

**Информация об авторах**

**Ерёмина Тамара Владимировна**, доктор технических наук, профессор, Почётный работник высшего профессионального образования РФ, профессор кафедры «Экология, недропользование и безопасность жизнедеятельности», ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (Российская Федерация, 670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В), e-mail: ereminat.v@yandex.ru

**Шаныгин Иван Алексеевич**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехника и автоматизированные системы управления», ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (Российская Федерация, 670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В), e-mail: i.shanygin@mail.ru

**Галегузова Ирина Андреевна**, старший преподаватель кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий и сельского хозяйства», ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (Российская Федерация, 670013, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, д. 40В), e-mail: irina.hmeleva@yandex.ru

**Author's Information**

**Eremina Tamara Vladimirovna**, Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Higher Attestation Commission, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Professor of the Department of Ecology, Subsoil Use and Life Safety, East Siberian State University of Technology and Management (Russian Federation, 670013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya str., 40B), e-mail: ereminat.v@yandex.ru

**Shanygin Ivan Alekseevich**, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Electrical Engineering and Automated Control Systems, East Siberian State University of Technology and Management (Russian Federation, 670013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya str., 40B), e-mail: i.shanygin@mail.ru

**Galeguzova Irina Andreevna**, Senior Lecturer, Department of Power Supply of Industrial Enterprises and Agriculture, East Siberian State University of Technology and Management (Russian Federation, 670013, Ulan-Ude, Klyuchevskaya str., 40B), e-mail: irina.hmeleva@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-41

**FACTORS AFFECTING USAGE FIGURES AUTOMATED VEHICLES FOR LOADING  
AND TRANSPORTING HAY-STRAW MATERIALS IN ROLLS**

<sup>1,2</sup>Ryadnov A. I., <sup>1</sup>Mechenkov V. V., <sup>1</sup>Fedorov A. V.

<sup>1</sup>Volgograd State Agrarian University  
Volgograd, Russian Federation

<sup>2</sup>Astrakhan State University  
Astrakhan, Russian Federation

Corresponding author E-mail: alex.rjadnov@mail.ru

Received 17.03.2024

Submitted 22.04.2024

**Summary**

Based on the analysis of the designs of technical means PR-18, TP-10-1, TPR-11, designed for loading balers of hay rolls formed by balers and their further transportation to the place of unloading, as well as loaders-transporters of hay rolls PTRS-1 and PTRS-2, loading hay rolls into one and two tiers without additional loading machines and transportation to the storage site, performing loading, transportation and unloading of hay rolls, and the features of their operation, three main groups of factors affecting the efficiency of using loaders-haulers of hay rolls are identified: technological, structural, technological and technical and economic.

**Abstract**

**Introduction.** The development of the agro-industrial complex of the Russian Federation is aimed at the development and implementation of modern technologies and technical means based on the latest achievements of Russian science. The use of technical means and technologies using automation and digitalization tools, as well as the use of robotic machines in the agro-industrial complex will significantly increase labor productivity and the quality of agricultural products. In addition, this will lead to increased economic efficiency of production. The introduction of highly efficient technologies in the agricultural sector of production is a strategic vector of scientific and technological progress of the agro-industrial complex in the modern world. The most important branches of agricultural production are crop production and livestock farming. At the same time, the main task of crop production is, in particular, a stable supply of high-quality feed to the livestock industry, including hay formed into rolls. Removing hay rolls from the field implies the implementation of a set of agrotechnical, organizational, technological, technical and economic measures, the development of which is impossible without knowledge of the main factors influencing the development of production and the most important indicators of the use of technical means used, in particular, in harvesting hay rolls from the field from hay-straw materials. **The purpose of the work** is to analyze the factors influencing the use of automated vehicles for loading and transporting hay and straw materials in rolls. **Materials and methods.** The results of the work are based on a detailed analysis of scientific articles, reports and presentations at scientific conferences related to the research of technical means for loading and

transporting hay and straw materials to storage sites, on the modern theory of the logic of science and the basic principles of the theory of efficiency in technology. **Results and discussion.** Loading and transporting bales are highly energy-intensive operations in cattle feed production. In addition, various loaders are used to load hay rolls. To reduce the amount of equipment used, reduce the labor intensity of loading hay rolls onto a vehicle platform, and reduce soil compaction of fields by running systems of machines, technical means are being developed with automatic loading of rolls onto the platform (combined technical means). The features of self-loading machines, such as PR-18, TP-10-1, TPR-11, which are also intended for transporting rolls to the place of unloading, are taken into account. The design features of the PTRS-1 and PTRS-2 hay roll loaders-transporters are also considered. These technical means do not require additional machines or mechanisms for loading them in rolls. In this case, rolls of hay are stacked in PTRS-1 in one tier, in PTRS-2 - in two tiers. As a result of the analysis of scientific works on the use of machines when loading rolls of straw hay materials onto technical means, transporting them to places of their storage and unloading, the following groups of factors were identified that influence the results of using automated vehicles for loading and transporting straw hay materials in rolls: technological, design and operational economic. **Conclusions.** Based on an analysis of the design, technological and operational features of technical means that carry out self-loading of rolls of straw hay materials and their transportation to storage sites, technological, design, operational and economic groups of factors influencing the use of automated vehicles for loading and transporting straw hay materials in rolls have been identified. Technological factors include: indicators of the quality of work performed, the average weight of one roll of hay-straw materials, and the provision of farm loaders and transporters. Design factors include: nominal load capacity, geometric parameters of hay rolls, capacity of the loader-transporter, method of unloading the rolls, traction class of the tractor used as part of the MTA, maximum speed of movement of the MTA, level of mechanization and automation of the mechanisms for loading rolls of hay-straw materials into the loader-transporter and their unloading. The operational and economic factors include: the level of reliability, efficiency and productivity of the loader-transporter of rolls of hay and straw materials.

