

**ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ БЕРЕЖНОЙ УБОРКИ КОЧАННОЙ КАПУСТЫ****С.С. Алатырев, И.С. Кручинкина, А.С. Алатырев***Чувашская государственная сельскохозяйственная академия  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** В связи с внедрением механизированных технологий в товарном производстве и уборке овощей, в частности белокочанной капусты, остро стоит проблема сохранения получаемой продукции в связи с механическими повреждениями овощной продукции, которая имеет слабую лежкость в процессе хранения. Так, при машинной уборке кочаны капусты повреждаются в значительной степени. Основные повреждения происходят при отгрузке с помощью машины в кузов транспортного средства. В связи с этим наиболее актуальной является разработка новых приемов машинной уборки капусты, позволяющих бережно укладывать кочаны в контейнеры, установленные на сопровождающем контейнеровозе, так, чтобы в последующем закладывать их на хранение. Исследовательская работа в этом направлении ведется во многих странах мира, в частности в Японии, Китае, в странах Европы. Однако в настоящее время эти разработки находятся лишь на стадии получения опытных образцов. В этой связи была предложена технология уборки кочанной капусты в щадящем режиме на основе применения нового опытного образца капустоуборочного комбайна. В соответствии с ней агрегат движется по убранной части поля, направляя режущий аппарат по убираемому ряду. При этом он непрерывно копирует рельеф поля. В ходе работы режущего аппарата происходит выравнивание растений капусты по высоте, а также в продольной и поперечной плоскости. Далее режущее устройство приближается к растениям капусты и срезает их. Срезанные кочаны поступают на полотно ленточного транспортера, который работает совместно с прижимным транспортером. Поток срезанных кочанов вместе с капустной листвой проходит через вальцевой листоотделитель и поступает на транспортер-обрезчик. На нем рабочие инспектируют кочаны капусты. При этом больные и незрелые экземпляры отделяются от основного потока, а нестандартно срезанные кочаны устанавливаются в отверстия пластин транспортера-обрезчика для повторной обрезки, которая произойдет в последующем в результате встречи с пассивным ножом. Далее поток кочанов и капустных листьев поступает на продольный транспортер, который позволяет растянуть его вдоль платформы сопровождающего низкорамного прицепа со сменными контейнерами. Здесь рабочие, находясь на специально оборудованной площадке, отбирают товарные кочаны для передачи рабочим, укладывающим их в контейнеры на сопровождающем транспортном средстве. Остающиеся на полотне отходы капусты (листва и незрелые кочаны) отгружаются на землю в конце транспортера. По мере наполнения контейнеров капустой транспортный агрегат направляется в пункт хранения. Его место займет транспортное средство с порожними контейнерами.

**Ключевые слова:** технология уборки капусты, щадящий режим, капустоуборочный комбайн.

**Введение.** Товарное производство овощей сопровождается значительными трудовыми затратами. Особенно трудозатратными являются уборочные процессы. Поэтому в последние годы во многих странах мира начали уделять повышенное внимание проблеме механизации технологических процессов в овощеводстве [1]. В то же время в связи с внедрением механизированных технологий при уборке овощей, в частности белокочанной капусты, обострилась проблема сохранения получаемой продукции в связи с значительными механическими повреждениями овощной продукции, которая имеет слабую лежкость при хранении. Так, при закладке на хранение поврежденных кочанов капусты ее потери могут составлять до 50 % [4].

**Цель исследований.** Основные повреждения кочаны капусты получают при отгрузке с помощью капустоуборочной машины в кузов транспортного средства [2]. Поэтому перед учеными стоит задача по разработке новых приемов машинной уборки капусты, позволяющих бережно укладывать кочаны в жесткую тару, чтобы в последующем заложить их туда на хранение.

