

## ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМПЛЕКСА

✉ **Чемоданов С.И., Бурлаков Ю.В.**

*Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук*

Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

✉ e-mail: yura011@yandex.ru

В настоящее время разработано много вариантов реализации алгоритма по обновлению парка зерноуборочных средств. В соответствии с урожайностью и учетом других показателей предложены рекомендации по формированию и обновлению парка зерноуборочной техники дискретно в виде таблиц или диаграмм. Данная форма информации не всегда соответствует требованиям оперативного корректирования и не позволяет оценить технологические возможности уборочных агрегатов в зависимости от условий уборки. Предложен способ совершенствования формирования исходной информации для оперативного принятия решения по эффективному обновлению технических средств зерноуборочного комплекса с учетом зональных особенностей конкретного агропредприятия. Разработан графоаналитический метод определения основных параметров базовых уборочных средств в зависимости от прогнозируемого уровня урожайности и дана оценка влияния факторов, определяющих состав парка зерноуборочного комплекса. Данный метод позволяет выявить наиболее рациональные основные параметры альтернативных базовых уборочных средств конкретного агропредприятия. На первом этапе определяют основные параметры базовых технических средств, затем производят выбор соответствующих типоразмерных рядов самоходных молотилок комбайнов и жаток. Далее формируют альтернативные варианты различных моделей зерноуборочных агрегатов и комплексов. Для последующего выбора рациональных типажей уборочных средств и их критериальной оценки привлекают технико-технологические, экологические и другие показатели. Экспертно-логический анализ информационных ресурсов дает возможность выявить и дать оценку факторам, определяющим количественный состав технических средств зерноуборочного комплекса. Итоговым этапом формирования исходной информации для принятия решения по обновлению технических средств зерноуборочного комплекса должна стать их экономическая оценка, позволяющая прогнозировать конкурентоспособность намолачиваемого зерна.

**Ключевые слова:** уборка урожая, урожайность, зерноуборочный комплекс, обновление технических средств, агропредприятие

## UPDATE OF TECHNICAL EQUIPMENT OF THE GRAIN HARVESTING COMPLEX

✉ **Chemodanov S.I., Burlakov Yu.V.**

*Siberian Federal Scientific Center for Agro-Biotechnologies of the Russian Academy of Sciences*

Novosibirsk region, Krasnoobsk, Russia

✉ e-mail: yura011@yandex.ru

Many options have been developed for the implementation of the algorithm for updating the fleet of grain harvesters to date. In accordance with the yield and other indicators, recommendations for the formation and renewal of the harvester fleet are proposed discretely in the form of tables or charts. This form of information does not always meet the requirements of operational correction and does not allow assessing the technological capabilities of the harvesting units, depending on the harvesting conditions. The method to improve the formation of the initial information for operational decision-making on the effective upgrading of technical means of grain harvesting complex taking into account the zonal features of a particular agricultural enterprise is proposed. A graph-analytical method for determining the main parameters of the basic harvesting tools depending on the predicted yield level is developed and the influence of the factors determining the composition of the grain harvesting fleet

is assessed. This method makes it possible to identify the most rational basic parameters of alternative basic harvesting tools for a specific agricultural enterprise. The first step is to determine the basic parameters of the basic equipment, then select the appropriate size series of self-propelled threshers for combine harvesters and reapers. Further, alternative versions of various models of grain harvesting units and complexes are formed. For the subsequent selection of rational types of cleaning agents and their criterion assessment, technical and technological, environmental and other indicators are used. The expert-logical analysis of information resources makes it possible to identify and assess the factors that determine the quantitative composition of the technical means of the grain harvesting complex. The final stage in the formation of the initial information for making a decision on updating the technical means of the grain harvesting complex should be their economic assessment, which makes it possible to predict the competitiveness of the threshed grain.

**Keywords:** harvest, crop yield, grain harvest complex, updating of technical means, agricultural enterprise

**Для цитирования:** Чегоданов С.И., Бурлаков Ю.В. Обновление технических средств зерноуборочного комплекса // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 6. С. 95–101. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-11>

**For citation:** Chemodanov S.I., Burlakov Yu. V. Update of the technical equipment of the grain-harvesting complex. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 6, pp. 95–101. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-6-11>

#### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

## ВВЕДЕНИЕ

Своевременное эффективное обновление технических средств зерноуборочного комплекса агропредприятия позволяет в соответствующие агротехнические сроки с минимальными потерями получить качественное зерно различного назначения. В настоящее время разработано много вариантов формирования технической стратегии по обновлению парка зерноуборочных средств [1–5]. Все варианты учитывают зональные условия уборки, финансовое состояние и другие производственно-технологические особенности зернооваропроизводителя.

