

УДК 631.363

DOI: 10.24412/1999-6837-2022-1-104-110

### Оценка грузооборота агрегата для прессования грубого корма, снабжённого накопителем рулонов

Юрий Александрович Гуськов<sup>1</sup>, Антон Фёдорович Курносов<sup>2</sup>,  
Андрей Александрович Галынский<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирская область,  
Новосибирск, Россия

<sup>1, 3</sup> [nsauii@ngs.ru](mailto:nsauii@ngs.ru), <sup>2</sup> [anton\\_kurnosov@mail.ru](mailto:anton_kurnosov@mail.ru)

**Аннотация.** Одним из наиболее показательных критериев эффективности использования сельскохозяйственных агрегатов в технологическом процессе является грузооборот материала и машин. При организации и проведении уборочных работ с пакетированием урожая в тюки или рулоны (пакеты) применяются различные модели распределения пакетов при формировании рядов за счёт использования прессовального агрегата с прицепным накопителем. Внедрение в производство предложенных моделей организации работ обеспечивают технологические условия для снижения грузооборота на стадиях погрузки и транспортировки. В работе предложена методика оценки грузооборота тракторного агрегата, производящего прессование убираемого материала в пакеты (рулоны или тюки) и имеющего прицепной накопитель. Проведён анализ изменения грузооборота агрегата в зависимости от длины гона и вместимости прицепного накопителя. Даны рекомендации по выбору рациональной вместимости прицепного накопителя в зависимости от условий, в которых производится формирование пакетов. Установлено, что использование прицепного накопителя к прессовальному агрегату обеспечивает возможность реализации упорядоченного способа сбора с формированием рядов. Стремление снизить количество рядов на поле за счёт изменения ёмкости накопителя не всегда обеспечивает необходимый положительный результат. При соотношении длины пробега при формировании пакета к длине гона от одного до четырёх, увеличение ёмкости прицепного накопителя до двух и более пакетов не приводит к снижению числа получаемых рядов. При соотношении равном пяти, рациональная ёмкость прицепного накопителя составляет два пакета, при шести – минимальное количество рядов равно трём, независимо от вместимости прицепного накопителя. Анализ результатов исследования показал, что увеличение вместимости прицепного накопителя для сформированных пакетов приводит к росту общего грузооборота агрегата с 6,3 до 28,9 %.

**Ключевые слова:** грузооборот материала и машин, сбор пакетированного урожая, прессовальный агрегат, прицепной накопитель, ёмкость накопителя

**Для цитирования:** Гуськов Ю. А., Курносов А. Ф., Галынский А. А. Оценка грузооборота агрегата для прессования грубого корма, снабжённого накопителем рулонов // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 1 (61). С. 104–110. doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-104-110.

### Evaluation of the turnover of a roughage compactor equipped with a bale storage

Yuriy A. Guskov<sup>1</sup>, Anton F. Kurnosov<sup>2</sup>, Andrey A. Galynskiy<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk region, Novosibirsk, Russia

<sup>1, 3</sup> [nsauii@ngs.ru](mailto:nsauii@ngs.ru), <sup>2</sup> [anton\\_kurnosov@mail.ru](mailto:anton_kurnosov@mail.ru)

**Abstract.** One of the most indicative criteria for the effectiveness of the use of agricultural units in the technological process is the turnover of material and machines. When organizing and carrying out harvesting work with packing the crop into bales or rolls (packages), various models of distribution of packages are used when forming rows through the use of a pressing unit with a trailed storage. The introduction of the proposed models of work organization into production