**Keywords:** hay and straw materials, transportation of hay bales, loaders-transporters.

**Citation.** Ryadnov A. I., Mechenkov V. V., Fedorov A. V. Factors affecting usage figures automated vehicles for loading and transporting hay-straw materials in rolls. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 357-366 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-41.

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

УДК 631.374

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПОГРУЗКИ И ТРАНСПОРТИРОВКИ СЕНОСОЛОМИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ В РУЛОНАХ

<sup>1,2</sup>Ряднов А. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор

<sup>1</sup>Меченков В. В., аспирант

<sup>1</sup>Федоров А. В., аспирант

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет

г. Астрахань, Российская Федерация

**Актуальность.** Развитие агропромышленного комплекса Российской Федерации направлено на разработку и внедрение современных технологий и технических средств, основанных на новейших достижениях российской науки. Применение технических средств и технологий с применением средств автоматизации и цифровизации, а также использование роботизированных машин в агропромышленном комплексе позволит существенно повысить производительность труда и качество сельскохозяйственной продукции. Кроме того, это приведет к повышению экономической эффективности производства продукции. Внедрение высокоэффективных технологий в аграрный сектор производства является стратегическим вектором научно-технического прогресса агропромышленного комплекса в современном мире. Важнейшими отраслями сельскохозяйственного производства являются растениеводство и животноводство. При этом основной задачей растениеводства является, в частности, стабильное обеспечение

отрасли животноводства высококачественными кормами, в том числе и сена, сформированного в рулоны. Уборка с поля рулонов сена подразумевает выполнение совокупности агротехнических, организационных, технологических, технических и экономических мероприятий, разработка которых невозможна без знаний основных факторов, влияющих на развитие производства и важнейшие показатели использования технических средств, применяемых, в частности, на уборке с поля рулонов из сеносоломистых материалов. **Цель работы** – анализ факторов, влияющих на показатели использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах. **Материалы и методы.** Результаты работы основаны на детальном анализе научных статей, отчетов и выступлений на научных конференциях, относящихся к исследованиям технических средств по погрузке и транспортировке сеносоломистых материалов к местам хранения, на современной теории логики науки и основных положениях теории эффективности в технике. **Результаты и обсуждение.** Погрузка и транспортировка рулонов являются высокоэнергоёмкими операциями при заготовке корма для крупного рогатого скота. Кроме того на погрузке рулонов сена применяют различные погрузчики. Для уменьшения количества используемой техники, снижения трудоёмкости загрузки рулонов сена на платформу транспортного средства, уменьшения уплотнения почвы полей ходовыми системами машин разрабатываются технические средства с автоматической загрузкой рулонов на платформу (комбинированные технические средства). Учтены особенности самозагружающихся машин, таких как ПР-18, ТП-10-1, ТПР-11, которые предназначены еще и для транспортировки рулонов к месту их разгрузки. Рассмотрены также конструктивные особенности погрузчиков-транспортировщиков рулонов сена ППРС-1 и ППРС-2. Для данных технических средств не требуются дополнительные машины или механизмы для их загрузки рулонами. При этом рулоны сена укладываются в ППРС-1 в один ярус, в ППРС-2 – в два яруса. В результате анализа научных работ по использованию машин при загрузке рулонами сеносоломистых материалов на технические средства, транспортировке к местам их хранения и разгрузки определены следующие группы факторов, влияющих на результаты использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах: технологические, конструктивные и эксплуатационно-экономические. **Выводы.** На основе анализа конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей технических средств, осуществляющих самозагрузку рулонов из сеносоломистых материалов и их транспортировку к местам хранения, определены технологические, конструктивные и эксплуатационно-экономические группы факторов, влияющих на показатели использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах. К технологическим факторам отнесены: показатели качества выполняемых работ, средняя масса одного рулона сеносоломистых материалов, обеспеченность хозяйства погрузчиками-транспортировщиками. К конструктивным факторам отнесены: номинальная грузоподъемность, геометрические параметры рулонов сена, вместительность погрузчика-транспортировщика, способ выгрузки рулонов, тяговый класс применяемого трактора в составе МТА, максимальная скорость движения МТА, уровень механизации и автоматизации механизмов погрузки рулонов сеносоломистых материалов в погрузчик-транспортировщик и их выгрузки. К эксплуатационно-экономическим факторам отнесены: уровень надежности, экономичность и производительность погрузчика-транспортировщика рулонов сеносоломистых материалов.