Урожайность зерна – наиболее информационный показатель, отражающий условия уборки, так как его уровень определяет величину технологической загрузки уборочного агрегата [2, 3, 5–7]. В связи с этим в соответствии с уровнем данного показателя даются рекомендации по формированию и обновлению парка зерноуборочной техники. Материалы рекомендаций представлены в основном дискретно в виде таблиц или диаграмм [2, 3, 5, 6]. Данная форма представления исходной информации не всегда соответствует требованиям ее оперативно-

го корректирования и не позволяет оценить тенденции изменения технологических возможностей уборочных агрегатов.

В настоящее время перед зернооваро-производителем представлен весьма разнообразный рынок технических средств уборочного комплекса со сравнимыми техническими и технологическими возможностями. В связи с этим принятие решения по обновлению парка зерноуборочной техники всегда связано с проведением сравнительной оценки альтернативных аналогов технических средств. Для ее проведения необходим выбор определенных критериев. Для критериальной оценки могут быть привлечены экономические, технико-технологические и другие показатели [1, 4, 7]. Многокритериальность не только отражает отличительные производственные особенности конкретного агропредприятия, но и указывает на отсутствие единого общепринятого подхода к выбору эффективных технических средств и многоступенчатость его реализации [1, 7–9].

Доминирующими исходными данными для классического расчета потребности в зерноуборочной технике являются объем работы, производительность технических

средств и агротехнические сроки уборки. Перечисленные аналитически взаимосвязанные доминанты, в свою очередь, зависят от разного уровня производственных ситуативных факторов, существенно влияющих на итоговые результаты расчета. Для производства конкурентной основной продукции растениеводства необходимо выявить и оценить факторы, определяющие количественный состав парка зерноуборочной техники.

Цель исследования – усовершенствовать способ формирования исходной информации для оперативного принятия решения по эффективному обновлению технических средств зерноуборочного комплекса с учетом зональных особенностей конкретного агропредприятия.

Задачи исследования:

- графоаналитическим методом определить основные параметры базовых уборочных средств в зависимости от прогнозируемого уровня урожайности;
- выявить и оценить факторы, определяющие потребность в технических средствах зерноуборочного комплекса.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Графоаналитический метод как начальный этап формирования исходной информации для принятия решения по обновлению базовых технических средств зерноуборочного комплекса реализуется вследствие того, что основные параметры последних имеют формализованную взаимосвязь с урожайностью как основным информационным показателем, отражающим зональные условия уборки. Общепринятая аналитическая зависимость, которая используется для оценки как необходимого уровня урожайности зерновых культур, так и «граничного» его значения [3, 7], имеет вид

$$Y = 360\P^0/(BV_{\text{гр}}(1 + \phi)), \text{ ц/га}, \quad (1)$$

где  $\Pi^0$  – номинальная (паспортная) пропускная способность молотильно-сепарирующих рабочих органов зерноуборочного комбайна, кг/с;  $B$  – конструктивная ширина захвата жатки, м;  $V_{\text{гр}}$  – максимальная скорость зерноуборочного комбайна в конкретных условиях, км/ч;  $\phi$  – удельный показатель соломистости обмолачиваемой хлебной массы; 360 – коэффициент согласования единиц измерения.

Аналитическая зависимость (1) после подстановки численных значений ее составляющих величин ( $V_{\text{гр}} = 7,2$  км/ч и  $\phi = 1,5$ ) преобразуется в следующее итоговое уравнение:

$$Y = 20\P^0/B. \quad (2)$$

Графическое представление данного уравнения (2) и его обратное решение позволят получить оценку основным параметрам базовых уборочных средств в зависимости от прогнозируемого уровня урожайности конкретного агропредприятия.

Основным методом выявления и оценки факторов, определяющих количественный состав парка зерноуборочной техники, является экспертно-логический анализ информационных ресурсов, касающихся машиноиспользования технических средств, реализующих ресурсосберегающие технологии уборки урожая зерновых культур.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность обновления парка зерноуборочного комплекса определяется рациональностью выбора основных параметров его базовых технических средств: самоходной молотилки комбайна и жатвенных машин, предназначенных для реализации прямой или раздельной уборки. Основными параметрами базовых технических средств, которые определяют производительность зерноуборочного комплекса, являются пропускная способность и ширина захвата. Графическое представление итогового уравнения (2) в линейном виде в отличие от ранее полученного результата<sup>1</sup> позволяет с меньшей погрешностью прогно-

<sup>1</sup>Чемоданов С.И. Обновление комплекса зерноуборочной техники // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы: 15-й междунар. науч.-практ. конф. в 2 кн. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2020. Кн. 2. С. 88–90.

