODS: The multiple-option cabbage harvester is provided with three layout versions with the ability to harvest cabbage heads according to various technological schemes. These are break-bulk loading the truck body with cabbage heads; loading the containers installed at the body of a tractor transport unit; displacement of cabbage heads first on a flexible flooring or on the cloth of a belt conveyor installed in the body of a tractor trolley over containers; distribution the cabbage flow along the tractor body using longitudinal conveyors of the lower or upper location and with the subsequent transfer of cabbage heads from them to containers manually. It is proposed to choose the mentioned technological schemes of cabbage harvesting with the use of the multiple-option harvester on a farm basing on the prevailing agrotechnical and production conditions, considering labor, direct and reduced costs, given in the work by calculation.

RESULTS: Based on the results of economic calculations, labor costs, operating costs and total costs were found for the proposed schemes of cabbage harvesting with the use of the multiple-option harvester. The proposed cabbage harvesting options are economical in terms of labor costs, operating costs and total costs compared to the basic option (in-line harvesting).

CONCLUSIONS: It is recommended to apply a specific scheme for cabbage harvesting using the multiple-option harvester basing on the agrotechnical and production conditions of a farm, taking into account the given results of the economic assessment.

Keywords: cabbage harvesting technology; use of a multiple-option harvester; labor costs; operating costs and total costs for options of harvesting.

To cite this article:

Alatyrev AS, Kruchinkina IS, Alatyrev SS, Nikitin VS. The technology of cabbage harvesting with the use of the multiple-option harvester and the economic assessment of it. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(5):487–498. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-530664>

Received: 06.07.2023

Accepted: 15.08.2023

Published online: 11.10.2023

ВВЕДЕНИЕ

Уборка кочанной капусты является трудозатратным процессом. Поэтому, в ряде стран мира уделяют существенное внимание проблеме механизации уборки кочанной капусты [1]. В частности, заметных результатов в разработке капустоуборочной техники добились в Европе [2], особенно фирмы Asa-Lift (Дания), Vanhocke (Бельгия), RPD (Италия). Появились опытные образцы капустоуборочных машин в Канаде [3], Китае [4–6], Японии [7–9], в странах ближнего зарубежья (Беларуси и Казахстане) [10, 11].

В России заметные результаты в разработке капустоуборочных машин были достигнуты в 70–80 гг. прошлого столетия, в период социализма [12]. Были созданы капиталоемкие машины и технологии для крупного товарного производства овощей в специализированных овощеводческих хозяйствах.

В современном овощеводстве, преимущественно в условиях малых форм хозяйствования, наиболее востребованными являются низкокзатратные, технологически простые, адаптируемые к разным агротехническим и производственным условиям технические средства [13]. На наш взгляд, таким техническим средством является, разработанный в Чувашском государственном аграрном университете, многовариантный капустоуборочный комбайн блочной конструкции.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью исследования является выявление особенностей технологии уборки кочанной капусты с применением нового капустоуборочного комбайна и экономическая оценка его по вариантам использования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Многовариантный капустоуборочный комбайн содержит блоки режущего аппарата, стола доработки с транспортер-обрезчиком, элеватора и продольных транспортеров нижнего и верхнего расположения.

При этом представляется возможным компоновать капустоуборочный комбайн из названных блоков в трех конструктивных исполнениях:

- с элеватором (рис. 1);
- с продольным транспортером нижнего расположения (рис. 2);
- с элеватором совместно с продольным транспортером верхнего расположения (рис. 3).

В данных конструктивных исполнениях многовариантного капустоуборочного комбайна возможны различные схемы машинной уборки кочанной капусты. Из них отмечаем схему 1 уборки кочанной капусты отгрузкой кочанов навалом в кузов универсального тракторного транспортного агрегата, которая также

применяется в работе известных традиционных монофункциональных капустоуборочных машин [2–4, 7, 10].

Во время работы многовариантного капустоуборочного комбайна по схеме 1 предусматривается выполнение следующего технологического процесса.

Уборочный агрегат движется по убранной части поля, направляя режущий аппарат 1 (рис. 4) по убираемому ряду.

В ходе перемещения режущего аппарата по ряду капусты кочаны срезаются и подаются на стол доработки 2, где инспектируются и дорабатываются до товарного вида, кочаны с длинной кочерыгой размещаются рабочими в соответствующих отверстиях 3 транспортер-обрезчика. Далее кочаны и листья капусты поступают на погрузочный элеватор 4. Здесь листья капусты отсеиваются, а товарные кочаны отгружаются с помощью специального отгрузочного устройства 5 в кузов транспортного средства навалом.

Использование данного отгрузочного устройства значительно снижает повреждаемость кочанов при отгрузке с уборочной машины в кузов транспортного средства. Однако, в начальный период отгрузки высота падения их на дно кузова остается существенной.

Поэтому в целях создания условий щадящего режима уборки капусты в начале отгрузки кочанов на транспортное средство предлагаем наклонять кузов транспортного средства в сторону уборочной машины на угол 35–40° с помощью гидроцилиндра его подъема, как показано на рис. 4, б.

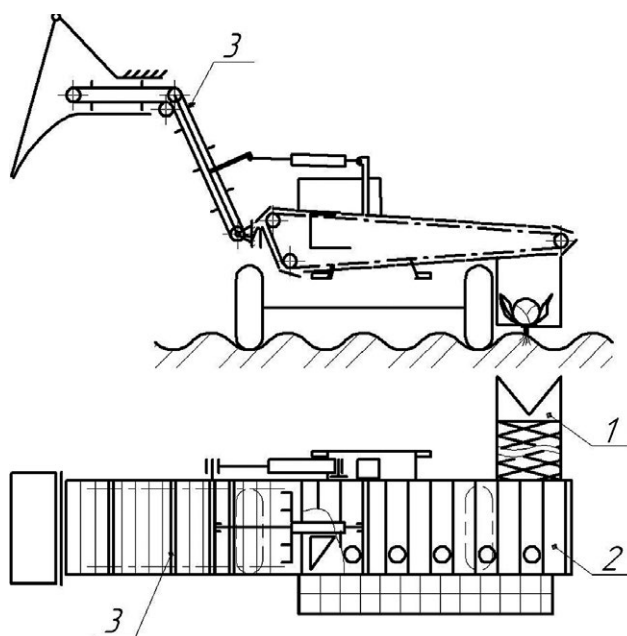


Рис. 1. Схема компоновки многовариантного капустоуборочного комбайна с элеватором: 1 — режущий аппарат; 2 — стол доработки с транспортер-обрезчиком; 3 — элеватор.

Fig. 1. Layout diagram of the multiple-option cabbage harvester with an elevator: 1 — a cutting machine; 2 — a remedial table with a conveyor-cutter; 3 — the elevator.