**Ключевые слова:** сеносоломистые материалы, транспортировка рулонов сена, погрузчики-транспортировщики.

**Цитирование.** Ряднов А. И., Меченков В. В., Федоров А. В. Факторы, влияющие на показатели использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах. *Известия НВ АУК.* 2024. 3(75). 357-366. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-41.

**Авторский вклад.** Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Введение.** Эффективное развитие важнейших отраслей сельскохозяйственного производства Российской Федерации – растениеводства и животноводства неразрывно связано с разработкой и внедрением современных технологий и технических средств, основанных на новейших достижениях российской науки. Применение технических средств и технологий автоматизации, цифровизации и роботизации машин, а также

внедрение высокоэффективных технологий в аграрный сектор производства является стратегическим вектором научно-технического прогресса агропромышленного комплекса в современном мире.

Одной из основных задач растениеводства является стабильное обеспечение отрасли животноводства высококачественными кормами. При этом эффективность отрасли животноводства во многом зависит от уровня кормообеспеченности. Главным сырьем для заготовки кормовой базы остаются многолетние травы [1]. Высококачественное сено является одним из главных видов кормов крупного рогатого скота. Стабильное обеспечение отрасли животноводства высококачественными кормами возможно при выполнении совокупности агротехнических, организационных, технологических, технических и экономических мероприятий. На качество сена влияет множество факторов: ботанический состав сена, условия хранения, время уборки, погодные условия, условия сушки [1, 2].

Создание специализированных машин, объединяющих операции по подбору и транспортировке сена, спрессованного в рулоны, способствует повышению производительности труда, качества сельскохозяйственной продукции и экономической эффективности производства продукции [3]. При этом качество сена в рулонах должно удовлетворять основным требованиям к корму [4]. Разработка таких машин невозможна без знаний основных факторов, влияющих на важнейшие показатели их использования в реальных условиях сельскохозяйственного производства.

**Цель работы** – анализ факторов, влияющих на показатели использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах.

**Материалы и методы.** Результаты работы основаны на детальном анализе научных статей, отчетов и выступлений на научных конференциях, относящихся к исследованиям технических средств по погрузке и транспортировке сеносоломистых материалов к местам хранения, на современной теории логики науки и основных положениях теории эффективности в технике.

**Результаты и обсуждение.** Анализ научных трудов, посвященных эксплуатации технических средств по загрузке рулонов сена на транспортное средство, а также условий их эксплуатации, позволяет выявить факторы, влияющие на эффективность работы технических средств, в том числе и погрузчиков-транспортировщиков рулонов сена, оборудованных системами автоматического управления механизмами и устройствами [5, 6].

Погрузка и транспортировка рулонов – достаточно энергоемкие операции, занимающие значительную долю объема работ по заготовке кормов. При этом на погрузке рулонов сена применяют различные технические средства.

В целях уменьшения количества используемой техники на поле, снижения трудоемкости загрузки рулонов на платформу транспортного средства для последующей транспортировки к месту разгрузки, снижения уплотнения почвы полей ходовыми системами машин разрабатываются технические средства с автоматической загрузкой рулонов на платформу (комбинированные технические средства) [7, 8, 9].

На данном этапе развития агропромышленного комплекса существует ряд самозагружающихся машин, таких как ПР-18 (рисунок 1а), ТП-10-1 (рисунок 1б), ТПП-11 (рисунок 1в), предназначенных для дальнейшей транспортировки к месту разгрузки сформированных пресс-подборщиками рулонов сена.

Погрузочное устройство приводится в рабочее положение механизатором. При движении МТА механизатор подводит устройство захвата к расположенному на поле рулону таким образом, чтобы оно оказалось между рычагами захвата. Корректировка направления движения погрузочного устройства для захвата и загрузки рулона в платформу также осуществляется механизатором. Данные погрузчики позволяют загрузить рулоны на платформу в два ряда, механизм толкателя продвигает рулоны в конец платформы до полной загрузки.

Отличительной особенностью является возможность подбора и загрузки рулонов по обеим сторонам транспортировщика в зависимости от конструкции технического средства. Погрузчик-транспортировщик ТП-10-1 при загрузке рулонов длиной 1,2 м в три ряда, загружает верхний ряд так, чтобы рулоны располагались на стыках нижних рядов во избежание падения крайних рулонов (рисунок 2).

