

БЕРЕЖНАЯ МАШИННАЯ УБОРКА КАПУСТЫ
Алатырев С.С., Кручинкина И.С., Алатырев А.С.

Реферат. При машинной уборке капусты кочаны сильно травмируются. Механически поврежденные кочаны плохо хранятся. Поэтому машинная технология уборки капусты должна обеспечивать защиту кочанов от механических повреждений. Цель исследований – изучение качественных показателей работы многовариантного капустоуборочного комбайна при различных технологических схемах уборки. Рассматриваемые технологические схемы уборки кочанной капусты предусматривают: бережную отгрузку кочанов навалом в кузов универсального транспортного средства (схема 1); бережную точечную отгрузку кочанов в контейнеры, установленные в кузове транспортного средства (схема 2); отгрузку кочанов на гибкий настил, установленный в кузове транспортного средства, с последующей бережной перекладкой их в контейнеры вручную (схема 3); укладку кочанов в контейнеры на сопровождающем прицепе вручную (схема 4). В ходе производственной проверки в условиях, характерных для основных регионов массового товарного производства кочанной капусты, многовариантный капустоуборочный комбайн устойчиво выполнял технологический процесс. При этом его качественные показатели удовлетворяли установленным агротехническим требованиям. Работа комбайна по схемам 3 и 4 обеспечивала сохранность качества продукции в максимальной степени: повреждаемость кочанов не превышала 5...6 %, полнота удаления капустных листьев составляла 95...100 %. Поэтому его использование по схемам 1 и 2 рекомендовано преимущественно при уборке капусты для краткосрочного и среднесрочного хранения, по схемам 3 и 4 – при уборке кочанов, предназначенных для длительного хранения.

Ключевые слова: технологии машинной уборки капусты, щадящий режим работы.

Введение. При традиционном способе машинной уборки капусты, когда кочаны загружают в кузов транспортного средства элеватором навалом [1] и закладывают их на хранение в буртах, трудно обеспечить сохранность исходного качества капусты, так как кочаны при этом сильно травмируются [2]. В результате потери при длительном хранении могут достигать 50% [3]. Поэтому, предназначенную для таких целей капусту, в большинстве случаев, убирают вручную, загружая в контейнеры [4], с последующим хранением в этой таре [6]. Однако процесс ручной уборки капусты весьма трудоемок [5], затраты труда при этом достигают 250...300 чел·ч/га [6]. К тому же капусту убирают поздней осенью, зачастую в сложных погодных условиях, характеризующихся повышен-

ной влажностью почвы и низкой температурой окружающей среды. Поэтому механизация уборки капусты остается актуальной [7] во многих странах мира [8].

Цель исследований – изучение качественных показателей работы многовариантного капустоуборочного комбайна при его работе по разным технологическим схемам.

Условия, материалы и методы исследований. Многовариантный капустоуборочный комбайн [9] имеет блочную конструкцию, что позволяет комплектовать его в двух вариантах (рисунок 1): с элеватором или с продольным транспортером. При этом блок элеватора и блок продольного транспортера соединяются с блоком транспортера-обрезчика с помощью одного и того же болтового соединения, то есть могут легко взаимозаменяться.

Кроме того, комбайн снабжен специальным устройством для бережной точечной отгрузки кочанов капусты [10]. Оно содержит основание 1 (рисунок 2), жестко закрепленное к элеватору 2 со скребками 3, упругий лоток 4 и фартук 5. Такое устройство позволяет отгружать кочаны,



Рисунок 1 – Многовариантный капустоуборочный комбайн: а) с элеватором; б) с продольным транспортером

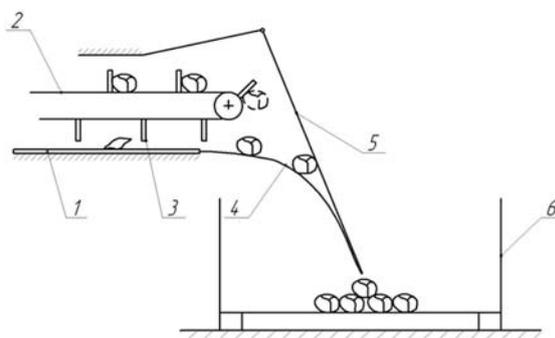


Рисунок 2 – Схема устройства к капустоуборочному комбайну для точечной отгрузки кочанов капусты в щадящем режиме: 1 – основание; 2 – элеватор; 3 – скребки; 4 – лоток упругий; 5 – фартук; 6 – контейнер