provides technological conditions for reducing of the turnover at the stages of loading and transportation. The paper proposes a method for evaluation of the turnover of a tractor unit that compresses the harvested material into packages (rolls or bales) and has a trailed storage. The analysis of changes in the turnover of the unit, depending on the length of the rut and the capacity of the trailer drive, was carried out. Recommendations are given for choosing a rational capacity of the trailer storage, depending on the conditions in which the packages are formed. It has been established that the use of a trailed accumulator to the pressing unit makes it possible to implement an ordered collection method with the formation of rows. The desire to reduce the number of rows on the field by changing the storage capacity does not always require a positive result. When the ratio of the run distance during the formation of the package to the length of the rut is from 1 to 4, an increase in the capacity of the trailer drive to 2 or more packages does not lead to a decrease in the number of rows obtained. With a ratio equal to 5, the rational capacity of the trailer storage is 2 packages; with a ratio equal to 6, the minimum number of rows is 3, regardless of the capacity of the trailer storage. An analysis of the results of the study showed that an increase in the capacity of trailer accumulation for the resulting packages leads to an increase in the total turnover of the unit from 6.3 to 28.9 %.

**Keywords:** turnover of material and machines, harvesting of packaged crops, pressing unit, trailed storage, storage capacity

**For citation:** Guskov Yu. A., Kurnosov A. F., Galynskiy A. A. Ocenka gruzooborota agregata dlya pressovaniya grubogo korma, snabzhyonnogo nakopitelem rulonov [Evaluation of the turnover of a roughage compactor equipped with a bale storage]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – Far Eastern Agrarian Herald, 2022; 1 (61): 104–110. (in Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-104-110.

**Введение.** В агропромышленном производстве создаются крупные агрохолдинги, внедряющие в производство мировые инновационные технологии, закупается техника новых образцов [4]. В этой связи, существенно усложнились инженерно-технологические задачи, направленные на разработку организационно-технических мероприятий по рациональному использованию машин и агрегатов при производстве и заготовке кормов [3]. Одним из наглядных показателей эффективности использования сельскохозяйственных агрегатов может служить грузооборот материала и машин, в частности, при проведении уборочных работ с пакетированием урожая в тюки или рулоны [1, 5].

**Целью работы выступает оценка изменения грузооборота прессовального агрегата с прицепным накопителем рулонов в зависимости от условий эксплуатации.**

**Методы исследований.** При выполнении технологического процесса уборки урожая, пакетированного в тюки и рулоны, энергетические затраты, отражающие грузооборот на формирование партий ма-

териала и их последующее транспортирование к месту складирования, можно определить из произведения веса перемещаемого груза на плечо перевозки [2].

Оценить грузооборот технологического процесса ( $\Gamma$ ), включающего  $m$  операций, можно по формуле (1):

$$\Gamma_i = \sum_{i=1}^m [(Q_i + G_{ai}) \cdot S_{1i} + G_{ai} \cdot S_{2i}] \quad (1)$$

где  $Q_i$ ,  $G_{ai}$  – вес груза и агрегата

соответственно, кН;

$S_{1i}$  – расстояние, пройденное

агрегатом с грузом, м;

$S_{2i}$  – холостой ход агрегата, м.

При моделировании уборочно-транспортных процессов за основной критерий эффективности могут быть приняты энергозатраты на формирование партий материала и их транспортирование к месту хранения (грузооборот).

**Результаты исследований.** Для прессовального агрегата, формирующего грубый корм в пакеты (рулоны, тюки), работу, затрачиваемую на грузооборот материала и машин, отнесённую к единице

уборочной площади ( $A$ ), можно определить по формуле (2):

$$A = A_1 + A_2 + A_3 \quad (2)$$

где  $A_1$  – удельные энергозатраты агрегата на перемещение, кДж/га;  
 $A_2$  – удельные энергозатраты на перемещение урожая при прессовании, кДж/га;  
 $A_3$  – удельные энергозатраты при маневрировании прессовального агрегата, кДж/га.]

Работа на перемещение тягача и прессовальной машины ( $A_1$ ) определяется с использованием выражения (3):

$$A_1 = \frac{10^4 \cdot (G_t \cdot f_t + G_n \cdot f_n)}{B} \quad (3)$$

где  $G_t, G_n$  – вес соответственно тягача и прессовальной машины, кН;  
 $f_t$  – коэффициент сопротивления качению колёсных систем тягача;  
 $f_n$  – коэффициент сопротивления качению колёс прессовальной машины;  
 $B$  – ширина полосы, на которой формируется рулон или тюк, м.