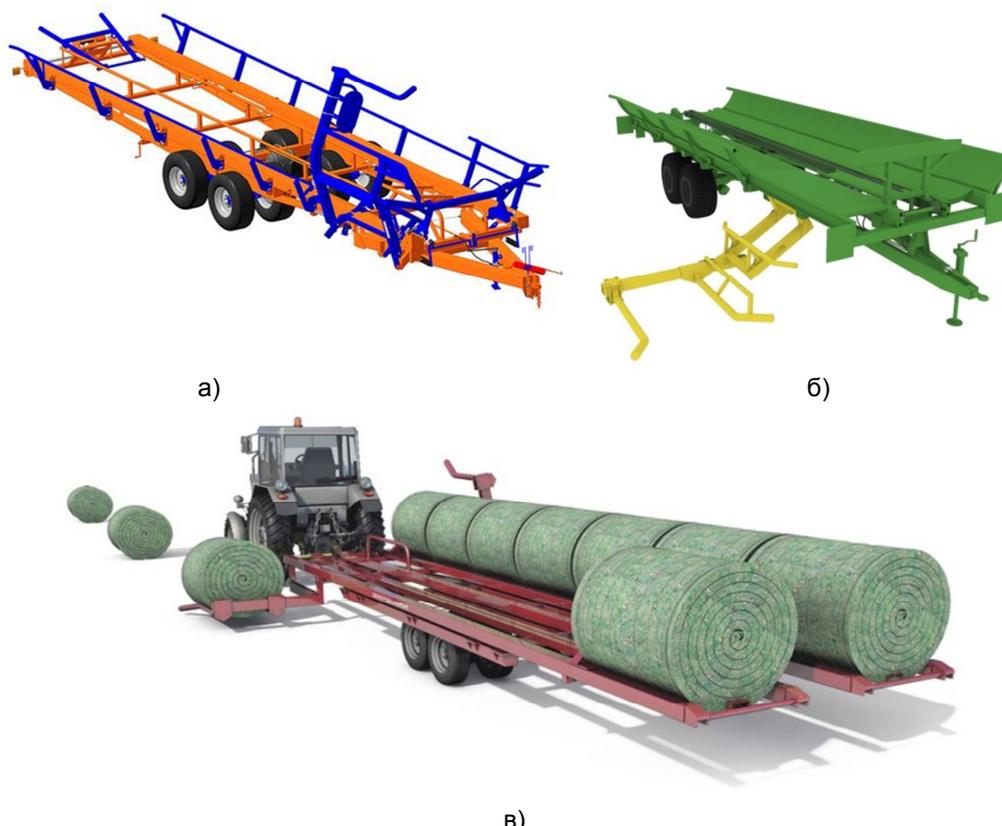


Рисунок 1 – Транспортировщики рулонов: а) ПР-18; б) ТП-10-1; в) ТПР-11 /  
Figure 1 – Roll transporters: a) PR-18; b) TP-10-1; c) TPR-11

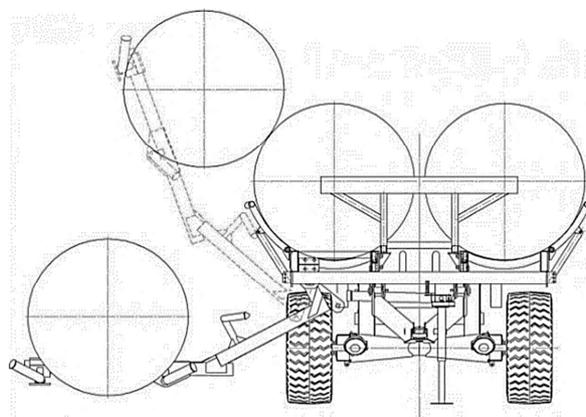


Рисунок 2 – Схема погрузки рулонов в три ряда /  
Figure 2 – The scheme of loading rolls in three rows

Разработаны также погрузчики-транспортировщики рулонов сена ППРС-1 (патент РФ №2728961) и ППРС-2 (патент РФ №2747569), осуществляющие погрузку рулонов сена соответственно в один и два яруса без дополнительных погрузочных машин и транспортировку к месту хранения (рисунок 3).

Рассмотрев принцип работы погрузчиков-транспортировщиков ППРС-1 и ППРС-2, можно отметить, что загрузка рулонов из сеносоломистых материалов на их платформы осуществляется при помощи установленных соответственно на каждом из них гидравлического механизма погрузки и без остановки технического средства.

Управление работой системы захвата и загрузки рулона, механизм заполнения платформы, корректировка направления движения устройства захвата к расположенному на поле рулону осуществляется механизатором, что, безусловно, малоэффективно.

В целях повышения эффективности работы рассмотренных ранее технических средств, следует разрабатывать и применять технологии автоматизации на основе электронных систем управления, датчиков, систем распознавания объектов и т.д.