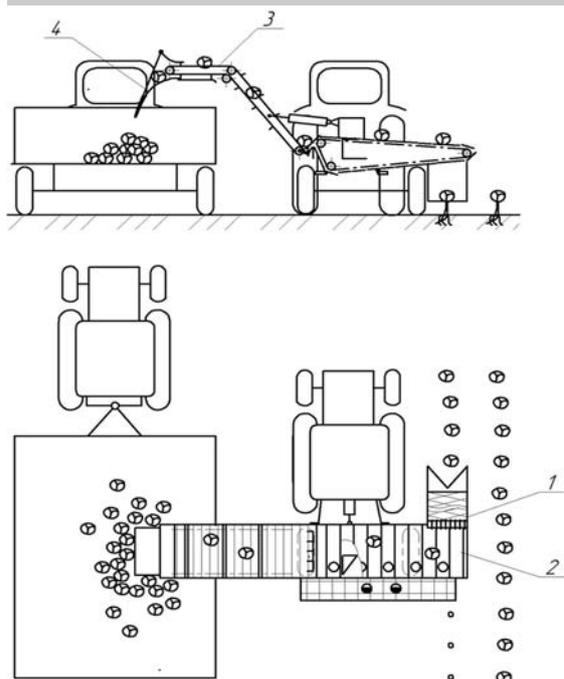


Рисунок 3 – Схема комбайновой уборки капусты с отгрузкой кочанов навалом в кузов универсального тракторного транспортного средства: 1 – режущий аппарат; 2 – стол доработки (транспортер-обрезчик); 3 – элеватор; 4 – устройство для отгрузки кочанов в шадящем режиме

например, в контейнер б с ограниченными размерами.

Капустоуборочный комбайн со специальным отгрузочным устройством можно использовать в зависимости от хозяйственных и агротехнических условий для уборки по четырем технологическим схемам:

- с отгрузкой кочанов навалом в кузов универсального транспортного средства;

- с точечной отгрузкой кочанов в контейнеры, установленные в кузове транспортного средства;

- для длительного хранения с отгрузкой кочанов на гибкий настил, установленный в кузове транспортного средства, и последующей перекладкой их в контейнеры вручную;

- с укладкой кочанов вручную в контейнеры на сопровождающем прицепе.

Технологический процесс комбайновой уборки капусты по первой схеме протекает следующим образом (рисунок 3). Срезанные кочаны направляются на транспортер-обрезчик 2, где обслуживающий персонал выделяет кочаны с длинными кочерыжками и вставляет их в спе-



Рисунок 4 – Работа многовариантного капустоуборочного комбайна по схеме 1



Рисунок 5 – Машинная уборка кочанной капусты в жесткой таре по схеме 2.

циальные отверстия для повторной обрезки, отделяющиеся при этом от кочанов розеточные листья в последующем отсеиваются на элеваторе [11].

Товарные кочаны поступают в специальное отгрузочное устройство (см. рисунок 2), работу которого можно разделить на четыре фазы. Сначала кочаны падают на упругий лоток 4, который смягчает удар. Затем они скатываются в пространство между лотком 4 и фартуком 5. В результате перекачивания кочан теряет энергию, совершая работу и преодолевая сопротивление качению. Далее скорость движения кочана снижается при проскальзывании между фартуком и лотком. В четвертой фазе имеет место свободное падение кочана, поэтому следует уменьшить его высоту, регулируя положение элеватора относительно кузова транспортного средства (контейнера). Пройдя перечисленные фазы, кочаны капусты теряют кинетическую энергию (скорость перемещения) и укладываются в кузов транспортного средства в шадящем режиме (рисунок 4).

Комбайновая уборка капусты по схеме 2 отличается от предыдущей тем, что кочаны загружаются в овощные контейнеры, установленные заранее в кузове транспортного средства (рисунок 5). В этих же контейнерах капусту закладывают на хранение, минуя перевалки с использованием вилочного погрузчика. Это снижает степень повреждаемости и, следовательно, повышает лежкость капусты во время хранения.