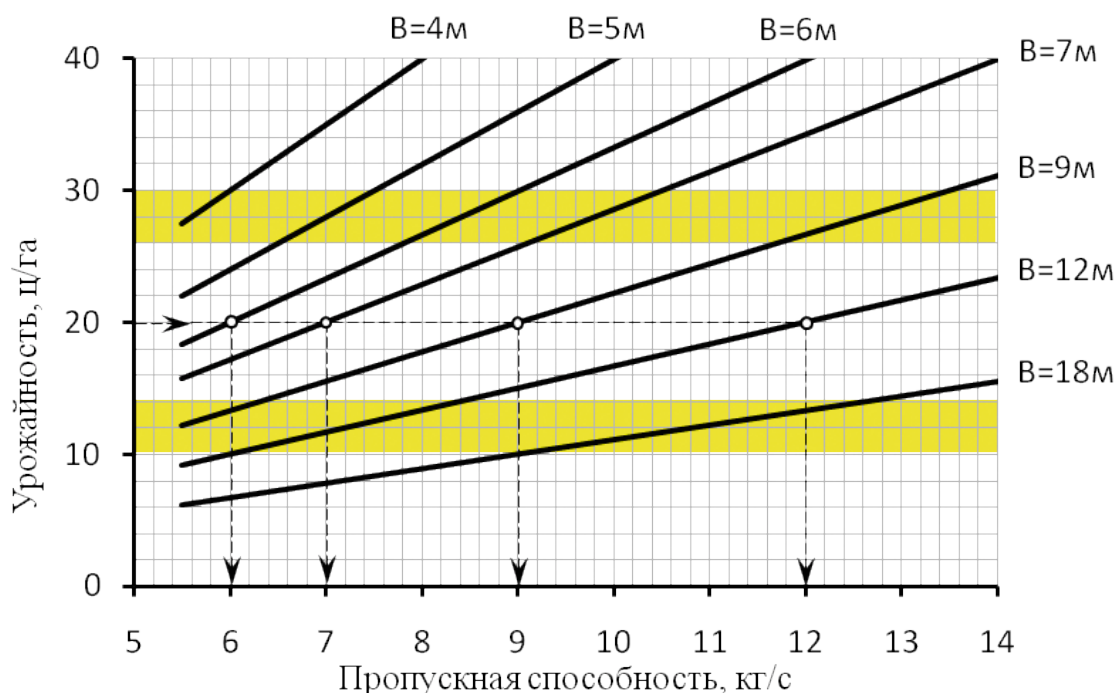
зировать комплектацию зерноуборочных агрегатов (см. рисунок).

Из рисунка следует, что обратное решение итогового уравнения дает возможность определить основные параметры базовых уборочных средств, необходимых конкретному агропредприятию с заданным, прогнозируемым или сложившимся уровнем урожайности. Так, для агропредприятия с урожайностью 20 ц/га наиболее эффективен следующий типоразмерный ряд самоходных молотилок комбайнов: 3-й класс – 5–6 кг/с, 4-й – 7–8, 5-й – 9–10, 6-й – 11–12 кг/с. При этом номинальный типоразмерный ряд жаток должен составлять соответственно 6, 7, 9 и 12 м независимо от фазности уборки. Конструктивные параметры ширины захвата, представленные на рисунке, относятся как к жаткам-хедерам, универсальным жаткам, так и к валковым жаткам, в том числе обеспечивающим возможность формирования сдвоенных валков.

На первом этапе определяют основные параметры базовых технических средств, затем производят выбор соответствующих ти-

поразмерных рядов самоходных молотилок комбайнов и жаток. Далее формируют альтернативные варианты различных моделей зерноуборочных агрегатов и комплексов. Для последующего выбора рациональных типажей уборочных средств и их критериальной оценки привлекают технико-технологические, экологические и другие показатели. Данные промежуточные показатели, учитывающие производственные особенности конкретного зернооваропроизводителя, должны быть направлены на рациональное использование ресурсного обеспечения агропредприятия. Таким образом, поэтапное выявление наиболее приоритетных базовых технических средств позволяет провести выбор оптимальных вариантов зерноуборочных агрегатов и комплексов.