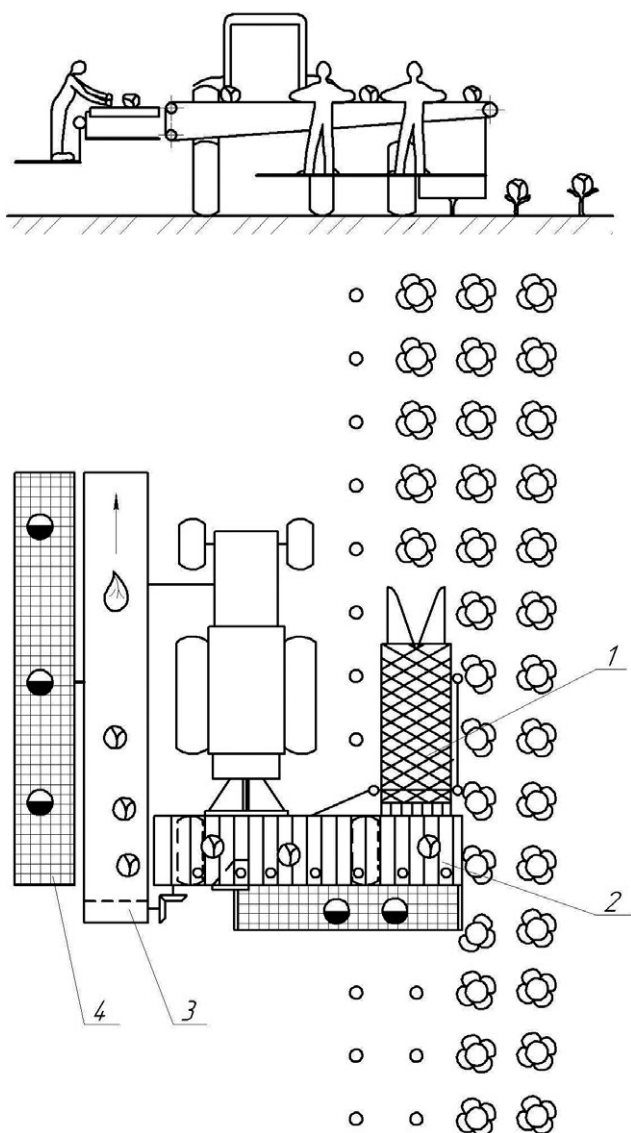


Рис. 2. Схема компоновки многовариантного капустоуборочного комбайна с продольным транспортером нижнего расположения: 1 — режущий аппарат; 2 — стол доработки с транспортер-обрезчиком; 3 — продольный транспортер нижнего расположения; 4 — платформа.

Fig. 2. Layout diagram of the multiple-option cabbage harvester with a low-located longitudinal conveyor: 1 — a cutting machine; 2 — a remedial table with a conveyor-cutter; 3 — the low-located longitudinal conveyor; 4 — a platform.

Следует заметить, в данном случае по мере доставки капусты в овощехранилище транспортное средство необходимо разгружать вручную и закладывать кочаны на хранение в бурт поштучно, так как при перевалках кочаны существенно травмируются, следовательно, их лежкость в процессе хранения снижается. Данный технологический процесс является весьма трудоемким. К тому же рабочий процесс сопровождается значительными простоями транспортных средств в ожидании разгрузки груза, что неоправданно завышает время транспортного

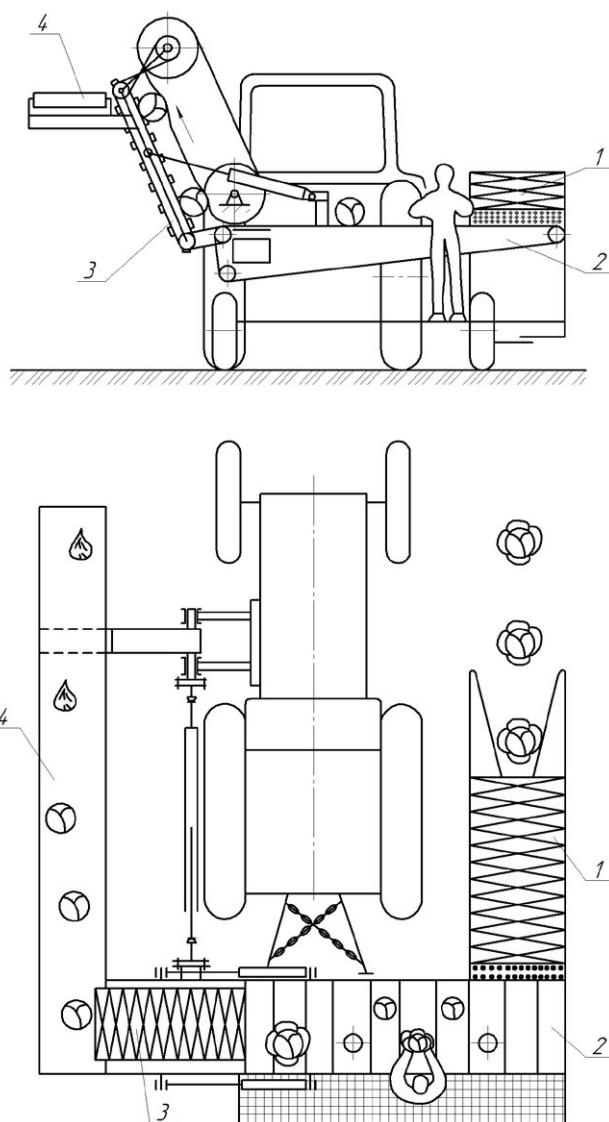


Рис. 3. Схема компоновки многовариантного капустоуборочного комбайна с продольным транспортером верхнего расположения: 1 — режущий аппарат; 2 — стол доработки с транспортер-обрезчиком; 3 — элеватор с продольным транспортером верхнего расположения; 4 — элеватор с продольным транспортером верхнего расположения.

Fig. 3. Layout diagram of the multiple-option cabbage harvester with an up-located longitudinal conveyor: 1 — a cutting machine; 2 — a remedial table with a conveyor-cutter; 3 — an elevator; 4 — the up-located longitudinal conveyor.

цикла, вызывает взаимообусловленные простои уборочного агрегата на поле.

В связи с этим, на наш взгляд, практический интерес представляет технологическая схема 2 уборки кочанной капусты отгрузкой кочанов в контейнеры, установленные в кузове (на платформе) универсального транспортного средства (рис. 5).