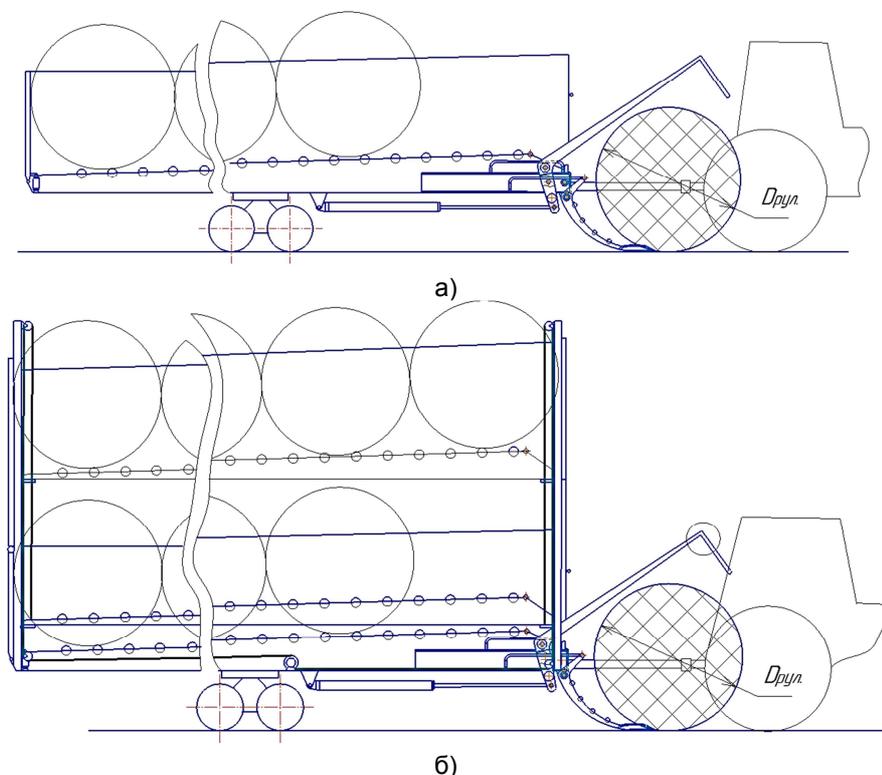


Рисунок 3 – Схемы погрузчиков-транспортировщиков рулонов сена ПТРС-1 (а) и ПРТС-2 (б) /  
Figure 3 – Schemes of loaders-transporters of hay rolls PRS-1 (a) and PTS-2 (b)

Передовые технологии в области программного обеспечения, сенсорной технологии, электроники позволяют повышать уровень автоматизации технических средств АПК.

Автоматизация процесса управления движением агрегируемого технического средства путем внедрения современных высокоинтеллектуальных систем является одним из немаловажных факторов повышения эффективности использования машин в сельскохозяйственной сфере [10, 11, 12].

Применительно к конструкции погрузчика-транспортировщика рулонов сена необходимо установить, в первую очередь, такую систему автоматического управления, которая наряду с распознаванием рулона, находящегося на поле и ближайшего по расположению к МТА, обеспечивающую переключение гидрораспределителя управления устройствами захвата рулона сена и его подъема на платформу погрузчика-транспортировщика. Использование такой системы автоматического управления позволит существенно снизить затраты труда на операциях по уборке рулонов из сеносоломистых материалов.

Также повышению эффективности работы агрегируемого технического средства способствует оптимизация работы трактора с погрузчиком-транспортировщиком (оптимизация расхода топлива за счет выбора оптимальной скорости движения МТА между расположенными рулонами сена на поле с учетом затраченного времени загрузки рулона на платформу).

Внедрение систем автоматизации способствует не только снижению трудозатрат механизатора, но и повышению уровня комфорта условий труда.

Заготовка корма из сеносоломистых материалов, спрессованных в тюки или рулоны, с применением высокопроизводительных, автоматизированных, комбинированных технических средств, созданных на основе современных технологий автоматизации, цифровизации и роботизации способствуют повышению экономической эффективности, ресурсосбережению и повышению производительности в агропромышленном комплексе.

Таким образом, можно выделить следующие группы факторов, влияющих на результаты использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах: технологические, конструктивные и эксплуатационно-экономические (рисунок 4).