Выражение для определения удельных энергетических затрат на транспортировку пакета при формировании рулона или тюка ( $A_p$ ) имеет вид (4):

$$A_p = \frac{G_p^2 \cdot f_n}{2 \cdot B \cdot U} \quad (4)$$

где  $G_p$  – вес пакета прессуемого материала, кН;  
 $U$  – урожайность материала, прессуемого в пакеты, т/га.

При этом пробег агрегата за цикл ( $l_3$ ) может быть определён по формуле (5):

$$l_3 = \frac{G_p}{B \cdot U} \quad (5)$$

При известной урожайности и весе пакета прессуемого материала количество пакетов ( $n_p$ ) определим из выражения (6):

$$n_p = \frac{10^4 \cdot U}{G_p} \quad (6)$$

Выражение для определения удельных энергетических затрат на транспортирование пакетированного урожая можно представить в виде соотношения (7):

$$A_2 = \frac{0,510^4 \cdot G_p \cdot f_n}{B} \quad (7)$$

При применении прицепленного к прессовальной машине накопителя на  $n$  пакетов формула (7) примет вид выражения (8):

$$A_{2n} = \frac{0,510^4 \cdot G_p \cdot f_n \cdot (n + 1)}{B} \quad (8)$$

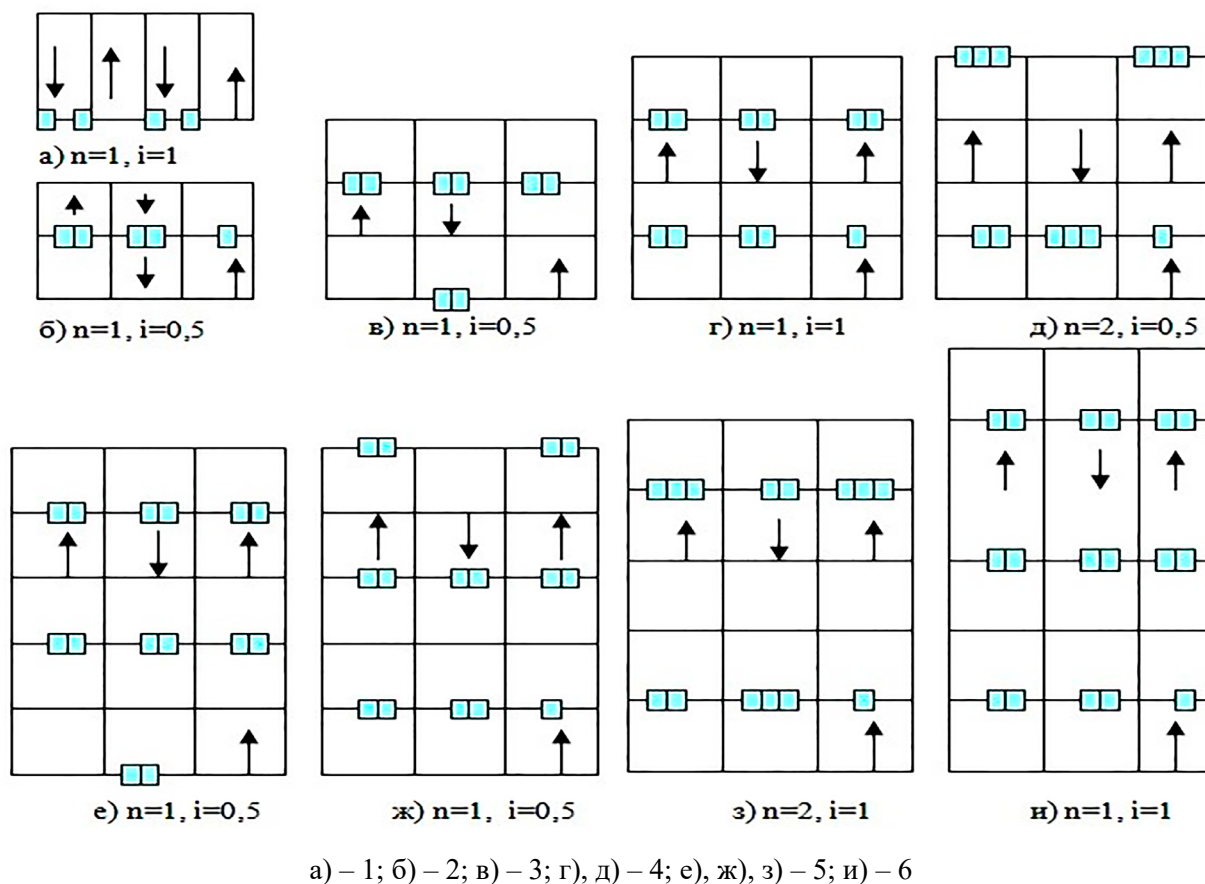
Работу, затрачиваемую на маневрирование прессовального агрегата (поворот) определим по формуле (9):