При уборки по схеме 3 кочаны сначала отгружаются на гибкий настил, смонтированный на стойках в кузове транспортного средства со съёмными контейнерами (рисунок 6). Затем рабочие перекладывают их в контейнеры. После наполнения контейнеров транспортное средство направляется на место хранения, где проводится разгрузка контейнеров вилочным погрузчиком. При этом гибкий настил остается на платформе транспортного средства. При



Рисунок 6 – Работа многовариантного капустоуборочного комбайна по схеме 3

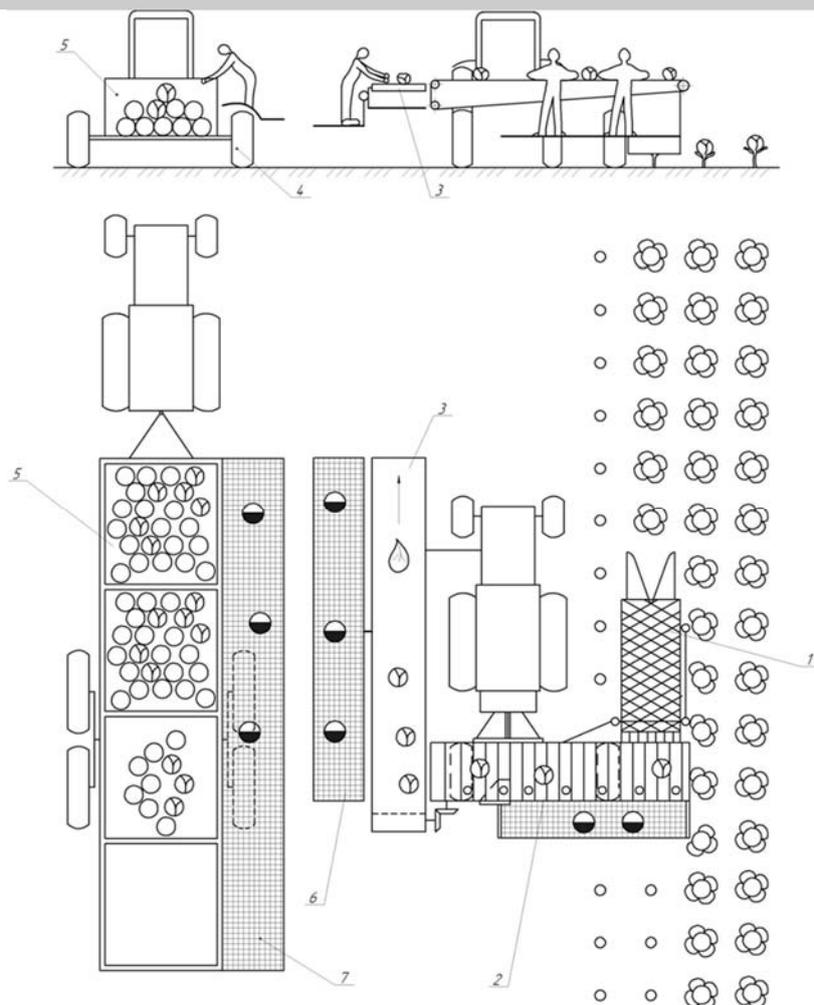


Рисунок 7 – Схема бережной уборки капусты ручной укладкой в контейнеры: 1 – режущий аппарат; 2 – транспортер-обрезчик; 3 – продольный транспортер; 4 – низкорамный прицеп; 5 – съемный контейнер; 6, 7 – площадки для рабочих

такой схеме уборки отгрузка капусты на гибкий настил корытообразной формы дополнительно гасит удары от падения, а также исключает соударение кочанов с острыми кромками контейнеров.

При уборке капусты по схеме 4 (рисунок 7), в отличие от предыдущих, поток кочанов и капустной листвы с полотна транспортера-обрезчика 2 поступает на продольный транспортер 3, который позволяет растянуть его вдоль платформы сопровождающего низкорамного прицепа 4 со съемными контейнерами 5. Здесь рабочие, находящиеся на специально оборудованной площадке 6, отбирают товарные кочаны для передачи рабочим, укладывающим их в контейнеры на сопровождающем транспортном средстве.