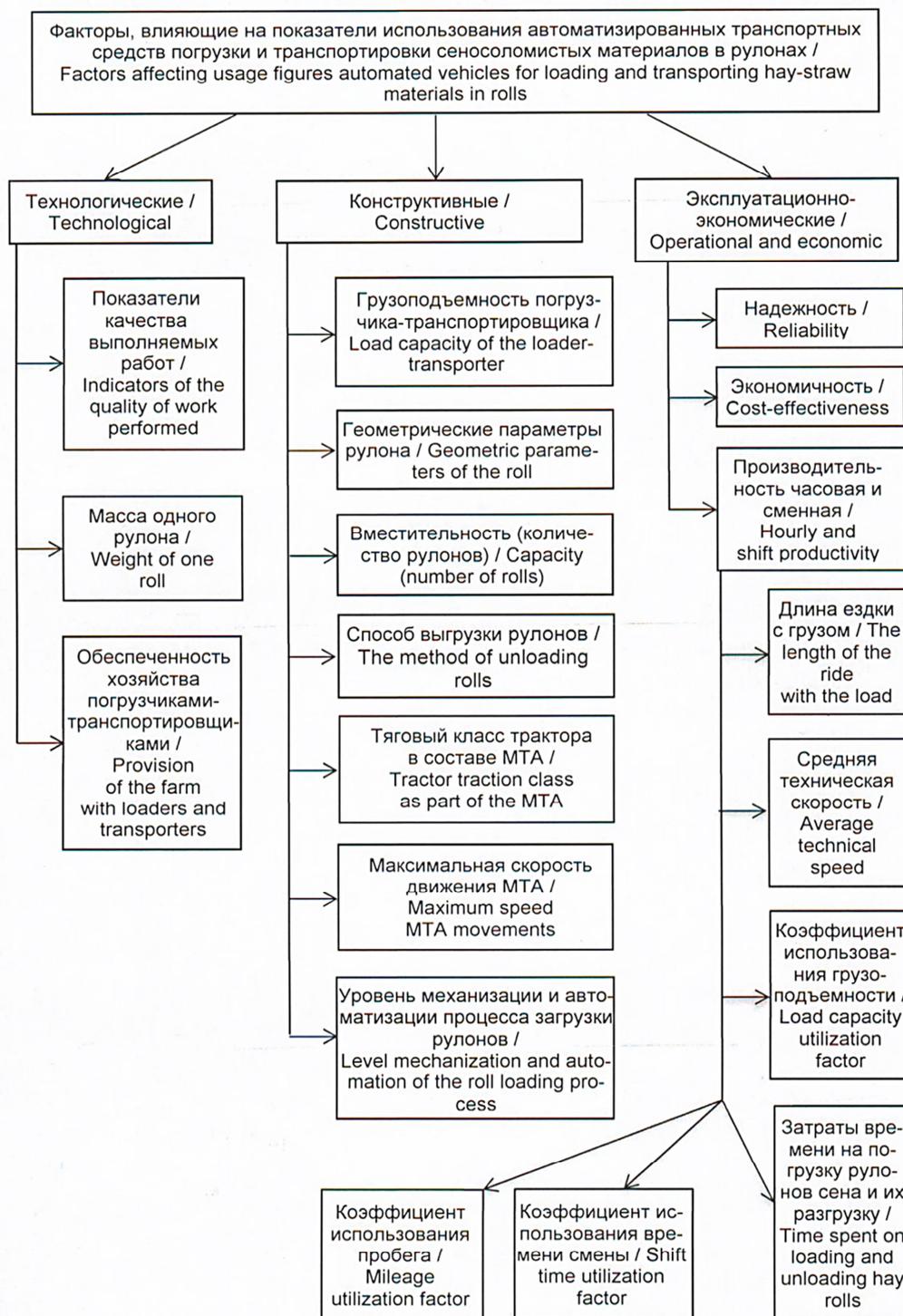


Рисунок 4 – Факторы, влияющие на показатели использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах  
Figure 4 – Factors affecting usage figures automated vehicles for loading and transporting hay-straw materials in rolls

К технологическим факторам можно отнести показатели качества выполняемых работ (возможные потери одного или нескольких рулонов сена во время транспортировки, повреждаемость обвязочного шпагата или пленки), среднюю массу одного рулона сеносоломистых материалов, обеспеченность хозяйства погрузчиками-транспортировщиками для своевременного освобождения поля от рулонов сеносоломистых материалов для выполнения очередных работ на данном поле.

К конструктивным факторам отнесены: номинальная грузоподъемность, геометрические параметры рулонов сеносоломистых материалов (диаметр и высота), вместительность погрузчика-транспортировщика (количество рулонов сеносоломистых материалов, которые можно погрузить в погрузчик-транспортировщик без превышения номинальной грузоподъемности), способ выгрузки рулонов (с использованием или без использования дополнительных машин или механизмов), тяговый класс применяемого трактора в составе МТА, максимальная скорость движения МТА, уровень механизации и автоматизации механизмов погрузки рулонов сеносоломистых материалов в погрузчик-транспортировщик и их выгрузки (степень участия механизатора в управлении механизмами погрузки рулонов сена в погрузчик-транспортировщик и их выгрузки).

Эксплуатационно-экономические факторы – это уровень показателей надежности погрузчика-транспортировщика в целом и его механизмов и систем, экономичность (затраты труда и средств), производительность часовая и сменная, которая зависит от таких его показателей, как номинальная грузоподъемность, длина ездки с грузом, средняя техническая скорость, коэффициенты использования грузоподъемности, пробега и времени смены, а также затраты времени на погрузку рулонов сеносоломистых материалов и их выгрузку.

**Выводы.** На основе анализа конструктивных, технологических и эксплуатационных особенностей технических средств, осуществляющих самозагрузку рулонов из сеносоломистых материалов и их транспортировку к местам хранения, определены технологические, конструктивные и эксплуатационно-экономические группы факторов, влияющих на показатели использования автоматизированных транспортных средств погрузки и транспортировки сеносоломистых материалов в рулонах.

К технологическим факторам отнесены: показатели качества выполняемых работ, средняя масса одного рулона сеносоломистых материалов, обеспеченность хозяйства погрузчиками-транспортировщиками.

К конструктивным факторам отнесены: номинальная грузоподъемность, геометрические параметры рулонов сена, вместительность погрузчика-транспортировщика, способ выгрузки рулонов, тяговый класс применяемого трактора в составе МТА, максимальная скорость движения МТА, уровень механизации и автоматизации механизмов погрузки рулонов сеносоломистых материалов в погрузчик-транспортировщик и их выгрузки.

К эксплуатационно-экономическим факторам отнесены: уровень надежности, экономичность и производительность погрузчика-транспортировщика рулонов сеносоломистых материалов.

**Conclusions.** Based on an analysis of the design, technological and operational features of technical means that carry out self-loading of rolls of straw hay materials and their transportation to storage sites, technological, design, operational and economic groups of factors influencing the use of automated vehicles for loading and transporting straw hay materials in rolls have been identified.

Technological factors include: indicators of the quality of work performed, the average weight of one roll of hay-straw materials, and the provision of farm loaders and transporters.

Design factors include: nominal load capacity, geometric parameters of hay rolls, capacity of the loader-transporter, method of unloading the rolls, traction class of the tractor used as part of the MTA, maximum speed of movement of the MTA, level of mechanization and automation of the mechanisms for loading rolls of hay-straw materials into the loader-transporter and their unloading.