$$A_3 = \frac{10^4 \cdot L_n [G_t \cdot f_{tn} + (G_n + i \cdot G_p) \cdot f_{nn}]}{B \cdot L} \quad (9)$$

где  $L_n$  – расстояние, пройденное прессовальным агрегатом при маневрировании, м;  
 $f_{tn}$  – коэффициент сопротивления качению колёсных систем тягача на повороте;  
 $i$  – доля перемещаемых при повороте пакетов;  
 $f_{nn}$  – коэффициент сопротивления качению колёс прессовальной машины на повороте;  
 $L$  – расстояние, пройденное прессовальным агрегатом при рабочем ходе, м

На рисунке 1 представлены модели распределения пакетов на первом уровне формирования партий убираемого материала, в зависимости от числа циклов формирования пакетов по длине гона и вместимости прицепного накопителя. Модели построены с учётом технологической целесообразности и минимизации доли перемещаемых пакетов при повороте ( $i$ ). Формирование рядов для последующего сбора и погрузки в транспортное средство большой вместимости – наиболее распространённый технологический приём, используемый в реальном производстве. Наряду с ним применяются и другие технологические способы, направленные на снижение непроизводительных пробегов тяжёлых большегрузных машин по полю.

Для полученных моделей распределения пакетов на первом уровне при различном числе циклов формирования пакетов по длине гона, суммарные энерге-



**Рисунок 1 – Модели распределения пакетов на первом уровне при  $L/l_3$**

тические затраты могут быть определены на основе зависимостей (2), (3), (8) и (9). При этом сделаны допущения, что коэффициент сопротивления качению колесных систем на повороте увеличивается на 20 % ( $f = f_t = f_n = 1,2f_{mn}$ ). Тогда получаем выражение (10):