В настоящее время, как показывает проведенный анализ, процесс уборки капусты в жесткую тару при машинной уборке частично исследовался зарубежными учеными. Работа в этом направлении заметно активизировалась в Японии, Китае, в странах Европы. Так, существенный интерес представляет механизированная система уборки кочанной капусты в контейнеры, которые установлены на прицепе [6]. В некоторых исследованиях выдвигается идея о накапливании кочанов капусты в бункере, установленном в капустоуборочном комбайне [7]. Однако следует отметить, что упомянутые разработки в настоящее время находятся лишь в стадии создания опытных образцов [5]. К тому же, в связи с высокой стоимостью вряд ли они будут доступны овощеводам, работающим в условиях малых форм хозяйствования, которые преобладают в современном овощеводстве в нашей стране.

В этой связи представляет несомненный практический интерес технология и техническое средство, предложенные нами для бережной уборки капусты [3].

**Материалы и методы.** Технология заключается в следующем. При работе уборочный агрегат движется по убранной части поля (рис. 1), направляя режущий аппарат по убираемому ряду. При этом он непрерывно

копирует рельеф поля. В ходе работы режущего аппарата происходит выравнивание растений капусты по высоте, а также в продольной и поперечной плоскости. Далее режущее устройство приближается к растениям капусты и срезает их. Срезанные кочаны поступают на полотно ленточного транспортера, который работает совместно с прижимным транспортером. Поток срезанных кочанов вместе с капустной листвой проходит через вальцевый листоотделитель и поступает на транспортер-обрезчик 2. На нем рабочие инспектируют кочаны капусты. При этом большие и незрелые экземпляры отделяются от основного потока, а нестандартно срезанные кочаны устанавливаются в отверстиях пластин транспортера-обрезчика для повторной обрезки, которая произойдет в результате встречи с пассивным ножом.