На рисунке по оси абсцисс указана пропускная способность самоходной молотилки, которая определяет паспортную (теоретическую) производительность как оценку потенциальных возможностей зерноуборочного агрегата при нормированных условиях эксплуатации. Реальные условия эксплуата-



Графическая интерпретация взаимосвязи уровня урожайности и пропускной способности самоходных молотилок комбайна при различной ширине захвата жаток (B)

Graphical interpretation of the relationship between the yield level and the throughput of self-propelled combine threshers at different reaper capture widths (B)



ции снижают реализацию потенциальных возможностей зерноуборочного агрегата. В связи с этим необходимое количество уборочных агрегатов определяют исходя из реальной (эксплуатационной) производительности, а также с учетом уборочной площади в пиковый период и допустимых агротехнических сроков уборки. Количественный состав уборочного парка зависит от технического уровня и эффективности использования технологических машин, структуры и размеров посевных площадей, принятых технологий уборки, технической оснащенности пунктов послеуборочной обработки зерна, профессионального уровня механизаторов и специалистов.

Эксплуатационная производительность зерноуборочного комплекса обусловлена уровнем коэффициента готовности технических средств. Во многом он зависит от проведения планово-предупредительного технического обслуживания и соответствующего ремонта (желательно агрегатного) в межуборочный период. Качественное проведение перечисленных мероприятий позволяет поддерживать коэффициент готовности на достаточно высоком уровне в течение всего срока эксплуатации уборочной техники, однако при этом будут увеличены прямые эксплуатационные затраты.

С экономической точки зрения, для эффективного проведения уборки необходимо максимальное использование потенциальных возможностей всех технических средств уборочно-транспортного комплекса. Приоритетным объектом является зерноуборочный комбайн как самое дорогостоящее базовое техническое средство в технологическом процессе. Экспериментальными исследованиями выявлено, что максимально возможный уровень технологической загрузки зерноуборочного комбайна позволяет получить также минимальные показатели травмирования зерна и выполнить экологические требования по содержанию вредных выбросов выхлопных газов двигателя.

Реализация различных технологий уборки должна быть взаимосвязана с предыду-

щим и последующим модулями производства зерна. Данное исходное агротехническое требование предполагает наличие в сельхозпредприятиях зерносушилок и ворохоочистителей соответствующей производительности, а также «инженерных» севооборотов. Формирование «инженерных» севооборотов как планирование посевных площадей под культуры с различными периодами вегетации и сроками сева желательно проводить с учетом маршрутизации технических средств. Реализация модульной взаимосвязи производства зерна даст возможность расширить календарные агротехнические сроки уборки, т.е. снизить пиковую нагрузку на уборочную технику и, следовательно, ее потребность.

Увеличению уборочного периода до начала интенсивного осыпания зерна в фазе твердой спелости способствует также реализация раздельной уборки в классическом варианте (с подсушкой хлебной массы в валках). Расширение границ эффективного функционирования уборочных агрегатов возможно при использовании в зерноуборочном комплексе очесывающей жатки и внедрении технологии уборки высоковлажного зерна (в том числе безобмолотной) на фуражные цели с последующим плющением и консервацией [10]. Следует учитывать, что ограничением в использовании очесывающих рабочих органов является состояние продуктивной части урожая, склонного к самоосыпанию в период фазы твердой спелости.

Целесообразность количественного состава технических средств зерноуборочного комплекса определяется методом классического расчета потребности в зерноуборочной технике с учетом фактических и расчетных доминирующих исходных данных. Итоговый этап формирования исходной информации для принятия решения по обновлению структурно-количественного состава зерноуборочного комплекса – их экономическая оценка. Эффективность обновления оценивают «минимумом прямых эксплуатационных затрат» (ГОСТ 34393–2018), так как данный показатель позволя-

ет прогнозировать конкурентоспособность намолачиваемого зерна.

## ВЫВОДЫ

1. Приведен графоаналитический метод определения основных параметров базовых уборочных средств для любого агропредприятия с заданным, прогнозируемым или сложившимся интервалом урожайности зерна. Это дает возможность на начальном этапе получить наглядную исходную информацию для оперативного принятия решения по обновлению технических средств зерноуборочного комплекса.