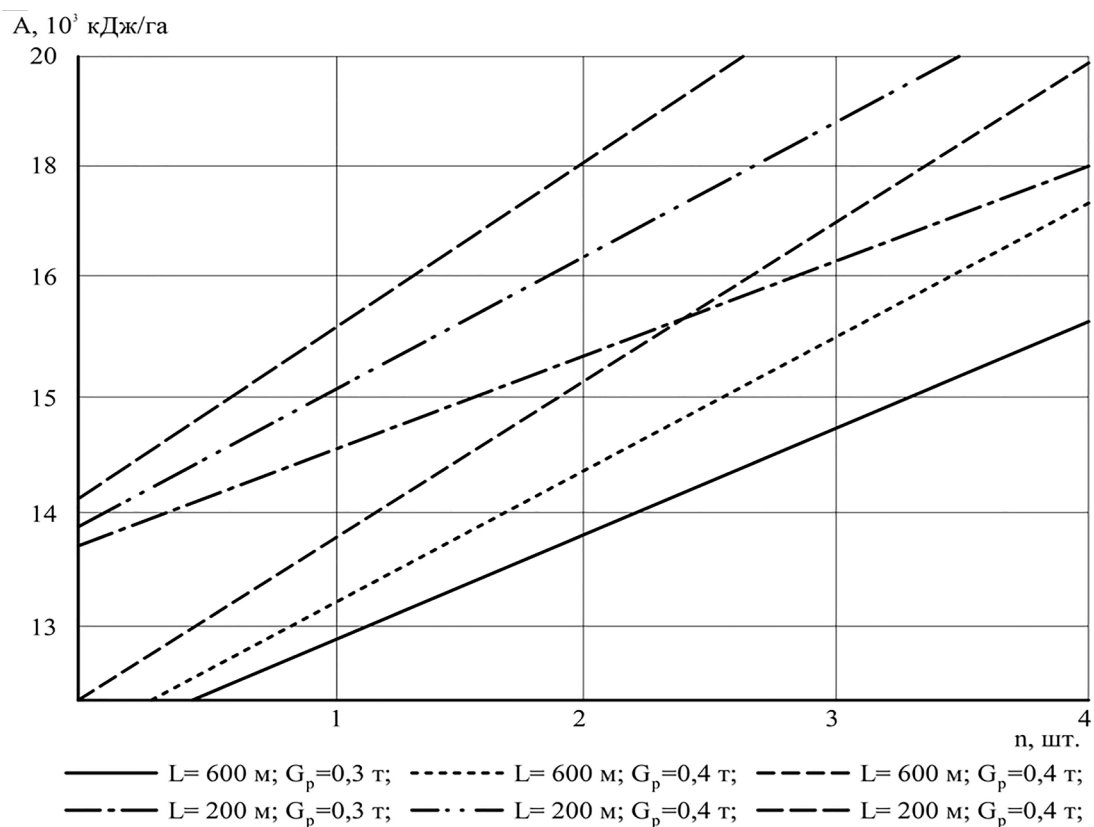
$$A = \frac{10^4 \cdot f \cdot G \cdot \left(1 + \frac{1,2L_n}{L}\right) + G_p \cdot \left(0,5 + 0,5n + \frac{1,2iL_n}{L}\right)}{B} \quad (10)$$

С технологической точки зрения необходимо стремиться к уменьшению количества промежуточных пунктов накопления пакетированного материала и снижению материалоёмкости прицепных накопителей. Расчёты показывают, что при количестве циклов формирования пакетов по длине гона от единицы до четырёх (рис. 1 г), д)), число промежуточных пунктов накопления может быть постоянным. При количестве циклов формирова-