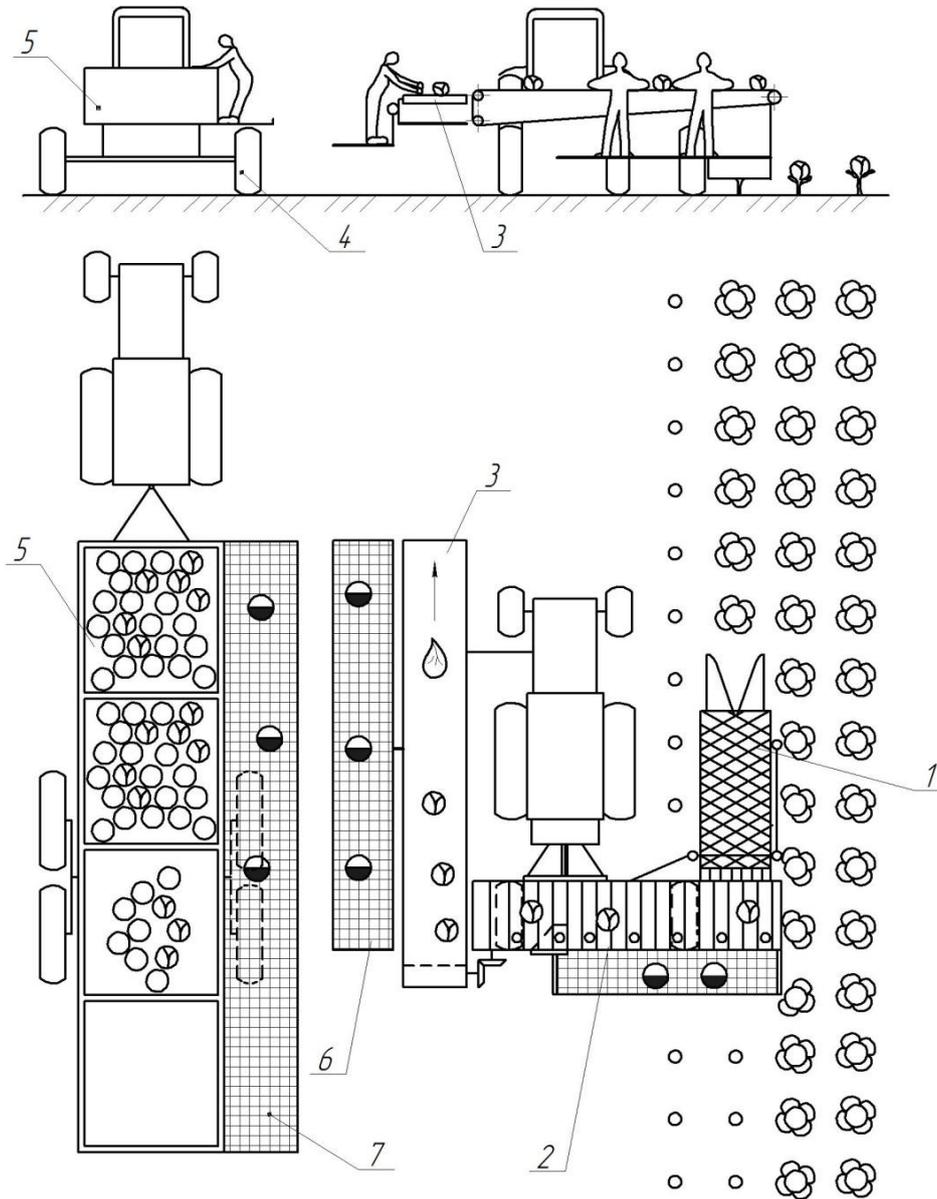


Рис. 1. Схема бережной уборки капусты ручной укладкой в контейнеры

В последующем поток кочанов поступает на продольный транспортер 3, который позволяет растянуть его вдоль платформы сопровождающего низкорамного прицепа 4 со сменными контейнерами 5. Здесь рабочие, находясь на специально оборудованной площадке 6, отбирают товарные кочаны для передачи рабочим, укладывающим их в контейнеры на сопровождающем транспортном средстве.

Остающиеся на полотне отходы капусты (листва и незрелые кочаны) отгружаются на землю в конце транспортера.

По мере наполнения контейнеров 5 капустой транспортный агрегат 4 направляется в пункт хранения. Его место займет транспортное средство с порожними контейнерами.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для уборки кочанной капусты по описанной технологии нами был разработан однорядный капустоуборочный комбайн с продольным транспортером.

Работа его показана на рисунке 2.



Рис. 2. Машинная уборка кочанной капусты в щадящем режиме: а – вид спереди; б – вид сзади

Испытания данного комбайна проводились в уборочный сезон 2019 г. на полях ООО «Деметра» Республики Марий-Эл.

Так как комбайн создан для работы в щадящем режиме уборки кочанной капусты, испытание было направлено на выявление качественных показателей его работы.

Так на рисунке 3 показан фрагмент поля для оценки качества среза кочанов капусты.



Рис. 3. Вид делянки после пробной уборки кочанов экспериментальным капустоуборочным комбайном

Агротехническая оценка качества выполнения технологического процесса при этом проводилась путем инспектирования кочанов, уложенных в контейнеры, а также с помощью осмотра рядков после уборки капусты в исследуемых делянках. Полученные в ходе испытаний агротехнические показатели приведены в таблице.

Таблица – Агротехнические показатели работы экспериментального капустоуборочного комбайна в щадящем режиме

Наименование показателей	Значения показателей	
	исследуемого комбайна	по АТТ
Рабочая скорость, м/с	0,8...1,5	не менее 0,78
Убрано кочанов, %	100	95
в том числе стандартных	82	
Потери кочанов, %	0	не более 5
Повреждено кочанов всего, %	7...9	не более 10
в т.ч. в слабой степени (до 3-х прилегающих листьев)	7...9	
средней степени	0	
сильной степени	0	
Полнота удаления свободных капустных листьев	100	
Загрязненность кочанов, %	нет	не более 5

Данные, представленные в таблице, свидетельствуют о том, что агротехнические показатели капустоуборочного комбайна в полной мере соответствуют всем агротехническим требованиям, предъявляемым при машинной уборке капусты. При этом количество поврежденных в слабой степени кочанов не превышало 7...9 % от общей массы. Кочаны, поврежденные в средней и сильной степени, не были обнаружены.