Остающиеся на полотне отходы (листва и незрелые кочаны) отгружаются на землю в конце транспортера 6. По мере наполнения контейнеров 5 кочанами капусты транспортный агрегат 4 направляется в пункт хранения. Его место занимает транспортное средство с порожними контейнерами. Этот способ уборки также успешно прошел производственную проверку (рисунок 8).

Предложенные технологические схемы машинной уборки капусты прошли производ-

ственную проверку в ряде хозяйств Чувашской Республики, Марий-Эл, а также Челябинской области. Условия испытаний были характерными для основных регионов массового товарного производства кочанной капусты в целом по стране (табл. 1).

Анализ и обсуждение результатов исследований. В ходе испытаний зафиксировано устойчивое выполнение уборочного процесса по описанным технологическим схемам. При этом технологические операции протекали ритмично с соблюдением поточности прохождения технологического материала (кочанов капусты, капустной листвы и побочных отходов) в соответствующих блоках комбайна.

Качественные показатели работы комбайна соответствовали установленным агротехниче-



Рисунок 8 – Работа многовариантного капустоуборочного комбайна по схеме 4.

Таблица 1 – Характеристика условий проведения производственного испытания многовариантного капустоуборочного комбайна

Показатель	Значение
Рельеф	ровный
Микрорельеф	слабогребнистый
Преобладающий вид сорняков	лебеда
Схема посадки, мм	700x500
Ширина основных междурядий, мм	680...690
Ширина стыковых междурядий, мм	672...728
Прямолинейность рядков	
а) количество растений, расположенных на основной линии, %	46,5
б) в зоне ±100 мм, %	35,6
в) в зоне ±200 мм, %	17,9
Состояние и расположение листьев, %	
а) стоящие	36,6...50,0
б) полулежащие	30,0...54,5
в) лежащие	9,1...20,0
Расположение кочанов относительно поверхности почвы, %	
от 0 до 50 мм	23,5...25,7
от 50 до 100 мм	55,0...60,0
более 100 мм	18,0...28,5

Таблица 2 – Качественные показатели работы многовариантного капустоуборочного комбайна по вариантам использования

Наименование показателей	Технологическая схема				Агротехнические требования
	1	2	3	4	
Рабочая скорость, м/с	0,8...1,5	0,8...1,5	0,9...1,5	0,9...1,5	не менее 0,78
Убрано стандартных кочанов, %	100	100	100	100	
Потери кочанов, %	0	0	0	0	не более 5
Повреждено кочанов, %	7...9	8...9	5...6	5...6	не более 10
в том числе в слабой степени	7...9	8...9	5...6	5...6	-
в средней степени	0	0	0	0	-
в сильной степени	0	0	0	0	-
Полнота удаления капустных листьев, %	93	92	95	100	-
Загрязненность кочанов, %	нет	нет	нет	нет	не более 5

ским требованиям (табл. 2) При машинной уборке капусты по схемам 3 и 4 удается обеспечивать большую сохранность качества продукции, по сравнению с работой по схемам 1 и 2, так как в ходе их реализации осуществляется шадящая ручная укладка кочанов в контейнеры. Например, при уборке капусты по технологическим схемам 3 и 4 повреждаемость кочанов не превышала 5...6 %, полнота удаления капустных листьев составляла 95...100 %. В этой связи работу комбайна по схемам 1 и 2 следует считать предпочтительной при уборке капусты, предназначенной для краткосрочного хранения, схемы 3 и 4 подходят для закладки кочанов на более длительное хранение.

Выводы. Проведенные производственные испытания многовариантного капустоуборочного комбайна подтвердили возможность его адаптации к различным производственным условиям и соответствие качественных показателей работы установленным агротехническим требованиям.

Использование многовариантного капустоуборочного комбайна по схемам 1 и 2 целесообразно при уборке капусты для краткосрочного и среднесрочного хранения, по схемам 3 и 4 – при уборке кочанов, предназначенных для длительного хранения.