Комбайновая уборка кочанной капусты по схеме 2 отличается от предыдущей тем, что кочаны точно отгружаются в овощные контейнеры 6, установленные заранее

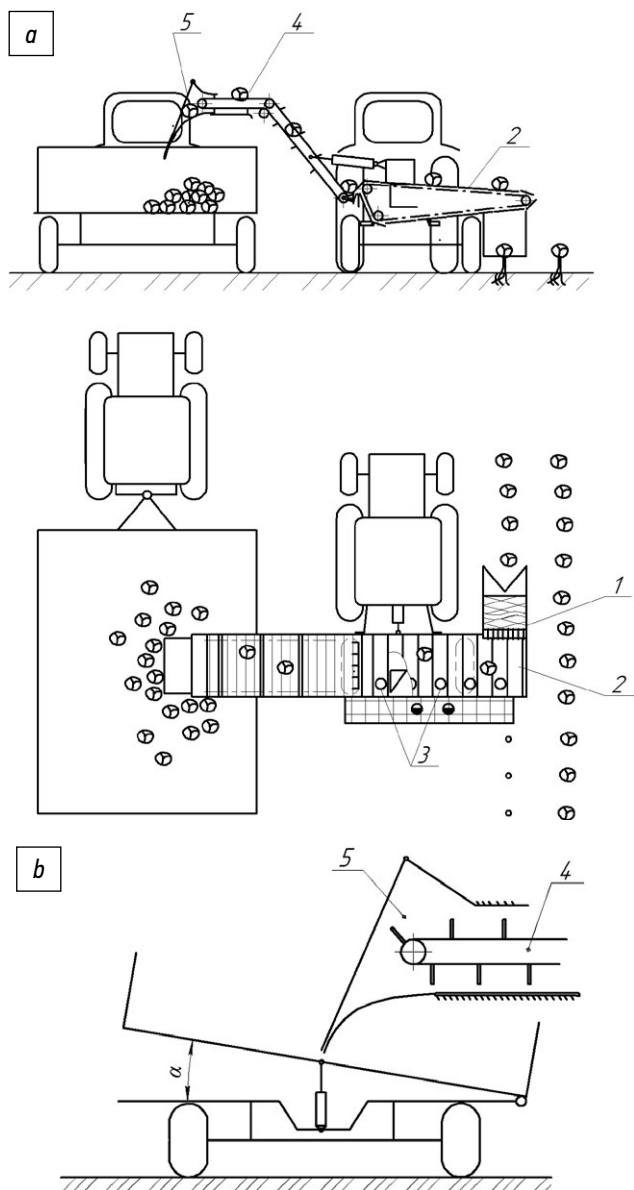


Рис. 4. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 1: *a* — общий вид; *b* — схема установки кузова транспортного средства в начале отгрузки кочанов.

Fig. 4. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 1: *a* — general view; *b* — the installation scheme of the truck body at the beginning of cabbage heads loading.

в кузове (на платформе) транспортного средства 2. В этих же контейнерах затем капусту закладывают на хранение с использованием вилочного погрузчика, минуя перевалки.

Это снижает степень повреждаемости кочанов и, следовательно, повышает лежкость капусты во время хранения, а также простои транспортных средств на разгрузке груза.

Рассмотренная выше схема машинной уборки кочанной капусты может быть модернизирована согласно патенту РФ №2769127 [14] по схеме 3 (рис. 6).

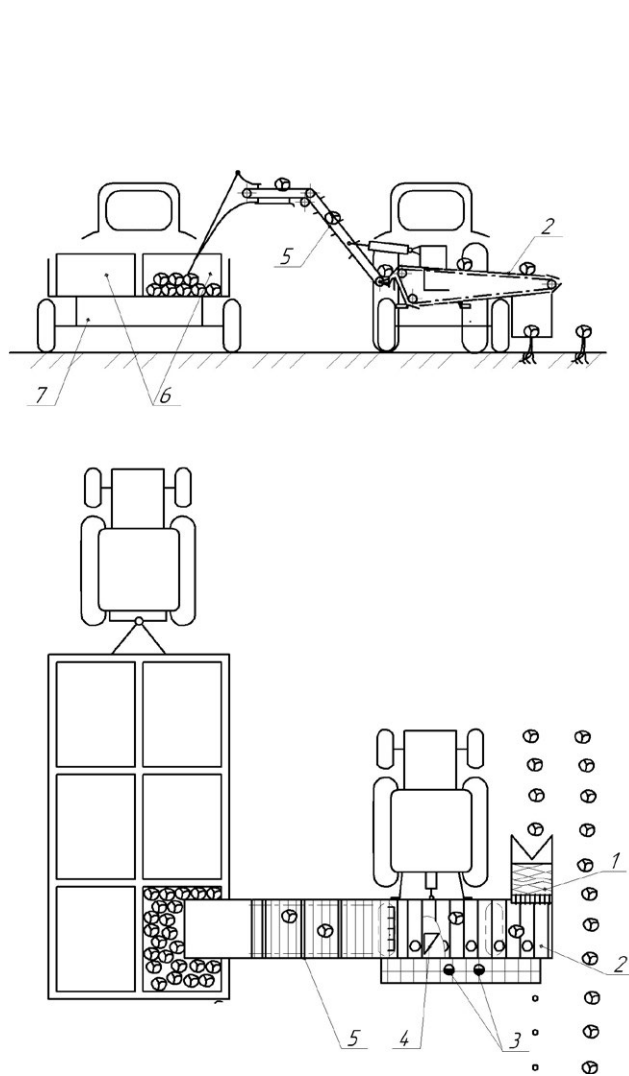


Рис. 5. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 2: 1 — режущий аппарат; 2 — стол доработки с транспортер-обрезчиком; 3 — рабочие, inspectирующие поток кочанов; 4 — пассивный нож; 5 — элеватор; 6 — контейнеры овощные.

Fig. 5. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 2: 1 — a cutting machine; 2 — a remedial table with a conveyor-cutter; 3 — workers inspecting the cabbage heads flow; 4 — a passive knife; 5 — an elevator; 6 — vegetable containers.