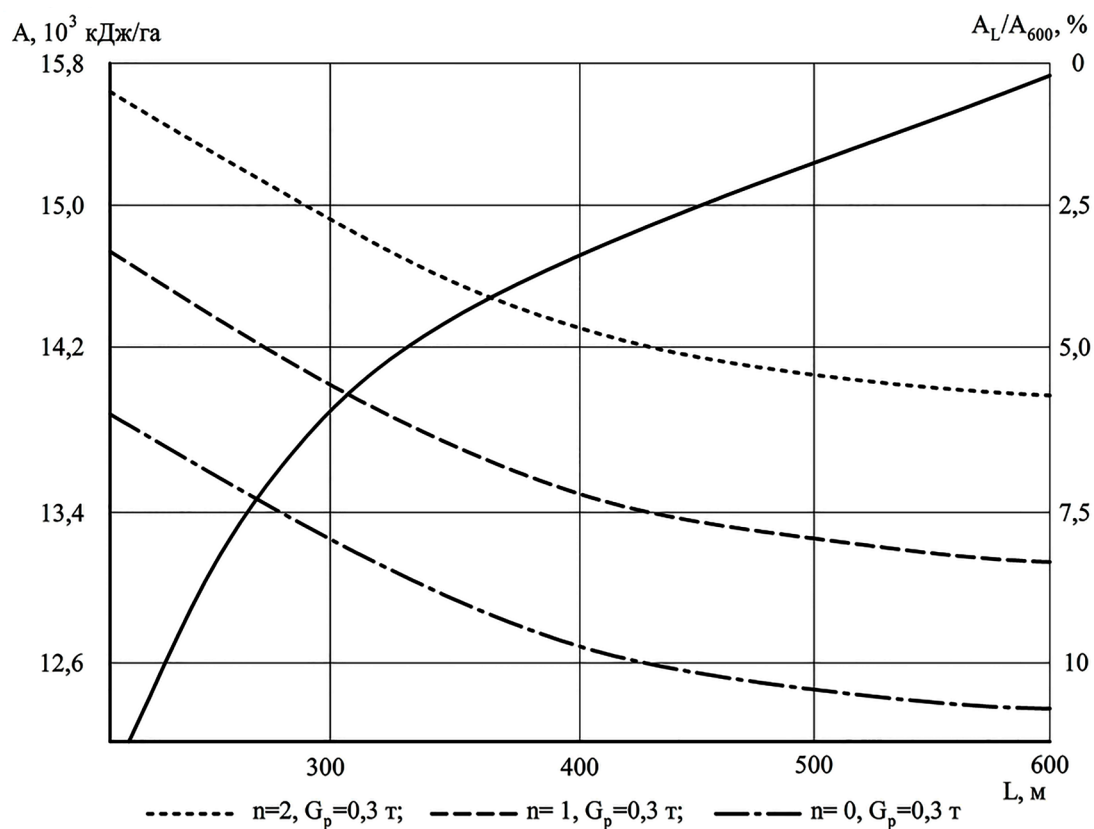
ния пакетов по длине гона, равном пяти (рис. 1 з)), бустерная ёмкость должна вмещать два пакета, а при  $L/l_3 = 6$ , количество промежуточных пунктов накопления равно трём.

Влияние ёмкости прицепного накопителя на увеличение грузооборота агрегата в зависимости от расстояния, пройденного прессовальным агрегатом при рабочем ходе, представлено на рисунке 2. В соответствии с полученными зависимостями определено, что изменение вместимости накопителя от одного до четырёх пакетов приводит к увеличению суммарных удельных энергетических затрат от 6,3 до 28,9 %.

Энергетические затраты, отражающие грузооборот на формирование партий материала и транспортирование к месту складирования, зависят от длины участка (рис. 3). В рассмотренном диапазоне изменения длины участка от 300 до 600 метров прирост величины удельных энергетических затрат составляет 11,6 %.



**Рисунок 2 – Влияние ёмкости накопителя на увеличение грузооборота агрегата**



**Рисунок 3 – Влияние длины участка на энергетические затраты**

**Выводы.** Внедрение в производство предложенных моделей распределения пакетов при формировании рядов за счёт использования пресовального агрегата с прицепным накопителем в двухстадийном варианте организации работ обеспечит технологические условия для снижения грузооборота на второй стадии.

Причём число промежуточных пунктов накопления может быть постоянным,

если количество циклов формирования пакетов по длине гона составляет от одного до четырёх. При количестве циклов формирования пакетов по длине гона равном пяти, бустерная ёмкость должна вмещать два пакета, при шести циклах – рациональное количество промежуточных пунктов накопления равно трём, независимо от вместимости бустерной ёмкости.