#### **Выводы.**

1. При традиционной машинной уборке капусты кочаны существенно повреждаются, что снижает их лежкость в процессе хранения.

2. Была разработана технология уборки кочанной капусты в щадящем режиме, предусматривающая бережную укладку кочанов вручную в контейнеры сопровождающего контейнеровоза и закладку их на хранение.

3. Качественные показатели работы комбайна при использовании данной технологии удовлетворяют установленным агротехническим требованиям, что позволяет рекомендовать разработанный комбайн к использованию при уборке кочанной капусты, предназначенной для длительного хранения.

#### **Благодарность**

Опытный образец капустоуборочного комбайна был разработан и изготовлен на средства, выделенные Фондом содействия инновациям на основе гранта на выполнение НИОКР. Авторы статьи выражают искреннюю признательность фонду.

#### **Литература**

1. Александрова, У. В. Разработка и обоснование устройства для удаления капустных листьев в комбайне: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / У. В. Александрова. – Чебоксары, 2013. – 148 с.

2. Аналитическое обоснование конструктивных параметров приспособления для бережной отгрузки кочанов при машинной уборке капусты / С. С. Алатырев, И. С. Кручинкина, А. С. Алатырев, А. П. Юркин // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 8. – С. 29 – 34.

3. Кручинкина, И. С. К обоснованию конструкции многовариантного капустоуборочного комбайна / И. С. Кручинкина, С. С. Алатырев // Современное состояние прикладной науки в области механики и энергетики: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2016. – С. 140-146.

4. Свирин, С. Н. Параметры и режимы работы транспортера-загрузчика контейнеров и транспортных средств на пунктах послеуборочной обработки белокочанной капусты: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. / С. Н. Свирин. – Ленинград-Пушкин, 1986. – 16 с.

5. Du, D. D. Development and experiment of self-propelled cabbage harvester / D. D. Du, G. Q. Fei, J. Wang // Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015.–Vol.31(14). – P.16-23.

6. Development and Utilization of a New Mechanized Cabbage Harvesting System for Large Fields / T. Amano, M. Yamagata, M. Kolma, M. Hachiya // Agricultural Research Quarterly. – 2004. – № 38(2). – P. 97-103.

7. Kanamitsy, M. Development of Chinese cabbage harvester / M. Kanamitsy, K. Yamamoto // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). – 1996. – № 30(1). – P. 35-41.

#### **Сведения об авторах**

1. **Алатырев Сергей Сергеевич**, доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: S\_Alatyrev1955@mail.ru, тел. 89373911350;

2. **Кручинкина Ирина Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: irinka58.84@mail.ru, тел. 89176533438;

3. **Алатырев Алексей Сергеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: leha.alatyrev@mail.ru, тел. 89050273957.

## TECHNOLOGY AND TECHNICAL EQUIPMENT FOR SPARE HARVESTING OF WHITE-HEADED CABBAGE

**S.S. Alatyrev, I.S. Kruchinkina, A.S. Alatyrev**  
*Chuvash State Agricultural Academy*  
 428003, Cheboksary, Russian Federation