Организация транспортно-технологического обслуживания капустоуборочного агрегата по новой схеме предусматривает следующее. Перед подачей транспортного агрегата, преимущественно тракторного, к уборочному агрегату его левый боковой борт фиксируют с помощью гибкой стяжки 1 в плоскости основания кузова и устанавливают на нем Г-образное защитное ограждение 2 с помощью винтовых зажимов. После этого размещают в кузове транспортного средства овощные контейнеры 3 серийного или индивидуального

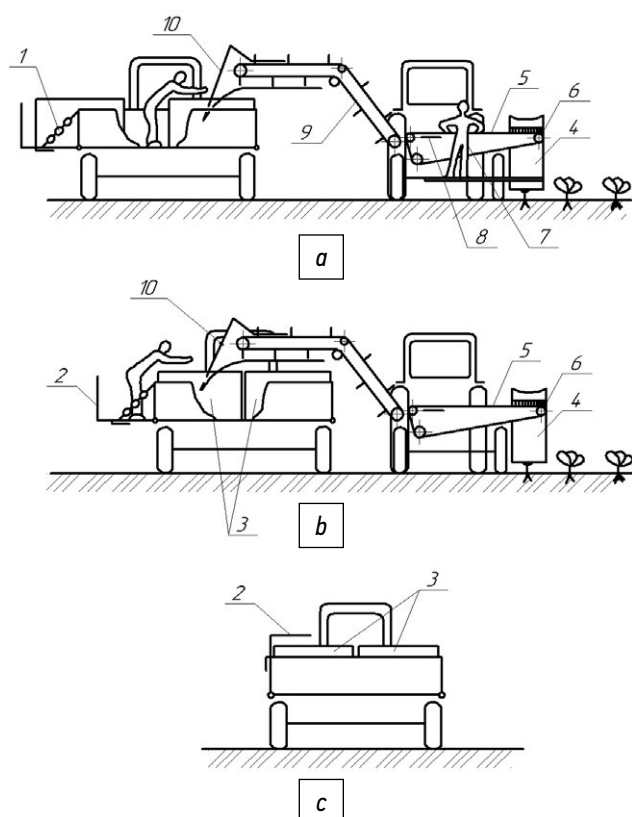


Рис. 6. Машинная уборка кочанной капусты с использованием овощных контейнеров по схеме 3: *a* — затаривание первого ряда контейнеров кочанами; *b* — затаривание второго ряда контейнеров; *c* — подготовка транспортного средства к отправке в овощехранилище.

Fig. 6. Machine harvesting of cabbage heads using vegetable containers according to the scheme 3: *a* — packing the first row of containers with cabbage heads; *b* — packing the second row of containers; *c* — preparing the vehicle for departure to a vegetable storage.

производства в два ряда. Причем контейнеры первого ряда устанавливают в кузове транспортного средства по правому краю платформы, а для размещения соседнего ряда используют площадь на открытом борту для того, чтобы временно образовать рабочее место между рядами для обслуживающего рабочего, который призван следить за процессом затаривания контейнеров кочанами в процессе работы комбайна. В целом, транспортно-технологический процесс осуществляется таким же образом, как и по схеме 2 (см. рис. 5).

Однако, следует отметить, при этом отгрузка кочанов сначала проводится в контейнеры правого ряда, которые вплотную прижимаются к боковому борту. В это время рабочий, находящийся на проходе между рядами контейнеров, следит за ходом их затаривания, при необходимости перекладывает кочаны с одного места на другое.

После наполнения контейнеров первого ряда кочанами рабочий переставляет контейнеры второго ряда вплотную к ним, а сам займет их место на борту тележки. При этом Г-образное защитное ограждение

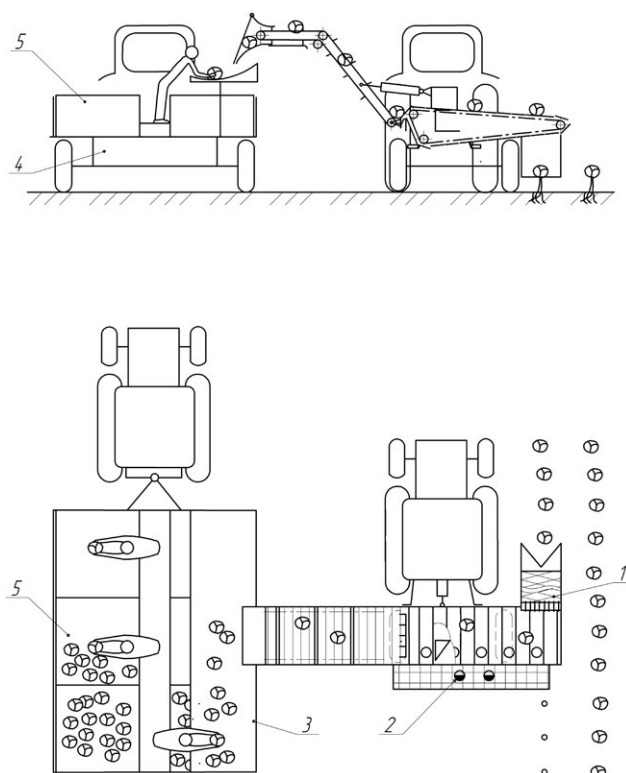


Рис. 7. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 4 (по патенту № 2554403 [15]).

Fig. 7. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 4 (according to the patent No. 2554403 [15]).

подстраховывает его от падения. После этого транспортное средство выставляется ближе к уборочному агрегату, что позволяет отгружать кочаны элеватором в контейнеры второго ряда (см. рис. 6, *b*).

После наполнения всех контейнеров кочанами капусты уборочный процесс приостанавливается, а транспортное средство готовится к отправке в овощехранилище. Для этого левый борт закрывается и фиксируется замком (см. рис. 6, *c*). Далее транспортное средство отправляется в овощехранилище. После прибытия транспортного средства в овощехранилище борта тележки открывают и с помощью вилочного погрузчика контейнеры с капустой разгружают. Вместо них устанавливают порожние запасные контейнеры. Далее, транспортное средство снова отправляется на капустное поле под погрузку.

Следует отметить, что в предлагаемой схеме транспортно-технологического обеспечения машинной уборки капусты кочаны также закладывают на хранение в эти же контейнеры, что позволяет избежать их перевалок в процессе закладки на хранение, следовательно, возможные их повреждения.

Рассмотренные выше схемы 1–3, на наш взгляд, наиболее предпочтительны при уборке кочанной капусты для краткосрочного хранения, так как кочаны при отгрузке, находясь в свободном полете, хотя на минимальной высоте падения, соударяются с элементами конструкции контейнеров и между собой.

Уборка кочанной капусты по ниже описанным схемам в отличие от предыдущих способов уборки, предполагает отгрузку кочанов в щадящем режиме, т.е. ручную укладку в контейнеры.

При машинной уборке кочанной капусты по схеме 4 (рис. 7) кочаны сначала отгружаются на гибкий настил 3 корытообразной формы, установленный с помощью специальной стойки на платформе транспортного средства 4 над съемными контейнерами 5. Далее рабочие, находясь на платформе, бережно перекадывают кочаны с настила в контейнеры, ориентируя кочерыгами в сторону бортов. После наполнения контейнеров транспортное средство отправляют в овощехранилище, где с помощью вилочного погрузчика груженые кочанами контейнеры заменяют порожними, оставляя гибкий настил 3 со стойкой на платформе для выполнения следующего цикла работ.