2. Экспертно-логический анализ информационных ресурсов позволяет выявить и дать оценку факторам, определяющим потребность в технических средствах зерноуборочного комплекса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жалнин Э.В. Системно-аналитический метод формирования технической политики в АПК РФ // Тракторы и сельхозмашины. 2012. № 6. С. 3–8.
2. Чепурин Г.Е. Методика выбора типажа техники для уборки зерновых с учетом зональных особенностей // Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья. 2008. № 2 (29). С. 68–75.
3. Пронин В.М., Прокопенко В.А., Добрынин Ю.М. Критерии выбора зерноуборочных комбайнов // АгроСнабФорум. 2016. № 5 (144). С. 20–22.
4. Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Лапченко Е.А., Исакова С.П. Технологическая и техническая политика модернизации растениеводства Сибири // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 4. С. 38–42.
5. Клочкив А.В. Обоснование состава парка зерноуборочных комбайнов в Республике // Весці нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. 2010. № 4. С. 114–119.
6. Астафьев В.Л., Голиков В.А. Обоснование типажа зерноуборочных комбайнов и жаток, применяемых в регионах Казахстана // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 4. С. 10–15. DOI:10.22314/2073-7599-2018-12-4-10-15.
7. Машков С.В., Прокопенко В.А. Методика расчета оптимального комбайнового парка

предприятия // Никоновские чтения. 2016. № 21. С. 179–182.

8. Чижов В.Н., Шеремет А.Н. Пути решения проблемы комплектования и выбора сельскохозяйственной техники // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 12 (62). С. 77–80.
9. Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Влияние ширины захвата жатки на производительность зерноуборочного комбайна // Наука в Центральной России. 2020. № 2 (44). С. 35–42. DOI: 10.35887/2305-2538-2020-2-35-42.
10. Чемоданов С.И., Патрин П.А., Патрин В.А., Сабашкин В.А. Результаты очеса высоковлажной растительной массы пшеницы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 6. С. 96–103. DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-11.

## REFERENCES

1. Zhalnin E.V. System-analytical method of technical policy formation in the agro-industrial complex of the Russian Federation. *Traktory i sel'hozmashiny = Tractors and Agricultural Machinery*, 2012, no. 6, pp. 3–8. (In Russian).
2. Chepurin G.E. Methodology for selecting the type of machinery for grain harvesting, taking into account zonal features. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya = Bulletin of the Northern Trans-Ural State Agricultural University*, 2008, no. 2 (29), pp. 68–75. (In Russian).
3. Pronin V.M., Prokopenko V.A., Dobrynin Yu.M. Selection criteria for combine harvesters. *AgroSnabForum = AgroSnabForum*, 2016, no. 5 (144), pp. 20–22. (In Russian).
4. Dokin B.D., Yolkina O.V., Lapchenko E.A., Isakova S.P. Technological and technical policies to modernize crop production in Siberia. *Sel'skhozaystvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural machinery and technology*, 2014, no. 4, pp. 38–42. (In Russian).
5. Klochkov A.V. Justification of the composition of the grain harvester fleet in the Republic. *Vesci nacyanal'noj akademii navuk Belarusi = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2010, no. 4, pp. 114–119. (In Belarus).
6. Astafev V.L., Golikov V.A. Justification of the type of combine harvesters and reapers used in the regions of Kazakhstan. *Sel'skhozaystvennyye mashiny i tekhnologii = Agricultural machinery and technology*, 2018, vol. 12, no. 4, pp. 10–15. (In Russian). DOI: 10.22314/2073-7599-2018-12-4-10-15.

7. Mashkov S.V., Prokopenko V.A. Methodology for calculating the optimum combine harvester fleet. *Nikonovskie chteniya = Nikon Readings*, 2016, no. 21, pp. 179–182. (In Russian).
8. Chizhov V.N., Sheremet A.N. Ways of solving the problem of agricultural machinery procurement and selection. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai State Agricultural University*, 2009, no. 12 (62), pp. 77–80. (In Russian).
9. Erokhin G.N., Konovsky V.V. Impact of the width of the header on the productivity of the combine harvester. *Nauka v tsentralnoi Rossii = Science in the Central Russia*, 2020, no. 2 (44), pp. 35–42. (In Russian). DOI: 10.35887/2305-2538-2020-2-35-42.
10. Chemodanov S.I., Patrin P.A., Patrin V.A., Sabashkin V.A. The results of stripping high-moisture wheat plant mass. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2019, vol. 49, no. 6, pp. 96–103. (In Russian). DOI: 10.26898/0370-8799-2019-6-11.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Чемоданов С.И.**, старший научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск; СФНЦА РАН, а/я 463; e-mail: sichsibime@yandex.ru

**Бурлаков Ю.В.**, старший научный сотрудник; e-mail: yura011@yandex.ru

## AUTHOR INFORMATION

✉ **Sergey I. Chemodanov**, Senior Researcher; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sichsibime@yandex.ru

**Yury V. Burlakov**, Senior Researcher; e-mail: yura011@yandex.ru

Дата поступления статьи / Received by the editors 31.07.2021  
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 25.11.2021  
Дата публикации / Published 27.12.2021