**Abstract.** *In connection with the introduction of mechanized technologies in the commodity production and harvesting of vegetables, in particular white-headed cabbage, there is an acute problem of preserving the resulting product in connection with mechanical damage to vegetable products, which has a weak keeping quality during storage. So, when machine harvesting, cabbages are damaged to a large extent. Major damage occurs when cabbages are shipped by car to the vehicle body. In this regard, it is important to develop new techniques for machine harvesting of cabbage, allowing you to carefully put the heads in containers installed on the accompanying container ship, so that in the future they can be put in storage. Research work in this direction is being carried out in many countries of the world, in particular in Japan, China, and Europe. However, at present, these developments are only at the stage of obtaining prototypes. In this regard, the technology of harvesting cabbage in a gentle mode based on a new prototype of a cabbage harvester is proposed. In accordance with it, the unit moves along the harvested part of the field, directing the cutting apparatus along the row to be harvested. At the same time, it continuously copies the relief of the field. During the operation of the cutting apparatus, the cabbage plants are aligned in height, as well as in the longitudinal and transverse planes. Next, the cutting device approaches the cabbage plants and cuts them off. The cut-off cabbages arrive at the belt conveyor belt, which works together with the pressure conveyor. The flow of cut heads of cabbage along with cabbage leaves passes through a roller sheet separator and enters the conveyor-trimmer. On it, workers inspect heads of cabbage. In this case, diseased and unripe specimens are separated from the main stream, and non-standard cut heads of cabbage are installed in the holes of the conveyor-trimmer plates for re-trimming, which will occur later as a result of a meeting with a passive knife. Next, the flow of heads of cabbage and cabbage leaves goes to a longitudinal conveyor, which allows you to stretch it along the platform of the accompanying low loader trailer with removable containers. Here, the workers, being on a specially equipped site, pick out cabbages for transfer to the workers, who put them in containers on an accompanying vehicle. The cabbage waste remaining on the canvas (foliage and immature heads of cabbage) is shipped to the ground at the end of the conveyor. As the containers are filled with cabbage, the transport unit is sent to the storage point. A vehicle with empty containers will take its place.*

**Key words:** *cabbage harvesting technology, sparing mode, cabbage harvesting combine.*

### References

1. Aleksandrova, U. V. Razrabotka i obosnovanie ustrojstva dlya udaleniya kapustnyh list'ev v kombajne: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / U. V. Aleksandrova. – Cheboksary, 2013. – 148 s.
2. Analiticheskoe obosnovanie konstruktivnyh parametrov prispособleniya dlya berezhnoj otgruzki kochanov pri mashinnoj uborke kapusty / S. S. Alatyrev, I. S. Kruchinkina, A. S. Alatyrev, A. P. Yurkin // Vestnik Kurskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2017. – № 8. – S. 29 – 34.
3. Kruchinkina, I. S. K obosnovaniyu konstrukcii mnogovariantnogo kapustouborochnogo kombajna / I. S. Kruchinkina, S. S. Alatyrev // Sovremennoe sostoyanie prikladnoj nauki v oblasti mekhaniki i energetiki: materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Cheboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2016. – S. 140-146.
4. Svirin, S. N. Parametry i rezhimy raboty transportera-zagruzchika kontejnerov i transportnyh sredstv na punktah posleuborochnoj obrabotki belokochannoj kapusty: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk. / S. N. Svirin: – Leningrad-Pushkin, 1986. – 16 s.
5. Du, D. D. Development and experiment of self-propelled cabbage harvester / D. D. Du, G. Q. Fei, J. Wang // Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2015. – Vol. 31 (14). – P.16-23.
6. Development and Utilization of a New Mechanized Cabbage Harvesting System for Large Fields / T. Amano, M. Yamagata, M. Kolma, M. Hachiya // Agricultural Research Quarterly. – 2004. – № 38 (2). – P. 97-103.
7. Kanamitsy, M. Development of Chinese cabbage harvester / M. Kanamitsy, K. Yamamoto // Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ). – 1996. – № 30 (1). – P. 35-41.

### Information about authors

1. **Alatyrev Sergey Sergeevich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: S\_Alatyrev1955@mail.ru, tel. 89373911350;

2. **Kruchinkina Irina Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematics, Physics and Information Technology, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: irinka58.84@mail.ru, tel. 89176533438;

3. *Alatyrev Aleksey Sergeevich*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Transport and Technological Machines and Complexes, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; e-mail: leha.alatyrev@mail.ru, tel. 89050273957.