Описанный способ машинной уборки кочанной капусты может быть улучшен в дальнейшем в соответствии с вариантом работы капустоуборочного

комбайна по схеме 5 (рис. 8), предусмотренной в патенте РФ №2787720 на изобретение [16]. При этом, для осуществления отгрузки кочанов капустоуборочной машиной в транспортное средство, включающем также корытообразный гибкий настил 1 с основаниями, последние установлены на переднем и заднем бортах кузова транспортного средства 2 с возможностью перемещаться вдоль них на роликовых опорах 3 и 4, а также в нем предусмотрены фиксаторы 5, выполненные в виде винтовых механизмов, позволяющих фиксировать корытообразный настил на переднем и заднем бортах в удобном для затаривания контейнеров месте.

При уборке капусты по схеме 6 (рис. 9) предусматривается размещать в кузове транспортного средства вместо гибкого настила ленточное транспортирующее устройство.

При этом уборочный агрегат 1 отгружает элеватором 2 кочаны капусты сначала на приемный лоток 3. Далее, поток кочанов и капустной листвы будет поступать на полотно 4 ленточного транспортирующего устройства и плавно перемещаться на нем над контейнерами 5 вдоль кузова транспортного средства. Одновременно с этим, рабочие, находящиеся между рядами контейнеров будут бережно перекадывать кочаны с полотна транспортирующего устройства в контейнеры 5, а капустная

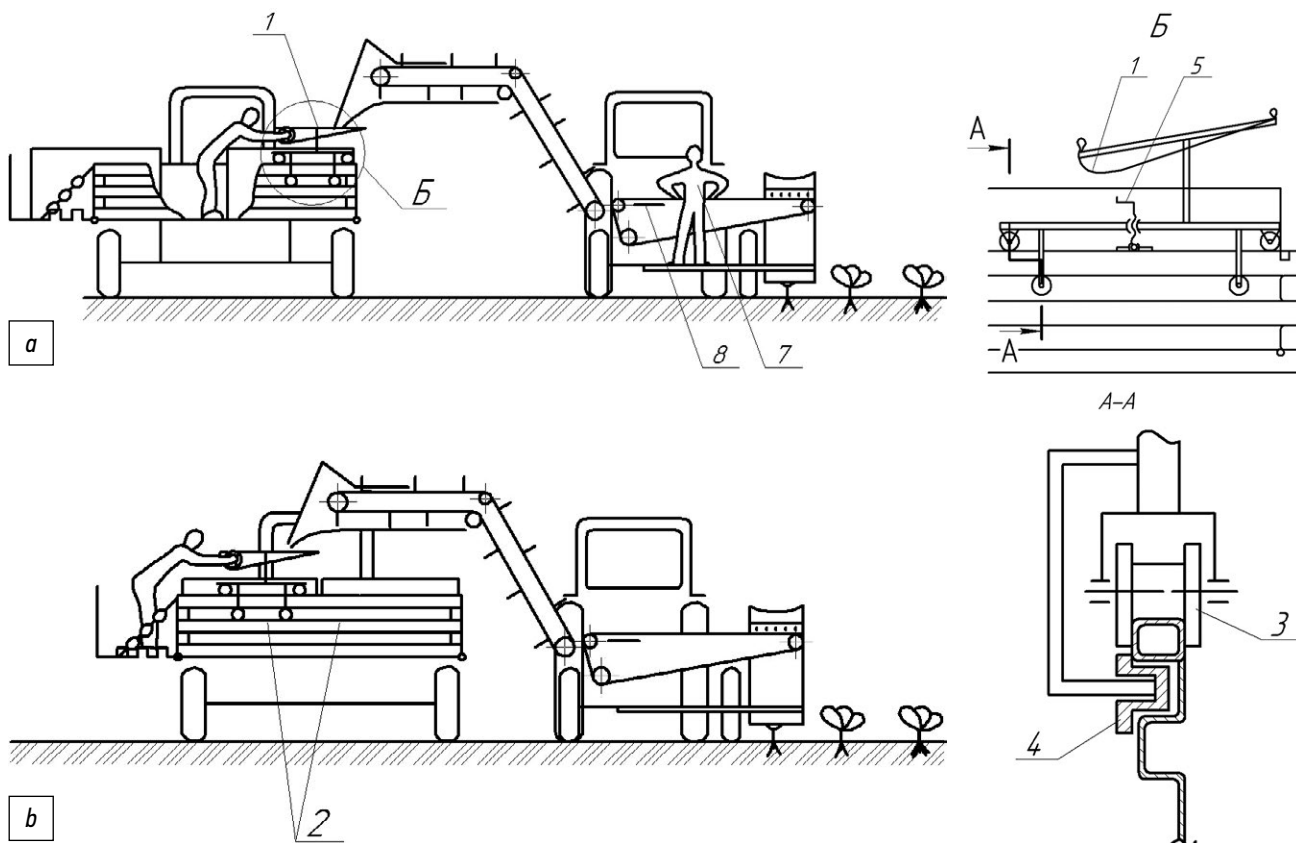


Рис. 8. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 5: *a* — при затаривании контейнеров левого ряда; *b* — при затаривании контейнеров правого ряда.

Fig. 8. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 5: *a* — at packing containers of the left row; *b* — at packing containers of the right row.

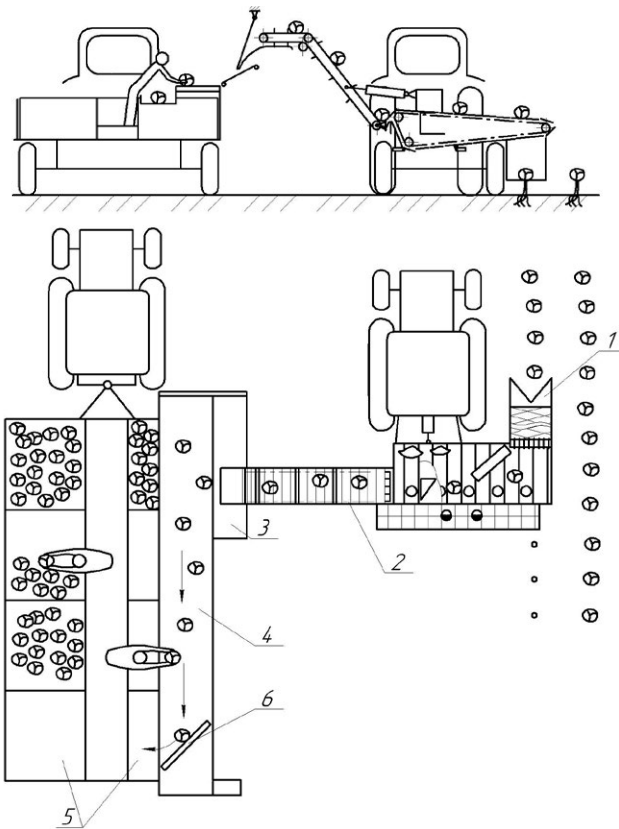


Рис. 9. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 6.