The operational and economic factors include: the level of reliability, efficiency and productivity of the loader-transporter of rolls of hay and straw materials.

#### Библиографический список

- Капов С. Н., Орлянский А. В., Лиханос В. А., Орлянская И. А. Анализ структуры технологического процесса заготовки сенажа в рулонах, упакованных в пленку. Вестник аграрной науки Дона. 2019. № 1 (45). С. 11-17.
- Маклахов А. В., Углин В. К., Никифоров В. Е. Совершенствование технологии заготовки сена в рулонах. Владимирский земледелец. 2017. № 4 (82). С. 28-30.

3. Новиков М. А., Павлов С. Б. Повышение эффективности перевозки рулонов льнотресты на примере ООО «Уторгошский льнозавод» Новгородской области. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2021. № 3 (64). С. 84-92.

4. McIntosh D. W. Forage harvest timing impact on biomass quality from native warm-season grass mixtures. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. Iss. 4. P. 1524-1530.

5. Кучин Н. Н., Мансуров А. П., Жужин М. С., Ломаченко О. А. Проблемы сохранения сенажа в рулоне, упакованного в пленку. Аграрный научный журнал. 2020. № 6. С. 104-108.

6. Ряднов А. И., Фандеев С. Ю. Выбор высокоэффективной технологии уборки рулонов сена из суданской травы. Известия НВ АУК. 2022. № 1 (65). С. 370-380.

7. Ряднов А. И. Метод выбора транспортных средств при уборке сельскохозяйственных культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 1 (57). С. 349-356.

8. Лаботский И. М. Технологические особенности и техническое обеспечение заготовки сена. Механизация и электрификация сельского хозяйства. Межведомственный тематический сборник. Минск: Издательство: «Беларуская навука», 2018. С. 174-180.

9. Гуськов Ю. А., Тихонкин И. В., Блынский Ю. Н. Использование специализированных транспортных средств в технологиях сбора и транспортировки прессованной в рулоны растительной массы в условиях Сибири. Дальневосточный аграрный вестник. 2018. № 2 (46). С. 146-152.

10. Федоренко В. Ф. О технической модернизации сельского хозяйства. Техника и оборудование для села. 2021. № 5 (287). С. 2-6.

11. Чирков Е. П., Бабьяк М. А. Инновационные направления технологического и технического обновления кормопроизводства в России. Техника и технологии в животноводстве. 2022. № 3 (47). С. 36-41.

12. Чирков Е. П. Инновационные направления интенсификации кормопроизводства. Актуальные вопросы экономики и агробизнеса. Брянск, 2021. С. 180-185.

#### References

1. Kapov S. N., Orlyansky A.V., Likhanos V. A., Orlyanskaya I. A. Analysis of the structure of the technological process of haylage harvesting in rolls packed in film. *Bulletin of Agrarian Science of the Don*. 2019. No 1 (45). Pp. 11-17.

2. Maklakhov A. V., Uglin V. K., Nikiforov V. E. Improving the technology of harvesting hay in rolls. *Vladimirsky husbandman*. 2017. No. 4 (82). Pp. 28-30.

3. Novikov M. A., Pavlov S. B. Improving the efficiency of transportation of flax rolls on the example of LLC Utorgoshsky flax plant in the Novgorod region. *Proceedings of the St. Petersburg State Agrarian University*. 2021. No.3 (64). Pp. 84-92.

4. McIntosh D. W. Forage harvest timing impact on biomass quality from native warm-season grass mixtures. *Agronomy Journal*. 2016. Vol. 108. Iss. 4. Pp. 1524-1530.

5. Kuchin N. N., Mansurov A. P., Zhuzhin M. S., Lomachenko O. A. Problems of preserving haylage in a roll packed in a film. *Agrarian Scientific Journal*. 2020. No 6. Pp. 104-108.

6. Ryadnov A. I., Fandeev S. Yu. The choice of a highly efficient technology for harvesting hay rolls from Sudanese grass. *Izvestia NV AUK*. 2022. No 1 (65). Pp. 370-380.

7. Ryadnov A. I. Method of choosing vehicles for harvesting agricultural crops. *Izvestiya Nizhnevolzhsky agrouniversitetskiy complex: Sciences and higher professional education*. 2020. No 1 (57). Pp. 349-356.

8. Labotsky I. M. Technological features and technical support of hay harvesting. *Mechanization and electrification of agriculture. An interdepartmental thematic collection*. Minsk: Publishing House: "Belarusskaya Navuka", 2018. Pp. 174-180.

9. Guskov Yu. A., Tikhonkin I. V., Blynsky Yu. N. The use of specialized transportation tools in technologies for collecting and transporting rolled plant matter in Siberia. *Far Eastern Agrarian Bulletin*. 2018. No 2 (46). Pp. 146-152.

10. Fedorenko V. F. On the technical modernization of agriculture. *Machinery and equipment for the village*. 2021. No 5 (287). Pp. 2-6.

11. Chirkov E. P., Babyak M. A. Innovative directions of technological and technical innovation of feed production in Russia. *Machinery and technologies in animal husbandry*. 2022. No.3 (47). Pp. 36-41.