### Список источников

1. Гуськов Ю. А. Стабилизация технологической системы заготовки грубых кормов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 2. С. 35–37.
2. Завалишин Ф. С. Основы расчёта механизированных процессов в растениеводстве. М. : Колос, 1973. 319 с.
3. Измайлов А. Ю., Шогенов Ю. Х. Интенсивные машинные технологии и техника нового поколения для производства основных групп сельскохозяйственной продукции // Техника и оборудование для села. 2017. № 7. С. 2–6.
4. Милюткин В. А., Буксман В. Э. Инновационная сельскохозяйственная техника для земледелия крупных предприятий, агрохолдингов АПК России на примере продукции акционерного общества «Евротехника» (г. Самара) // АгроФорум. 2021. № 7. С. 19–29.
5. Синцов Г. Б., Бабаев Э. Т., Поезжаева Е. В. Передвижной роботизированный пресс-подборщик // Современная техника и технологии. 2014. № 1 (29). С. 5.

### References

1. Gus'kov Yu. A. Stabilizatsiya tekhnologicheskoy sistemy zagotovki grubykh kormov [Stabilization of the technological system for harvesting roughage]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyajstva. – Mechanization and electrification of agriculture*, 2009; 2: 35–37 (in Russ.).
2. Zavalishin F. S. *Osnovy rascheta mekhanizirovannykh protsessov v rastenievodstve [Fundamentals of calculation of mechanized processes in crop production]*, Moskva, Kolos, 1973, 319 p. (in Russ.).
3. Izmajlov A. Yu., Shogenov Yu. Kh. Intensivnye mashinnye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya dlya proizvodstva osnovnykh grupp sel'skokhozyajstvennoj produktsii [Intensive machine technologies and new generation equipment for the production of the main groups of agricultural products]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – Machinery and equipment for the village*, 2017; 7: 2–6 (in Russ.).
4. Milyutkin V. A., Buksman V. E. Innovatsionnaya sel'skokhozyajstvennaya tekhnika dlya zemledeliya krupnykh predpriyatij, agrokholdingov APK Rossii na primere produktsii akcionernogo obshchestva "Evrotekhnika" (g. Samara) [Innovative agricultural machinery for farming of large enterprises, agricultural holdings of the agro-industrial complex of Russia on the example of the products of Joint-Stock Company "Evrotekhnika" (Samara)], *AgroForum. – AgroForum*, 2021; 7: 19–29 (in Russ.).
5. Sintsov G. B., Babaev E. T., Poezhaeva E. V. Peredvizhnoj robotizirovannyj press-podborshchik [Mobile robotic baler]. *Sovremennaya tekhnika i tekhnologii. – Modern equipment and technologies*, 2014; 1 (29): 5 (in Russ.).

© Гуськов Ю. А., Курносков А. Ф., Галынский А. А., 2022

Статья поступила в редакцию 10.01.2022; одобрена после рецензирования 24.01.2022; принята к публикации 15.02.2022.

The article was submitted 10.01.2022; approved after reviewing 24.01.2022; accepted for publication 15.02.2022.

**Информация об авторах**

**Гуськов Юрий Александрович**, доктор технических наук, доцент, директор инженерного института, Новосибирский государственный аграрный университет, [nsauiii@ngs.ru](mailto:nsauiii@ngs.ru);

**Курносков Антон Федорович**, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, Новосибирский государственный аграрный университет, [anton\\_kurnosov@mail.ru](mailto:anton_kurnosov@mail.ru);

**Галынский Андрей Александрович**, магистрант, Новосибирский государственный аграрный университет, [nsauiii@ngs.ru](mailto:nsauiii@ngs.ru)

**Information about authors**

**Yuriy A. Guskov**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Director of the Engineering Institute, Novosibirsk State Agrarian University, [nsauiii@ngs.ru](mailto:nsauiii@ngs.ru);

**Anton F. Kurnosov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Operation of the machine and tractor fleet, Novosibirsk State Agrarian University, [anton\\_kurnosov@mail.ru](mailto:anton_kurnosov@mail.ru);

**Andrey A. Galynskiy**, Master's Student, Novosibirsk State Agrarian University, [nsauiii@ngs.ru](mailto:nsauiii@ngs.ru)