Fig. 9. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 6.

листья будут отгружаться в конце транспортирующего устройства на землю. В то же время, если по какой-то причине кочан окажется в конце транспортирующего устройства не обслуженным, то отражатель 6 направит его в последний контейнер. После наполнения всех контейнеров капустой транспортное средство отправляется в овощехранилище. Там контейнеры с капустой разгрузят с помощью вилочного погрузчика и устанавливают в штабелях на хранение. На их место устанавливают в кузове транспортного средства пустые контейнеры. Далее цикл работы повторяется.

В настоящее время при ручной уборке овощей часто применяют низкорамные контейнеровозы со сменными овощными контейнерами. Данное транспортное средство легко вписывается в машинную технологию уборки кочанной капусты по схеме 7 (рис. 10). Заметим, что в данном случае многовариантный капустоуборочный комбайн комплектуется согласно рис. 2 с продольным транспортером нижнего расположения. В нем срезанные режущим аппаратом 1 (рис. 10) кочаны также поступают на транспортер-обрезчик 2. Здесь кочаны инспектируются, нетоварные кочаны размещаются в отверстиях полотна транспортер-обрезчика для повторной обрезки. Далее, кочаны и появившиеся свободные листья направляются на продольный транспортер 3. Затем,

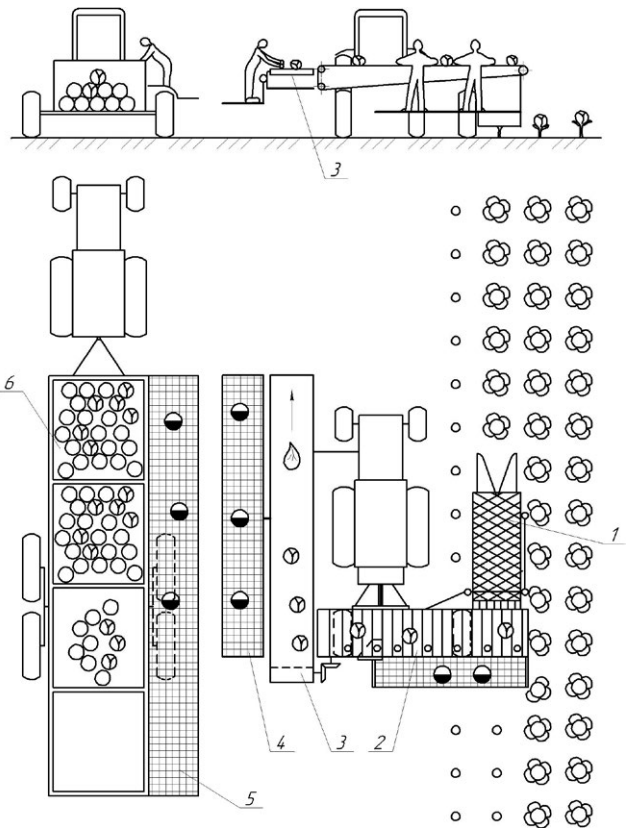


Рис. 10. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 7.

Fig. 10. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 7.

работчие, находящиеся на платформе 4 забирают с полотна продольного транспортера и передают рабочим, находящимся на платформе 5 сопровождающего транспортного средства 6 для укладки их в контейнеры. После наполнения всех контейнеров кочанами капусты транспортное средство отправляется в овощехранилище, где производится смена полных контейнеров порожними.

Заметим, укладка кочанов в щадящем режиме также возможна при размещении контейнеров в кузове универсальных тракторных тележек при комплектации многовариантного уборочного комбайна по схеме, показанной на рис. 3.

При этом уборка капусты по схеме 8 (рис. 11) отличается от предыдущей тем, что раскладка кочанов вдоль уборочного агрегата производится над контейнерами, установленными в кузове универсального тракторного транспортного средства. Для этого кочаны капусты после стола доработки 1 поднимаются на уровень продольного транспортера 2 с помощью крутонаклонного элеватора 3, снабженного с прижимным эластичным сетчатым транспортером 4.

В этом случае рабочие перекадывают кочаны капусты с полотна продольного транспортера в контейнеры, находящиеся в кузове транспортного средства в промежутке между рядами контейнеров.

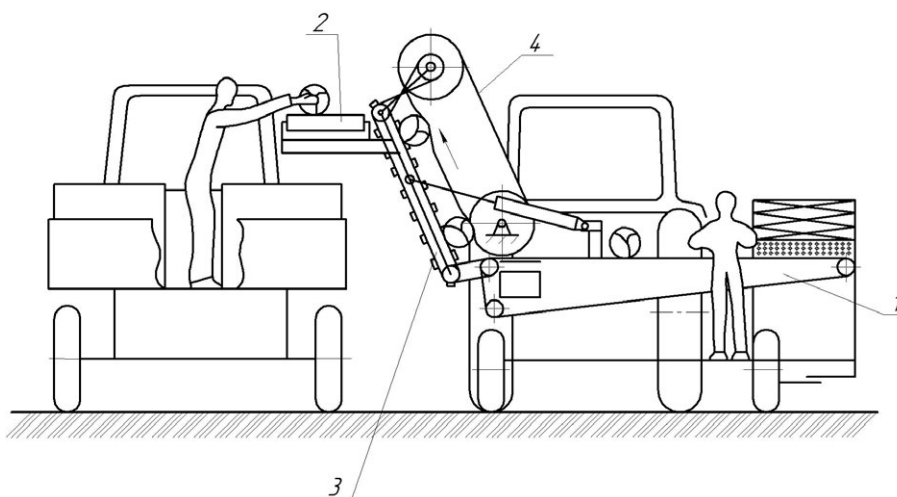


Рис. 11. Вариант работы капустоуборочного комбайна по схеме 8 (по патенту №2791685 [17]).
Fig. 11. A variant of the cabbage harvester operation according to the scheme 8 (according to the patent No. 2791685 [17]).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выбор описанных выше схем уборки кочанной капусты с применением разработанного многовариантного комбайна целесообразно проводить исходя из сложившихся в хозяйстве агротехнических и производственных условий с учетом трудовых, прямых и приведенных затрат, представленных в табл. 1 в сравнении с базовым вариантом.