12. Chirkov E. P. Innovative directions of intensification of feed production. *Current issues of economics and agribusiness*. Bryansk, 2021. Pp. 180-185.

#### Информация об авторах

**Ряднов Алексей Иванович**, Заслуженный работник высшей школы РФ, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26) и профессор кафедры «Агротехнологий» ФГБОУ ВО Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева (Российская Федерация, 414056, г. Астрахань, ул. Татищева, д. 20а.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>, e-mail: alex.rjadnov@mail.ru

**Меченков Владимир Владимирович**, аспирант кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский государственный аграрный университет (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7471-6650>, e-mail: mechekov@mail.ru

**Федоров Алексей Валерьевич**, аспирант кафедры «Эксплуатация и технический сервис машин в АПК», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 2), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6891-5459>, e-mail: alex\_fedorow\_97@mail.ru

#### Author's Information

**Ryadnov Aleksey Ivanovich**, Honored worker of the higher school of the Russian Federation, doctor of agricultural Sciences, Professor of the Department "Operation and technical service of machines in agriculture", Volgograd state agrarian University (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave. 26) and Professor of the Department of Agricultural Technologies of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Astrakhan State University named after V. N. Tatishcheva (Russian Federation, 414056, Astrakhan, Tatishcheva st., 20a), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2364-4944>, e-mail: alex.rjadnov@mail.ru

**Mechenkov Vladimir Vladimirovich**, graduate student of the department "Operation and technical service of machines in the agro-industrial complex" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Agrarian University" (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave. 26.), ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-7471-6650>, e-mail: mechenkov@mail.ru

**Fedorov Aleksey Valerievich**, graduate student of the department "Operation and technical service of machines in the agro-industrial complex" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Volgograd State Agrarian University" (Russian Federation, 400002, Volgograd, Universitetskiy Ave. 26.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6891-5459>, e-mail: alex\_fedorow\_97@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-03-42

## ELECTRIC MOBILE EQUIPMENT IN AGRICULTURE: PROBLEMS AND PROSPECTS

<sup>1</sup>Fadeev I. V., <sup>2</sup>Uspensky I. A., <sup>3</sup>Fomin S. D., <sup>2</sup>Yukhin I. A., <sup>4</sup>Limarenko N. V., Filushin O. V.

<sup>1</sup>Chuvash State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev  
Cheboksary, Russian Federation

<sup>2</sup>Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev  
Ryazan, Russian Federation

<sup>3</sup>Volgograd State Agrarian University, Volgograd  
Russian Federation

<sup>4</sup>Don State Technical University  
Rostov-on-Don, Russian Federation

Corresponding author E-mail: ivan-fadeev-2012@mail.ru

Received 28.02.2024

Submitted 20.03.2024

### Summary

The article summarizes information on the current state and prospects for the use of electric mobile equipment in agriculture, which is becoming increasingly relevant in our time. However, lithium mining and the production of lithium-ion batteries (LIB) for it are labor-intensive and environmentally harmful processes. The high rate of conversion of automotive and tractor equipment to electric drive may lead to a lithium shortage on Earth. Technologies for processing spent LIBs, extracting lithium from them, and recycling them are high cost and are under research.

### Abstract

**Introduction.** In recent years, much attention has been paid to solving environmental problems associated with the production, operation and disposal of vehicles. In this regard, electric transport is becoming popular and its market is actively developing throughout the world. The emergence of electric tractors in the agricultural industry is very important, the use of which is becoming increasingly relevant in our time, due to the reduction in fuel costs and negative impacts on the environment. **Object.** The object of research is electric mobile equipment. **Materials and methods.** The most substantiated a priori information on scientific decisions in the area under consideration was used as the source material for the research. The research methodology is based on collecting information, studying, analyzing and processing data. **Results and conclusion.** Work on creating electric vehicles around the world has especially intensified over the past 10-12 years. The energy source in them is lithium-ion batteries (LIB), in which the cathode includes lithium, iron, manganese, cobalt and their compounds with phosphorus, oxygen; the electrolyte contains ethylene carbonate, propylene carbonate, dimethyl carbonate and fluoroethylene carbonate. Lithium mining entails inevitable environmental disruptions. During the production of LIBs, significant emissions into the atmosphere occur, which are comparable to the production of traditional cars. The rapid pace of electrification of automotive technology in the world can lead to a lithium shortage on Earth, which can be partially solved by extracting lithium from used LIBs by recycling them, which will simultaneously solve the issue of their disposal. To extract lithium from processing products, pyrometallurgy, hydrometallurgy, and electrochemical extraction technologies are used, which are still under research. The massive conversion of automotive and tractor equipment to electric drive should be implemented systematically and only after the technologies for processing and disposal of used LIB have been improved. As an alternative to using LIB, you can consider the technology of wireless transmission of electricity over a distance.

**Keywords:** *electric mobile machinery, lithium-ion batteries, vehicle recycling, vehicles.*

**Citation.** Fadeev I. V., Uspensky I. A., Fomin S. D., Yukhin I. A., Limarenko N. V., Filushin O. V. Electric mobile equipment in agriculture: problems and prospects. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 3(75). 366-376 (in Russian). DOI:10.32786/2071-9485-2024-03-42.

**Author's contribution.** All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.