Литература

1. Шамонин В. И., Сергеев А. В., Федькин Д. С. Повышение качества овощной продукции при механизированной уборке в контейнеры // Молодой ученый. 2015. №23(103). С. 433-436.
2. Хвостов В. А., Рейнгарт Э.С., Колчин Н.Н. Справочник конструктора машин для уборки и послеуборочной обработки овощей и корнеплодов. Санкт-Петербург-Павловск: Издательство СЗНИИМЭСХ, 1998. 200с.
3. Свирин С.Н. Параметры и режимы работы транспортера-загрузчика контейнеров и транспортных средств на пунктах послеуборочной обработки белокачанной капусты: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ленинград-Пушкин, 1986. 16 с.
4. Тихонов Н.И. Контейнерная технология уборки капусты //Технологии и агроприемы выращивания и хранения овощных и бахчевых культур: тезисы докладов научно-методической и координационной конференции «Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии и агроприемы выращивания и хранения овощных и бахчевых культур» (23-24 марта 1999 г.). М.: кооператив «Полиграф», 1999. С. 156-157.
5. Kanamitsy M., Yamamoto K. Development of Chinese cabbage harvester // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). 1996. 30(1). pp 35-41.
6. Алатырева И.С. Обоснование конструкции и параметров сепарирующего устройства капустоуборочного комбайна: дис. ... канд. техн. наук. Чебоксары, 2009. 153 с.
7. Wang J., Du D.D., Hu J.B. Vegetable Mechanized Harvesting Technology and Its Development // Transactions

of Chinese Society of Agricultural Machinery. 2014. 45(2). pp. 81-87.

8. Design of cabbage pulling-out test beand parameter optimization test / C. Zhou, F. Luan, X. Fang // Chemical Engineering. Transactions.2017.Volumes 62. pp. 1267-1272.

9. Алатырев С.С., Мишин П.В., Алатырев А.С. Новый капустоуборочный комбайн // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. №1(48). С. 102-107.

10. Патент №2527025 РФ. МПК А01D45/26. Отгрузочное устройство капустоуборочной машины / А. С. Алатырев, А. О. Григорьев, В. В.Воронин и др. Заявлено 12.03.2013. Опубл. 27.08.2014. Бюл. №24.

11. Алатырев А.С., Корнилова Л.М., Кручинкина И.С. и др. Оптимизация процесса доработки кочанов капусты на капустоуборочном комбайне //Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2018. №2(49). С. 57-61.

Сведения об авторах:

Алатырев Сергей Сергеевич – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов; e-mail: if7@academy21.ru

Кручинкина Ирина Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий

Алатырев Алексей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов

ФГБОУ ВО Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, г. Чебоксары, Россия

GENTLE CABBAGE HARVESTING

Alatyrev S.S., Kruchinkina I.S., Alatyrev A.S.

Abstract. When harvesting cabbage by machine, the heads of cabbage are severely injured. Mechanically damaged heads of cabbage are poorly stored. Therefore, the machine technology of cabbage harvesting should provide protection of heads of cabbage from mechanical damage. The purpose of the research is to study the qualitative indicators of the operation of a multivariate cabbage harvester with various harvesting technological schemes. The considered technological schemes for harvesting cabbage include: careful shipment of heads in bulk of a universal vehicle (Scheme 1); careful point shipment of heads of cabbage into containers installed in the back of a vehicle (diagram 2); shipment of heads of cabbage on a flexible flooring installed in the vehicle, with their subsequent careful transfer to containers manually (Scheme 3); stowing heads of cabbage into containers on an accompanying trailer manually (Scheme 4). During the production check, under conditions typical for the main regions of mass marketable production of cabbage, the multivariate cabbage harvester steadily performed the technological process. At the same time, its quality indicators met the established agrotechnical requirements. Combine operation according to schemes 3 and 4 ensured the preservation of product quality to the maximum extent: damage to heads of cabbage did not exceed 5 ... 6%, the completeness of cabbage leaves removal was 95 ... 100%. Therefore, its use according to schemes 1 and 2 is recommended mainly when harvesting cabbage for short-term and medium-term storage, according to schemes 3 and 4 - when harvesting heads of cabbage intended for long-term storage.

Key words: technologies for machine harvesting of cabbage, gentle mode of operation.