Так, в результате анализа результатов экономических расчетов выяснилось, что предложенные варианты уборки капусты в основном (кроме схемы 7) по трудозатратам в сравнении с базовым вариантом являются экономичными. Наибольшая экономия затрат труда достигается при уборке капусты по схеме 2 (ниже базового варианта на 25,9 чел.-ч/га).

По эксплуатационным и приведенным издержкам экономия достигается по всем схемам уборки кочанной

капусты. В частности, наибольшая экономия эксплуатационных издержек достигается на уборке кочанной капусты по схеме 1 (14 191 руб./га). По приведенным затратам наибольшие экономии имеют варианты уборки по схемам 1 и 2.

С точки зрения обеспечения сохранности исходных качеств продукции практический интерес представляют контейнерные технологии уборки капусты с ручной укладкой кочанов в контейнеры (схемы работы 4–8).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ технологии уборки капусты с применением многовариантного комбайна и ее экономическая оценка позволяют сделать следующие выводы:

1. Предложенный многовариантный комбайн может быть успешно адаптирован к современным

Таблица 1. Удельные затраты при уборке кочанной капусты по базовому и предлагаемым вариантам

Table 1. Costs for cabbage harvesting based on basic and proposed variants

Варианты уборки кочанной капусты	Затраты на 1 га убранной площади		
	Труда, чел.-ч.	Эксплуатационные издержки, руб./га	Приведенные затраты, руб./га
Базовый вариант (поточный)	56,2	33770,3	74780,3
По схеме 1	44,3	19579,3	44314,3
По схеме 2	30,3	20758,9	60028,9
По схеме 3	35,3	21133,0	60403,4
По схеме 4	40,3	21886,5	61216,5
По схеме 5	35,3	22760,2	62090,2
По схеме 6	40,3	22347,9	61612,9
По схеме 7	60,3	25147,6	64192,6
По схеме 8	40,3	22611,1	62391,1

агротехническим и производственным условиям овощеводства.

2. Конкретная схема уборки кочанной капусты с применением многовариантного комбайна может быть выбрана исходя из сложившихся в хозяйстве агротехнических и производственных условий с учетом приведенных в работе результатов экономической оценки.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. А.С. Алатырев и В.С. Никитин — анализ публикаций по теме статьи, написание текста рукописи; И.С. Кручинкина — создание изображений, редактирование текста рукописи; С.С. Алатырев — экспертная оценка, утверждение финальной версии. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Alatyrev S.S., Kruchinkina I.S., Alatyrev A.S., et al. Technology and parameters of cabbage machine harvesting by careful stacking of heads in containers // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2020. Vol. 433. P. 012005. doi: 10.1088/1755-1315/433/1/012005
2. Gao T.H., Wang T.B., Zhou Z.C. Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting // Transactions of the CSAE. 2015. Vol. 31(19). P. 15–21. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.19.003
3. Chagnon R., Eng P., Charles M.T., et al. Development of a Cabbage Harvester // ASAE Annual Meeting. 2004. doi: 10.13031/2013.17892
4. Du D.D., Fei G.Q., Wang J. Development and experiment of self-propelled cabbage harvester // Transactions of the CSAE. 2015. Vol. 31(14). P. 16. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
5. Geng D.Y., Zhand T.Z., Luo H. Analysis of agricultural machinery development trend in our country // Transactions of the CSAM. 2004. N 4. P. 208.
6. Wu X.W., Sun Y., Yuan X.K. Discussion on structure of self-propelled hydraulic cabbage harvester // South Agricultural Machinery. 2015. Vol. 11. P. 35. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
7. Murakami N., Otsuka K., Inoue K., et al. Development of robotic cabbage harvester (Part 2) // Journal Japanese Society Of Agricultural Machinery. 1999. Vol. 61(5). P. 93. doi: 10.11357/jsam1937.61.5_93
8. Hachiya M., Amano T., Yamagata M. et al. Development and utilization of a new mechanized cabbage harvesting system for large fields // JARQ. 2004. Vol. 38(2). P. 97. doi: 10.6090/jarg.38.97
9. Kanamitsu M., Yamamoto K. Development of Chinese cabbage harvester // JARQ. 1996. Vol. 30(1). P. 35.
10. Патент Республика Беларусь № 17155 / 30.06.2013. Бюл. № 3. Шило И.Н., Агнечик В.А., Романюк Н.Н., и др. Капустоубороч-

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов.

Источники финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. A.S. Alatyrev and V.S. Nikitin — analysis of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript; I.S. Kruchinkina — creating images, editing the text of the manuscript; S.S. Alatyrev — expert opinion, approval of the final version. The authors attest that they meet the ICMJE international criteria for authorship (all authors made substantial contributions to the conceptualization, research, and preparation of the article, and read and approved the final version before publication).

Competing of interests. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest.

Funding source. The authors declare that there is no external funding for the study.

ный комбайн. [дата обращения: 06.07.2023] Режим доступа: <https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/18071/1/Капустоуборочный-комбайн-pat-17155-Respublika-Belarus-MPK-A01D-45-26.pdf>

11. Костюченкова О.Н. Обоснование параметров и режимов работы универсальной капустоуборочной машины: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Челябинск, 2012.

12. Алатырев А.С., Алатырев С.С., Кручинкина И.С. Технология машинной уборки капусты с укладкой кочанов в контейнеры // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. № 4(19). С. 81–87. doi: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-116-121

13. Кручинкина И.С., Алатырев А.С., Алатырев С.С. и др. Производственная проверка многовариантного капустоуборочного комбайна // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2021. Т. 14, № 1(68). С. 27–40. doi: 10.53914/issn2071-2243_2021_1_27

14. Патент РФ № 2769127 / 28.03.2022. Бюл. № 10. Кручинкина И.С., Алатырев А.С., Алатырев С.С. Способ уборки кочанной капусты и устройство для его осуществления. [дата обращения: 06.07.2023] Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2769127C1_20220328

15. Патент РФ № 2554403 / 27.06.2015. Бюл. № 18. Алатырев С.С., Юркин А.П., Воронин В.В. Способ уборки кочанной капусты и устройство для его осуществления. [дата обращения: 06.07.2023] Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2554403C1_20150627

16. Патент РФ № 2787720 / 11.01.2023. Бюл. № 2. Алатырев А.С., Кручинкина И.С., Алатырев С.С. и др. Устройство для осуществления отгрузки кочанов капустоуборочной машиной. [дата обращения: 06.07.2023] Режим доступа: https://patents.s3.yandex.net/RU2787720C1_20230111.pdf

17. Патент РФ № 2791685 13.03.2023. Бюл. № 8. Алатырев А.С., Калимуллин М.Н., Кручинкина И.С. и др. Способ уборки кочанной капусты и устройство для его осуществления. [дата об-

ращения: 06.07.2023] Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=470de224d14685808a308241d70d9081>

REFERENCES

1. Alatyrev SS, Kruchinkina IS, Alatyrev AS, et al. Technology and parameters of cabbage machine harvesting by careful stacking of heads in containers. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2020;433:012005. doi: 10.1088/1755-1315/433/1/012005
2. Gao TH, Wang TB, Zhou ZC. Optimization experiment of influence factors on greenhouse vegetable harvest cutting. *Transactions of the CSAE.* 2015;31(19):15–21. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.19.003
3. Chagnon R, Eng P, Charles MT, et al. Development of a Cabbage Harvester. *ASAE Annual Meeting.* 2004. doi: 10.13031/2013.17892
4. Du DD, Fei GQ, Wang J. Development and experiment of self-propelled cabbage harvester. *Transactions of the CSAE.* 2015;31(14):16. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
5. Geng DY, Zhand TZ, Luo H. Analysis of agricultural machinery development trend in our country. *Transactions of the CSAM.* 2004;4:208.
6. Wu XW, Sun Y, Yuan XK. Discussion on structure of self-propelled hydraulic cabbage harvester. *South Agricultural Machinery.* 2015;11:35. doi: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.14.003
7. Murakami N, Otsuka K, Inoue K, et al. Development of robotic cabbage harvester (Part 2). *Journal Japanese Society of Agricultural Machinery.* 1999;61(5):93. doi: 10.11357/jsam1937.61.5_93
8. Hachiya M, Amano T, Yamagata M, et al. Development and utilization of a new mechanized cabbage harvesting system for large fields. *JARQ.* 2004;38(2):97. doi: 10.6090/jarg.38.97
9. Kanamitsu M, Yamamoto K. Development of Chinese cabbage harvester. *JARQ.* 1996;30(1):35.
10. Patent BY № 17155 / 30.06.2013. Byul. № 3. Shilo IN, Agnechik VA, Romanyuk NN, et al. Kapustoborochnyy kombayn. (in Russ). Accessed: 06.07.2023. Available from: <https://rep.bsatu.by/bitstream/doc/18071/1/Kapustoborochnyj-kombajn-pat-17155-Respublika-Belarus-MPK-A01D-45-26.pdf>

11. Kostyuchenkova ON. Obosnovanie parametrov i rezhimov raboty universalnoy kapusto-uborochnoy mashiny [dissertation] Chelyabinsk; 2012. (in Russ).

12. Alatyrev AS, Alatyrev SS, Kruchinkina IS. Technology for machine harvesting cabbage with placing heads of cabbage in containers. *Vestnik Chuvashskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii.* 2021;4(19):81–87. (in Russ). doi: 10.32634/0869-8155-2022-359-5-116-121

13. Kruchinkina IS, Alatyrev AS, Alatyrev SS, et al. Production testing of a multi-variant cabbage harvester. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2021;14(1(68)):27–40. (in Russ). doi: 10.53914/issn2071-2243_2021_1_27

14. Patent RUS № 2769127 / 28.03.2022. Byul. № 10. Kruchinkina IS, Alatyrev AS, Alatyrev SS. Sposob uborki kochannoy kapusty i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. (in Russ). Accessed: 06.07.2023. Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2769127C1_20220328

15. Patent RUS № 2554403 / 27.06.2015. Byul. № 18. Alatyrev SS, Yurkin AP, Voronin VV, et al. Sposob uborki kochannoy kapusty i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. (in Russ). Accessed: 06.07.2023. Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2554403C1_20150627

16. Patent RUS № 2787720 / 11.01.2023. Byul. № 2. Alatyrev AS, Kruchinkina IS, Alatyrev SS, et al. Ustroystvo dlya osushchestvleniya otgruzki kochanov kapustoborochnoy mashinoy. (in Russ). Accessed: 06.07.2023. Available from: https://patents.s3.yandex.net/RU2787720C1_20230111.pdf

17. Patent RUS № 2791685 13.03.2023. Byul. № 8. Alatyrev AS, Kalimullin MN, Kruchinkina IS, et al. Sposob uborki kochannoy kapusty i ustroystvo dlya ego osushchestvleniya. (in Russ). Accessed: 06.07.2023. Available from: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=470de224d14685808a308241d70d9081>

ОБ АВТОРАХ

* Алатырев Алексей Сергеевич,

канд. техн. наук,
доцент кафедры «Транспортно-технологические
машины и комплексы»;
адрес: Российская Федерация, 428003, Чебоксары,
ул. К Маркса, д. 29;
ORCID: 0000-0003-3059-9352;
eLibrary SPIN: 8101-2562;
e-mail: Leha.alatyrev@mail.ru

Кручинкина Ирина Сергеевна,

канд. техн. наук,
доцент кафедры «Математика, физика и информационные
технологии»;
ORCID: 0000-0003-4995-8706;
eLibrary SPIN: 1986-5266;
e-mail: irinka58.84@mail.ru

AUTHORS' INFO

* Alexey S. Alatyrev,

Cand. Sci. (Tech.),
Associate Professor of the Transport and Technological
Machines and Complexes Department;
address: 29 K. Marxa street, 428034 Cheboksary,
Russian Federation;
ORCID: 0000-0003-3059-9352;
eLibrary SPIN: 8101-2562;
e-mail: Leha.alatyrev@mail.ru

Irina S. Kruchinkina,

Cand. Sci. (Tech.),
Associate Professor of the Mathematics, Physics and Information
Technology Department;
ORCID: 0000-0003-4995-8706;
eLibrary SPIN: 1986-5266;
e-mail: irinka58.84@mail.ru

Алатырев Сергей Сергеевич,

д-р техн. наук,
профессор кафедры «Транспортно-технологические
машины и комплексы»;
ORCID: 0000-0002-4694-2381;
eLibrary SPIN: 7789-5968;
e-mail: S_Alatyrev1955@mail.ru

Никитин Вадим Сергеевич,

аспирант кафедры «Транспортно-технологические
машины и комплексы»;
ORCID: 0000-0002-2733-1032;
eLibrary SPIN: 8878-4407;
e-mail: vadim-nikitin-97@inbox.ru

Sergey S. Alatyrev,

Dr. Sci. (Tech.),
Professor of the Transport and Technological
Machines and Complexes Department;
ORCID: 0000-0002-4694-2381;
eLibrary SPIN: 7789-5968;
e-mail: S_Alatyrev1955@mail.ru

Vadim S. Nikitin,

Postgraduate of the Transport and Technological
Machines and Complexes Department;
ORCID: 0000-0002-2733-1032;
eLibrary SPIN: 8878-4407;
e-mail: vadim-nikitin-97@inbox.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author