УДК 631.22.014

DOI: 10.17022/74xp-js50

## ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА КОРМОПРИГОТОВИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**П.В. Зайцев, Н.П. Зайцева, С.П. Зайцев**

*Чувашская государственная сельскохозяйственная академия  
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

**Аннотация.** Важным резервом повышения эффективности производства продукции является использование прогрессивных технологий и обеспечение эффективного использования техники путем ее рационального сервисного обслуживания (технического обслуживания и ремонта). В настоящее время периодичность ТО связывается с календарным временем. Однако при ориентации только на календарное время не учитывается степень износа деталей и узлов кормоприготовительных машин в связи с увеличением срока их службы [1], [2]. Ситуация усугубляется еще и тем, что планирование технического обслуживания в соответствии с определенными периодами времени приводит к тому, что новые машины поступают на обслуживание преждевременно, а машины, поработавшие несколько лет, напротив, обслуживаются с опозданием. Использование общепринятой единой системы периодического технического обслуживания кормоприготовительных машин в соответствии с их категориям иногда приводит к некачественному проведению операций и, как следствие, к преждевременному выходу из строя техники, а, значит, и к увеличению затрат на ее эксплуатацию. В связи с этим невозможно оценить реальное техническое состояние машин. Поэтому система периодического выполнения технических операций при обслуживании машин в соответствии с календарным временем более подходит для кормоприготовительной техники, находящейся на хранении. Анализ данных, представленных в современных научных исследованиях, позволяет сделать вывод о том, что при определении показателя оптимальной периодичности технического обслуживания необходимо более полно и объективно учитывать режимы и объемы выполненных работ, количество расходуемой электроэнергии, материальные и денежные затраты, что позволит с максимальной точностью отразить реальное техническое состояние кормоприготовительных машин. Обобщающим показателем, позволяющим получать достоверную информацию с учетом всех факторов, является уровень энергетических затрат, выраженных единицами расходуемой электроэнергии в КВт-ч. Использование электросчетчиков дает возможность с достаточной точностью проанализировать работу техники, имеющей электропривод, и своевременно выполнить все операции по техническому обслуживанию машин, что позволяет определить уровень долговечности кормоприготовительной техники, произвести своевременную диагностику технического состояния машины. Также необходимо выявлять наиболее распространенные причины отказов в работе техники, характерных для кормоприготовительных машин (дозаторов, измельчителей и смесителей): обрывы, механические повреждения клиновых ремней, исключающие возможность их дальнейшей эксплуатации. По показателям электросчетчика можно определить фактический эксплуатационный ресурс клиновых ремней, который должен составлять не менее 500 часов и обеспечивать надежность работы техники с вероятностью 0,9. При определении оптимальной периодичности технического обслуживания машин было предложено учитывать общие удельные затраты, технологические, транспортные, организационные, а также затраты на содержание пункта ТО.

**Ключевые слова:** сервисное обслуживание, периодичность, удельные затраты, материальные ресурсы, кормовая смесь, энергозатраты.

**Введение.** Основным фактором увеличения объемов производства животноводческой продукции и снижения трудоемкости основных производственных процессов является сбалансированный в соответствии с зоотехническими нормами рацион кормления животных, который обеспечивается рациональным использованием кормоприготовительных машин, их качественным обслуживанием (техническим обслуживанием и ремонтом) [2], [3].

На каждом этапе развития технологий при создании новых образцов кормоприготовительной техники возникает проблема в обеспечении надежности современных конструкций, особенно при использовании в животноводческих хозяйствах сложного автоматизированного оборудования, снижающего трудоёмкость технологических процессов при приготовлении кормов и кормовых смесей [4].

Применение новой сложной автоматизированной и роботизированной техники не только повышает вероятность отказа в работе техники, снижая долговечность ее эксплуатации, но и приводит к увеличению стоимости ее технического обслуживания [5], [6]