References

1. Shamonin V.I., Sergeev A.V., Fedkin D.S. Improving the quality of vegetable products during mechanized harvesting in containers. [Povyshenie kachestva ovoschnoy produktsii pri mekhanizirovannoy uborke v konteynery]. // *Molodoy uchemy. - Young scientist*. 2015. №23(103). P. 433-436.

2. Khvostov V.A., Reyngart E.S., Kolchin N.N. *Spravochnik konstruktora mashin dlya uborki i posleuborochnoy obrabotki ovoschey i korneplodov*. [Handbook of the constructor of machines for harvesting and post-harvest processing of vegetables and root crops]. Sankt-Peterburg-Pavlovsk: Izdatelstvo SZNIIMESKh, 1998. 200 p.

3. Svirin S.N. *Parametry i rezhimy raboty transportera-zagruzchika konteynerov i transportnykh sredstv na punktakh posleuborochnoy obrabotki belokochannoy kapust: Avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk*. (Parameters and operating modes of the conveyor-loader of containers and vehicles at the points of post-harvest processing of white cabbage: Author's abstract of dissertation for a degree of Ph.D. of Technical sciences). Leningrad-Pushkin, 1986. 16 p.

4. Tikhonov N.I. *Konteynemaya tekhnologiya uborki kapusty. //Tekhnologii i agropriemy vyraschivaniya i khraneniya ovoschnykh i bakhchevykh kultur: tezisy dokladov nauchno-metodicheskoy i koordinatsionnoy konferentsii "Resursosberegayushchie i ekologicheski bezopasnye tekhnologii i agropriemy vyraschivaniya i khraneniya ovoschnykh i bakhchevykh kultur" (23-24 marta 1999g.)*. (Container technology for cabbage harvesting. // Technologies and agricultural practices for growing and storing vegetables and melons: abstracts of the scientific-methodological and coordination conference "Resource-saving and environmentally friendly technologies and agricultural practices for growing and storing vegetable and melons" (March 23-24, 1999). M.: kooperativ "Poligraf", 1999. P. 156-157.

5. Kanamitsy M., Yamamoto K. Development of Chinese cabbage harvester // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). 1996. 30(1). P. 35-41.

6. Alatyreva I.S. *Obosnovanie konstruksii i parametrov separiruyushchego ustroystva kapustuborochnogo kombayna: dis. ... kand. tekhn. nauk*. (Justification of the design and parameters of the separating device of a cabbage harvester: dissertation for a degree of Ph.D. of Technical sciences). Cheboksary, 2009. 153 p.

7. Wang J., Du D.D., Hu J.B. Vegetable Mechanized Harvesting Technology and Its Development // Transactions of Chinese Society of Agricultural Machinery. 2014. 45(2). P. 81-87.

8. Design of cabbage pulling-out test beand parameter optimization test / C. Zhou, F. Luan, X. Fang // Chemical Engineering. Transactions.2017.Volumes 62. P. 1267-1272.

9. AlatyrevS.S., Mishin P.V., AlatyrevA.S. New cabbage harvester. [Novyy kapustuborochnyy kombayn]. // *Vestnik Kazanskogo GAU. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. 2018. №1(48). P. 102-107.

10. Patent №2527025 RF. МПК А01D45/26. *Отгрузочное устройство капустоуборочной машины*. [Unloading device of cabbage harvester]. /A.S. Alatyrev, A.O. Grigorev, V.V.Voronin and others. Applied 12.03.2013. Published 27.08.2014. Bulletin № 24.

11. Alatyrev A.S., Kornilova L.M., Kruchinkina I.S. and others. Optimization of the process of finalization of cabbage heads on a cabbage harvester. [Optimizatsiya protsessa dorabotki kochanov kapusty na kapustuborochnom kombayne]. // *Vestnik Kazanskogo GAU. – The Herald of Kazan State Agrarian University*. 2018. №2(49). P. 57-61.

Authors:

Alatyrev Sergey Sergeevich - Doctor of Technical sciences, Professor of Transport and technological machines and complexes Department; e-mail: if7@academy21.ru

Kruchinkina Irina Sergeevna – Ph.D. of Technical sciences, associate professor of Mathematics, Physics and Information Technologies Department.

Alatyrev Aleksey Sergeevich - Ph.D. of Technical sciences, associate professor of Transport and technological machines and complexes Department.

Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia