



DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-9

УДК: 631.354.2 (083.131)

ПРИНЦИП ИДЕНТИЧНОСТИ УСЛОВИЙ ПРИ ЗОНАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЯХ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

Чепурин Г.Е.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН
Россия, Новосибирская область, р.п. Краснообск

Для цитирования: Чепурин Г.Е. Принцип идентичности условий при зональных испытаниях зерноуборочных комбайнов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2020. Т. 50. № 3. С. 83–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-9

For citation: Chepurin G.E. Printsip identichnosti uslovii pri zonal'nykh ispytaniyakh zernouborochnykh kombainov [The principle of identity of conditions for zonal tests of grain harvesters]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2020, vol. 50, no. 3, pp. 83–93. DOI: 10.26898/0370-8799-2020-3-9

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Представлены результаты анализа применяемых методов сравнительных испытаний зерноуборочных комбайнов на обмолоте зерновых культур в различных природно-климатических зонах России. В СССР в соответствии с действующими ГОСТами МИС проводили сравнительные испытания комбайнов на обмолоте зерновых культур урожайностью 4 т/га прямым способом в фазе полной спелости зерна, но не позднее 7 дней после ее наступления. На этапе проектирования пропускную способность комбайна рассчитывают, учитывая конструктивные параметры рабочих органов комбайна, мощность двигателя, ширину молотилки, удельную мощность на единицу пропускной способности, объем бункера и другие факторы. Классификация комбайнов по конструктивным параметрам не характеризует их потенциальные функциональные возможности и эффективность работы в производственных условиях при значительных колебаниях урожайности зерновых культур. Необходимо соблюдать главный принцип сравнительных испытаний комбайнов – идентичность условий их эксплуатации. Если этот принцип нарушается, не имеет смысла анализировать полученные результаты. Нужно обоснование методологии срав-

THE PRINCIPLE OF IDENTITY OF CONDITIONS FOR ZONAL TESTS OF GRAIN HARVESTERS

Chepurin G.E.

*Siberian Federal Scientific Centre
of AgroBiotechnologies
of the Russian Academy of Sciences*
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The paper presents the analysis results of the methods applied to comparative tests of combine harvesters for threshing grain crops in various climatic zones of Russia. In the USSR, in accordance with the current GOSTs, machine testing stations carried out comparative tests of combines during threshing grain crops with a yield of 4 t/ha by direct combining method in the phase of full ripeness of grain, but no later than 7 days after its onset. At the design stage, the throughput of a combine harvester is calculated taking into account the design parameters of the working bodies of the combine, engine power, thresher width, specific power per unit of throughput, hopper volume and other factors. The classification of combines according to design parameters does not characterize their potential functionality and work efficiency under production conditions with significant fluctuations in the yield of grain crops. It is necessary to comply with the main principle of comparative tests of combines – the identity of their operating conditions. If this principle is violated, it makes no sense to analyze the results. It is necessary to substantiate the methodology of comparative tests of combines

нительных испытаний комбайнов в различных природно-климатических зонах страны. Учитывая различную урожайность по отдельным зонам России, особенно в Сибирском регионе, для рационального использования комбайна следует определять не только его паспортную пропускную способность, но и каким образом она может изменяться от условий уборки. Для каждого комбайна нужен технологический паспорт, который позволяет применительно к конкретному полю с учетом урожайности и других производственных усилий оперативно разрабатывать операционную карту на обмолот зерновых культур. Операционные карты в отличие от технологических определяют задание на выполнение конкретной работы при соблюдении технологических режимов, обеспечивающих получение продукции высокого качества при рациональной загрузке молотилки комбайна на обмолоте зерновых прямым и разделными способами, а также предполагаемую фактическую и расчетную себестоимость зерна с учетом потребности в комбайнах и комбайнерах.

Ключевые слова: технология уборки, паспортная пропускная способность комбайна, сравнительные испытания комбайнов, эксплуатационные прямые затраты, себестоимость зерна при обмолоте

В соответствии с ГОСТом СССР¹ на МИС проводили сравнительные испытания комбайнов на обмолоте зерновых культур при следующих показателях:

- урожайности 4 т/га в фазе полной спелости зерна, но не позднее 7 дней после ее наступления;
- на участке с прямостоящим стеблестоем;
- влажности зерна 10–18%;
- с содержанием незерновой части – 10–20%;
- ширине допускаемого долевого диапазона солоmistости в хлебной массе от 0,7 до 1,5;
- уклоне поля не более 2%.

По результатам испытаний строят зависимость изменений общих потерь зерна за молотилкой комбайна от фактической подачи хлебной массы. За паспортную способность принимают пропускную способность в килограммах в секунду, соответствующую потерям зерна за молотилкой комбайна 1,5%. По данной величине устанавливают класс зерноуборочного комбайна.

in various climatic zones of the country. Given the different yields in certain zones of Russia, especially in the Siberian region, it is necessary to determine not only the nominal throughput for the rational use of the harvester, but also to what extent it can vary depending on harvesting conditions. A technological passport is needed for each combine, which will allow to quickly develop an operation process chart for threshing grain crops in relation to a specific field and taking into account yield and other production efforts. Operation process charts, unlike technological passports, determine the task for performing specific work, subject to technological modes, that ensure high quality products by direct combining and swath harvesting methods with rational loading of the combine thresher. They help to identify actual and estimated cost of grain, taking into account the need in combines and combine operators.

Keywords: harvesting technology, nominal throughput of the combine, comparative tests of combines, operational direct costs, cost of grain during threshing

На этапе проектирования комбайнов их пропускную способность рассчитывают, используя выражения, учитывающие конструктивные параметры рабочих органов комбайна, мощность двигателя, ширину молотилки, удельную мощность на единицу пропускной способности, объем бункера и другие факторы [1–5]. Предлагаемая классификация по конструктивным параметрам представляется достаточно простой и удобной. Однако она не характеризует потенциальные функциональные возможности комбайнов и эффективность их работы в производственных условиях эксплуатации.

Многие зарубежные фирмы в рекламных целях (согласно стандарту ASAE американского общества сельскохозяйственных инженеров) за единицу актива зерноуборочных комбайнов любого класса принимают намот зерна за 1 ч их полезной работы. При этом исходная емкость актива нормирована на уровне 3000 ч чистой работы. За

¹Государственный стандарт СССР. Комбайны зерноуборочные. Методы испытания. ГОСТ 28301-89, 1990.

это время комбайн должен полностью перенести свою стоимость на стоимость продукции. В России идеология стандартов ASAE реализована в методике часовых эксплуатационных затрат, предложенная специалистами Поволжской МИС [6] и частично нашедшая отражение в отраслевых стандартах и ГОСТах РФ²⁻⁴. Однако такой подход имеет существенный недостаток, поскольку не учитывает рациональную степень загрузки молотилки комбайна при обмолоте зерновых культур.

Основными факторами, определяющими фактическую производительность комбайна, являются урожайность зерна и соломы; состояние урожая зерновых культур по влажности, засоренности, полеглости и другое; скорость движения комбайна; ширина захвата хедеров или валковых жаток; размеры полей, их рельеф и конфигурация; квалификация механизаторских кадров; организация уборочных работ; рациональное сочетание раздельной и прямой уборки зерновых; наличие необходимого шлейфа хедеров и валковых жаток в хозяйствах.

Степень загрузки молотилки комбайна (μ_z) определяется как отношение фактической подачи хлебной массы (q_f), поступающей в молотилку комбайна, к его паспортной способности (q_0). В соответствии с «Системой критериев качества и эффективности сельскохозяйственной техники», изданной МСХ РФ [7], допускается недоиспользование паспортной способности комбайна не более 10%. Перегрузка молотилки комбайна не допускается, так как приводит к значительным потерям зерна.

В настоящее время на рынок РФ поступают отечественные и зарубежные комбайны пропускной способностью от 3 до 14 кг/с. В связи с этим при обосновании класса комбайна по пропускной способности для конкретных условий необходимо учитывать фактическую реализуемость паспортных данных в реальных условиях эксплуатации;

соответствие класса комбайна требованиям сельхозтоваропроизводителей с учетом зональных особенностей; наличие гарантированной эффективности применения; конкурентоспособность нового комбайна в сравнении с аналогами, т.е. по критериям цена – производительность, цена – качество, цена – стоимость техсервиса, которые должны обеспечивать прибыль сельхозтоваропроизводителю.

Характерная особенность уборки зерновых в Сибири – значительные колебания урожайности не только по природно-климатическим зонам, регионам, административным районам, предприятиям, но и по полям в пределах хозяйств.

В результате анализа динамики урожайности зерновых культур в основных зернопроизводящих регионах Сибирского федерального округа (СФО) установлено, что средняя урожайность зерновых культур находится в пределах 12–25 ц/га, наименьшая – в Алтайском крае, наибольшая – в Красноярском. Средняя урожайность по годам в регионах варьирует в пределах 13–25% [8].

Практически в каждом регионе есть районы, где средняя урожайность зерновых составляет 30–40 ц/га: в Красноярском крае (Назаровском, Ужурском районах) – 35–41 ц/га; в Новосибирской области в Ордынском районе она изменялась от 21 до 33 ц/га, в ЗАО «Верх-Ирмень» находилась в пределах 35–60 ц/га. При таких различиях в урожайности по регионам и районам, тем более отдельным хозяйствам, необходимо обеспечить условия для реализации потенциальных возможностей комбайна, т.е. паспортную пропускную способность за счет соответствующего шлейфа хедеров или валковых жаток, имеющих соответствующую ширину захвата, а также допустимой скорости движения комбайна.

В связи с этим в настоящее время значительно возросла роль МИС в получении объективной информации об эксплуата-

²Стандарт отрасли. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины зерноуборочные. ГОСТ 108.1–99. Минсельхозпрод России, 2000.

³ГОСТ 28301–2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытания.

⁴Межгосударственный стандарт. ГОСТ 28301–2015. М.: Стандартиформ, 2016.

онных, технических, экономических и других показателях работы новых высокопроизводительных отечественных и зарубежных комбайнов при их сравнительных испытаниях в различных зонах страны. Необходимо соблюдать главный принцип сравнительных испытаний – идентичность условий. Если этот принцип нарушается, не имеет смысла анализировать полученные результаты.

Обеспечить аналогичные условия по отдельным природно-климатическим зонам практически невозможно прежде всего из-за различий урожайности зерна. Ширина допускаемого ГОСТом СССР (см. сноску 1) диапазона соломистости в хлебной массе в доленом отношении от 0,7 до 1,5 при испытании комбайнов заранее предопределяет неоднозначные результаты определения паспортной пропускной способности комбайнов, так как это противоречит физическому смыслу процесса обмолота и сепарации молотилки комбайна. Чем меньше соломистость, тем больше пропускная способность комбайна^{5, 6} [9], так как процесс выделения зерна в молотилке комбайна включает две стадии: просев через ворох на соломотрясе и просеивание через отверстия решет очистки и соломотряса. Эффективность сепарации определяется структурой пространственной решетки вороха и разрыхленностью слоя на решетках и соломотрясе. В связи с этим фактическая паспортная пропускная способность (q') существенно зависит от доли незерновой части в составе обмолачиваемой хлебной массы (λ_c) и определяется по формуле

$$q' = \frac{q_0(1 + \lambda)}{(1 + \lambda_c)}, \quad (1)$$

где q_0 – паспортная пропускная способность комбайна (кг/с) при отношении массы зерна (λ_z) к массе незерновой части (λ_c) в долях единицы 1 : 1,5 (λ_c); λ – фактическое отношение массы зерна к массе незерновой части в долях единицы.

На рис. 1 показаны закономерности изменения паспортной пропускной способности комбайнов класса от 5 до 12 кг/с при допустимом уровне потерь за молотилкой комбайна 1,5% в зависимости от содержания незерновой части (λ_c) в составе обмолачиваемой хлебной массы в долях единицы от 2,3 до 0,7.

Расчеты показывают, что пропускная способность комбайнов любого класса классической схемы при изменении содержания соломы от 1,5 до 0,7 возрастает в 1,45 раза, при увеличении соломистости от нормативной до 2,3 пропускная способность уменьшается в 1,16 раза (см. табл. 1).

Выявленные закономерности изменения фактической пропускной способности комбайна от долевого содержания соломы в хлебной массе позволяют проводить испытания при обмолоте зерновых любой урожайностью с четко фиксируемым долевым содержанием соломы, влажностью зерна и соломы, предусмотренными стандартами.

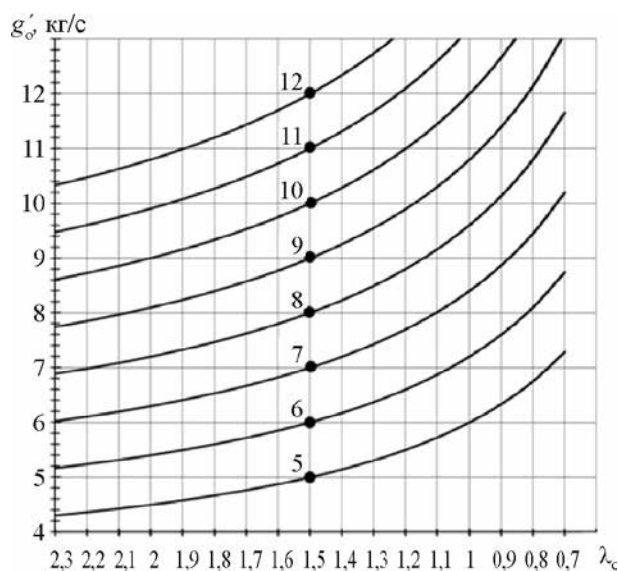


Рис. 1. Изменение фактической пропускной способности комбайнов от содержания незерновой части в хлебной массе

Fig. 1. Change in the actual throughput of combines due to the non-grain part content in the grain bulk

⁵Пустыгин М.А. Теория и технический расчет молотильных устройств. М.: Сельхозгиз, 1948. 322 с.

⁶Герсков Г.Д. Расчет зерноуборочных машин. М.: Издательство машиностроительной литературы, 1961. 213 с.

Табл. 1. Изменение пропускной способности комбайнов в зависимости от содержания незерновой части в обмолачиваемой хлебной массе

Table 1. Change in the throughput of combines depending on the content of the non-grain part in the threshed grain mass

q'_o	Содержание незерновой части (λ_o), доля единицы								
	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7
5	4,3	4,4	4,6	4,8	5	5,3	5,7	6,3	7,3
6	5,2	5,3	5,5	5,7	6	6,4	6,9	7,6	8,7
7	6,0	6,2	6,4	6,7	7	7,4	8,0	8,9	10,0
8	6,9	7,1	7,3	7,6	8	8,5	9,1	10,1	11,6
9	7,7	8,0	8,2	8,6	9	9,5	10,3	11,4	13,1
10	8,6	8,8	9,1	9,5	10	10,6	11,4	12,7	14,6
11	9,5	9,7	10,1	10,3	11	11,7	12,6	13,9	16,0
12	10,3	10,6	11,0	11,4	12	12,7	13,7	15,2	17,5

На основании полученной фактической пропускной способности (q') при фиксированной соломистости (λ_o) по формуле (2) рассчитывают нормированную пропускную способность, соответствующую соотношению зерна к соломе 1 : 1,5, по которой определяют класс зерна комбайна:

$$q_o = \frac{q' (1 + \lambda_o)}{1 + \lambda} \quad (2)$$

В настоящее время МИС проводят сравнительные испытания зерноуборочных комбайнов на обмолоте зерновых согласно существующим стандартам в характерных для зон условиях по урожайности, влажности, отношении зерна к соломе [10]. Формально претензий к результатам испытаний, представленным в табл. 2, нет, поскольку они проведены в соответствии с действующими отраслевыми стандартами России. Производительность и себестоимость рассчитаны для расчетной рабочей скорости 7,2 км/ч. Однако сравнивать показатели работы комбайнов, полученных при обмолоте зерновых в разных условиях, некорректно. В каждой зоне фактическая загрузка комбайнов отличается от паспортной от 25 до 51%, что противоречит рекомендациям МСХ РФ [7], которыми допускается снижение загрузки молотилки комбайна от паспортной не более 10%. Кроме того, эксплуатационные затраты не учитывают дефицит трудовых ресурсов при определении себестоимости при обмолоте зерновых на площади с разной урожайностью.

В Сибирском научно-исследовательском институте механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН разработаны алгоритм и методика для определения фактической себестоимости зерна при обмолоте зерновых с конкретной площади, позволяющие при расчете себестоимости учитывать потребность в трудовых ресурсах и комбайнах [11] по формуле

$$И^2 = \frac{И^1 \cdot S_{cm}}{G^{max} \cdot W_{cm} \cdot \mu_3}, \quad (3)$$

где $И^2$ – расчетная себестоимость 1 т зерна при обмолоте, тыс. р./т ; $И^1$ – расчетные прямые эксплуатационные затраты на обмолоте, р./га; S_{cm} – площадь поля, убранная комбайнами i -го класса за смену (условно принята 1000 га), га/см; G^{max} – максимально допустимая урожайность зерновых при нормативной скорости 7,5 км/ч и фактической подаче хлебной массы $q_\phi = q_o$, т/га; W_{cm} – площадь поля, убираемая комбайном за смену, га/см; μ_3 – коэффициент загрузки молотилки комбайна. При $q_\phi = q_o$, $\mu_3 = 1$, или $\mu_3 = \frac{G_\phi}{G^{max}}$, при $G_\phi < G^{max}$ μ_3 будет меньше 1.

Результаты себестоимости зерна, рассчитанные по формуле (3), представлены в табл. 2. При расчете себестоимости обмолота зерна по формуле (3) прямые эксплуатационные затраты на 1 га убранной площади $И^1$ взяты по данным сравнительных испытаний на МИС [10].

Себестоимость 1 т обмолоченного зерна на МИС определяют делением эксплу-

Табл. 2. Технико-экономическая характеристика комбайнов на обмолоте зерновых прямым способом [10]
Table 2. Technical and economic characteristics of combine harvesters when threshing grain by direct method [10]

Показатель	JDW 540	JDW 650	Енисей КЗС 4141 С	Vektor 410	КЗС-812 GS-812	«AGROS-580»	JD 9670	JDS 660	КЗС-1218 Полестье GS-12
Пропускная способность, q_o , кг/с	9,8	12,1	8,42	7,7	7,8 (7,7)	10,5	10,12	11,22	12,8
Расход топлива, кг/ч	40,3	50,5	39,8	33,1	33,1	47,0	48,2	50,5	52,2
Ширина захвата, м	7,6; 9, 1	7,62; 9,15	7; 9	7; 9	6; 7; 9	7; 9	7,62; 9,15	7,6; 9,15	8; 9
Расчетная рабочая скорость (V_p), км/ч	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2	7,2
Регион испытаний	Омская	Омская	Омская	Самарская	Самарская	Курская	Курская	Курская	Курская
Урожайность, ц/га (G)	14,2	24,0	15,5	16,0	16,0	30	30	30	30
Цена комбайна, тыс. р.	7428	8739	3875	3788	3557	4898	10920	11476	4596
Фактическая подача, q_{ϕ} , кг/с*	2,5	4,3	2,1	2,15	2,15	5,2	5,2	5,5	5,2
Коэффициент загрузки комбайнов, μ_3	0,25	0,35,	0,25	0,28	0,28	0,49	0,51	0,49	0,4
Эксплуатационная производительность:									
га/ч	3,84	3,84	3,02	3,02	3,02	3,53	3,84	3,84	3,53
т/ч	9,9	12,2	8,47	7,8	7,9	10,6	10,2	11,3	12,9
Себестоимость уборки:									
р./га;	1477,6	1753,7	1086	1022	968	1143	2007	2117	1113
р./т	573,1	552	387	396	370	381	756	720	305
тыс.р./т*	18,1	17,1	21,1	19,3	18,2	9,2	16,1	14,3	17,7
$G_{\text{пасс}}^{\text{пасс}}$ для паспортной загрузки при скорости V_p ц/га*	57	70	49	44,6	45	61	58,5	65	74
Себестоимость зерна, тыс. р./т*	6,2	6,0	5,3	5,4	5,1	4,5	8,2	7,7	7,1

*Показатели, полученные СибИМЭ.

атационных затрат (р./га) на урожайность зерновых, которая в зависимости от зоны изменялась от 14 до 30 ц/га. Например, себестоимость зерна при обмолоте зерновых комбайном «AGROS-580» по данным испытаний в Курской области равна 381 р./т. Фактическая подача хлебной массы при обмолоте зерновых урожайностью 30 ц/га и скорости 7,2 км/ч равна 5,2 кг/с. Коэффициент загрузки молотилки комбайна μ_z равен 0,49, т.е. в 2 раза меньше паспортной пропускной способности – 10,5 кг/с. Чтобы обеспечить максимально допустимую загрузку данного комбайна при расчетной скорости движения, зерновые культуры должны иметь урожайность 61 ц/га. В этом случае себестоимость обмолота зерна, рассчитанная по формуле (2), равняется 4,5 тыс. р./т, вместо 9,2 тыс. р./т, когда комбайн обмолачивает зерновые урожайностью 30 ц/га и коэффициент загрузки молотилки равен 0,49.

Аналогичные результаты по другим комбайнам подтверждают необходимость обоснования методологии сравнительных испытаний комбайнов на МИС в различных природно-климатических зонах страны (см. табл. 2).

Возможно, что в тех зонах, где высокая урожайность зерновых, оправдано производить расчет пропускной способности по конструктивным или иным параметрам. Однако учитывая различную урожайность по отдельным зонам России (особенно в Сибирском регионе), для рационального использования комбайна следует определять не только его паспортную пропускную способность, но и каким образом она может изменяться от условий уборки. В связи с этим для каждого комбайна необходим технологический паспорт (см. рис. 2), который позволяет применительно к конкретному полю с учетом урожайности и других производственных усилий оперативно разрабатывать операционную карту на обмолот зерновых культур. Результаты исследования по указанному вопросу опубликованы в периодических журналах России [11–15].

Технологический паспорт зерноуборочного комбайна – технологический документ,

представленный в виде четырех квадрантов. На них показаны графические зависимости изменения рабочей скорости движения комбайна (при обмолоте зерновых культур влажностью 10–22%, нормативном отношении зерна к незерновой части 1 : 1,5 в долях единицы), обеспечивающей его паспортную пропускную способность в зависимости от урожайности, конструктивной ширины захвата валковых жаток или хедеров (квадрант I). Технологический паспорт дает возможность определять производительность комбайнов за 1 ч чистого времени, за смену при нормативной доле незерновой части 1,5, но и при изменении этой доли в широких пределах от нормативной (квадранты II, III), а также фактическую и расчетную себестоимость зерна при обмолоте прямым, раздельными способами с учетом потребности в комбайнах и комбайнерах (квадрант IV).

Операционная карта – технологический документ, содержащий описание технологической операции с указанием возможных технологий уборки зерновых культур, данных о технических средствах и режимах их работы с учетом условий работы, свойств убираемых культур на конкретном поле:

- сорта убираемой культуры на конкретном поле, урожайности, влажности зерна, массы незерновой части в долях единицы;
- характеристики поля, его площади в гектарах, длины гона, рельефа поля;
- максимально допустимой рабочей скорости комбайна по полю при раздельном и прямом способах уборки;
- класса комбайна, конструктивной ширины захвата хедера или валковой жатки, м;
- типа валка: одинарного, спаренного, встречно-поточного;
- расчетной сменной производительности комбайна за смену 10 ч.

Операционные карты в отличие от известных технологических карт определяют задание на выполнение конкретной работы при соблюдении технологических режимов, обеспечивающих получение продукции высокого качества при рациональной загрузке молотилки комбайна на обмолоте зерновых прямым и раздельными способами, а также

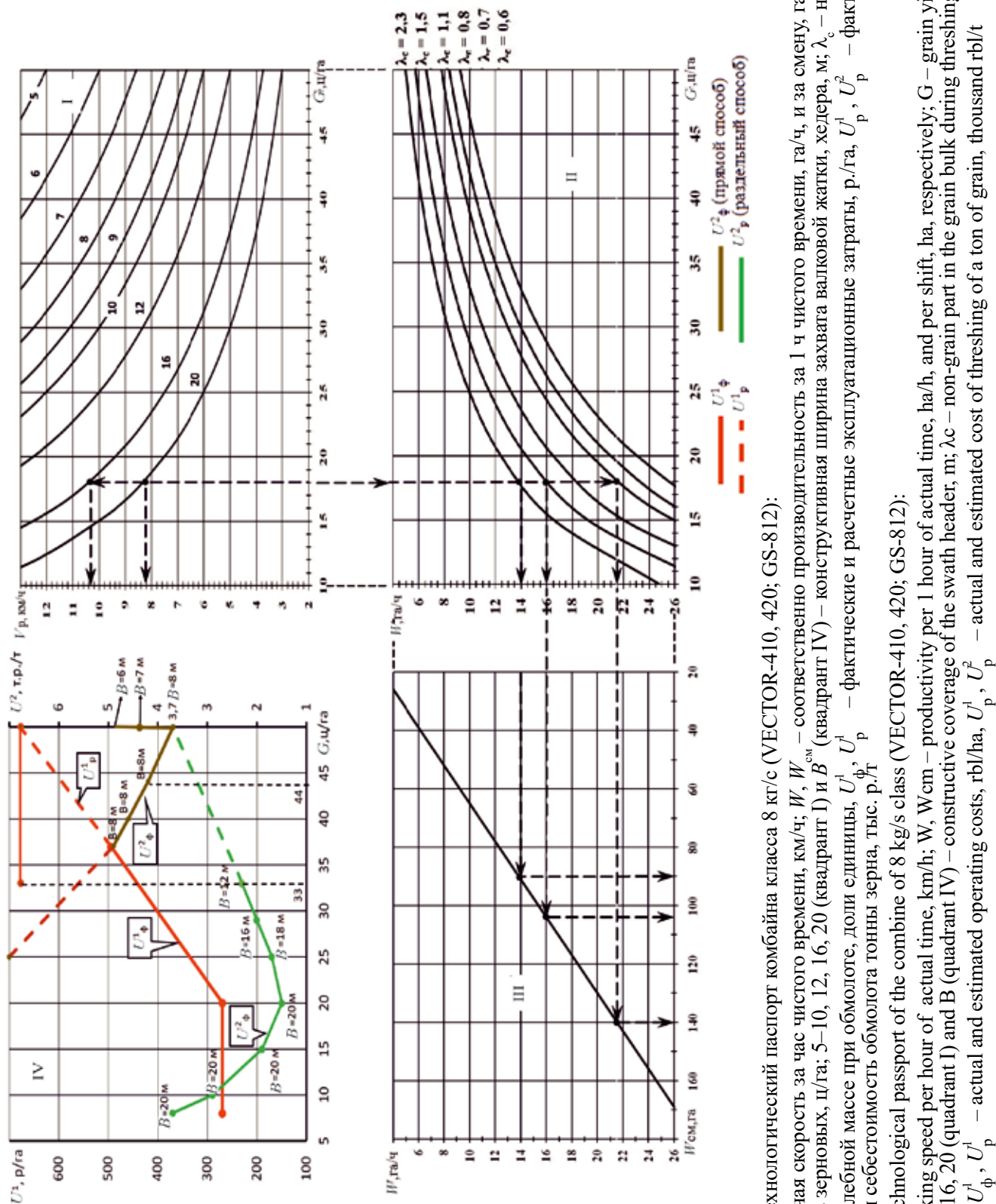


Рис. 2. Технологический паспорт комбайна класса 8 кг/с (VECTOR-410, 420; GS-812):

V_p – рабочая скорость за час чистого времени, км/ч; W , W^{cm} – соответственно производительность за 1 ч чистого времени, га/ч, и за смену, га; G – урожайность зерновых, ц/га; 5–10, 12, 16, 20 (квадрант I) и B^{cm} (квадрант IV) – конструктивная ширина захвата валковой жатки, хедера, м; λ_c – незерновая часть в хлебной массе при обмолае, доли единицы, U^1 , U^1_p – фактические и расчетные эксплуатационные затраты, р./га, U^1 , U^1_p – фактическая и расчетная себестоимость обмолота тонны зерна, тыс. р./т

Fig. 2. Technological passport of the combine of 8 kg/s class (VECTOR-410, 420; GS-812):

V_p – working speed per hour of actual time, km/h, and per shift, ha, respectively; G – grain yield, kg/ha; 5–10, 12, 16, 20 (quadrant I) and B (quadrant IV) – constructive coverage of the swath header, m; λ_c – non-grain part in the grain bulk during threshing, fractions of a unit, U^1 , U^1_p – actual and estimated operating costs, rbl/ha, U^1 , U^1_p – actual and estimated cost of threshing of a ton of grain, thousand rbl/t

предполагаемую фактическую и расчетную себестоимость зерна при обмолоте зерновых прямым и раздельным способами с учетом потребности в комбайнах и комбайнерах.

ВЫВОДЫ

1. Классификация комбайнов по конструктивным параметрам не характеризует потенциальные функциональные возможности комбайнов и эффективность их работы в производственных условиях эксплуатации в конкретных условиях при значительных колебаниях урожайности зерновых культур.

2. В СССР, РФ и в странах СНГ зерноуборочные комбайны классифицируют по паспортной пропускной способности, за которую принимают фактическую подачу хлебной массы в молотилку комбайна в килограммах в секунду, соответствующую потерям зерна 1,5% при обмолоте зерновых прямым способом на участках с определенной урожайностью зерновых культур, влажностью зерна, соломы.

3. Новыми стандартами в РФ предусматривается проводить сравнительные испытания в характерных для зон условиях по урожайности, влажности, отношении массы зерна к соломе, что противоречит принципам идентичности условий при сравнительных испытаниях комбайнов.

4. Актуальность исследований по обоснованию методологии сравнительных испытаний комбайнов на МИС в различных природно-климатических зонах страны и разработке альтернативного способа определения паспортной пропускной способности зерноуборочных комбайнов при значительных колебаниях урожайности подтверждается «Системой критериев качества и эффективности сельскохозяйственной техники», изданной МСХ РФ в 2010 г., которой допускается недоиспользование паспортной способности комбайна не более 10%. Перегрузка молотилки не допускается, поскольку это приводит к значительным потерям зерна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жалнин Э.В. Расчет основных параметров зерноуборочных комбайнов: монография. М.: ВИМ, 2001. 106 с.
2. Жалнин Э.В., Баранов А.А., Сулейманов М. Среднестатистическая пропускная способность зерноуборочных комбайнов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1997. № 8. С. 25–27.
3. Занько Н.Д. Методика оценки пропускной способности молотилки и определения класса зерноуборочного комбайна // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1999. № 6. С. 26–28.
4. Занько Н.Д., Осипов Н.М. Оценка пропускной способности молотилки с системой интенсивной сепарации зерна // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1996. № 10. С. 13–15.
5. Пенкин С.М. Оценка пропускной способности зерноуборочных комбайнов по известным параметрам // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2003. № 1. С. 24–26.
6. Пронин В.М., Прокопенко В.А. Техничко-экономическая оценка эффективности сельскохозяйственных машин и технологии по критерию часовых эксплуатационных затрат: монография. М.: Столичная типография, 2008.
7. Табашников А.Т., Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С. и др. Система критериев качества, надежности, экономической эффективности сельскохозяйственной техники: монография. М.: Росинформагротех, 2010. 188 с.
8. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири: монография. М.: Росинформагротех, 2011. 175 с.
9. Жалнин Э.В., Ценч Ю.С., Пьянов В.С. Методика анализа технического уровня зерноуборочных комбайнов по функциональным и конструктивным параметрам // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018. Т. 12. № 2. С. 4–8.
10. Бурак П.И., Пронин В.М., Прокопенко В.А. Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники. М.: Росинформагротех, 2013. 416 с.
11. Чепурин Г.Е., Цегельник А.П. Методика определения себестоимости зерна при обмолоте зерновых с учетом потребности в комбайнах

- и комбайнерах // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2019. Т. 49. № 2. С. 85–92.
12. Чекурин Г.Е., Иванов Н.М. Теоретические основы разработки технологического паспорта зерноуборочного комбайна // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2016. № 2. С. 96–104.
 13. Чекурин Г.Е., Иванов Н.М. Обоснование разработки технологического паспорта зерноуборочных комбайнов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. № 4. С. 25–31.
 14. Чекурин Г.Е. Зерноуборочному комбайну – технологический паспорт – полю – операционную карту // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 76–79.
 15. Чекурин Г.Е., Цегельник А.П. Структура и содержание технологического паспорта и операционных карт зерноуборочных комбайнов // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2018. Т. 48. № 3. С. 50–57.
- ## REFERENCES
1. Zhalnin E.V. *Raschet osnovnykh parametrov zernouborochnykh kombainov* [Calculation of the main parameters of combine harvesters]. M.: VIM Publ., 2001, 106 p. (In Russian).
 2. Zhalnin E.V., Baranov A.A., Suleimanov M. *Srednestaticheskaya propusknaya sposobnost' zernouborochnykh kombainov* [Average throughput of grain harvester]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 1997, no. 8, pp. 25–27. (In Russian).
 3. Zan'ko N.D. *Metodika otsenki propusknoi sposobnosti molotilki i opredeleniya klassa zernouborochnogo kombaina* [Methods of assessing thresher throughput and determination of combine harvester class]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 1999, no. 6, pp. 26–28. (In Russian).
 4. Zan'ko N.D., Osipov N.M. *Otsenka propusknoi sposobnosti molotilki s sistemoi intensivnoi separatsii zerna* [Assessing thresher throughput with the system of intensive grain separation]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 1996, no. 10, pp. 13–15. (In Russian).
 5. Penkin S.M. *Otsenka propusknoi sposobnosti zernouborochnykh kombainov po izvestnym parametram* [Assessment of grain harvesters' throughput by the known parameters]. *Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny* [Tractors and Agricultural Machinery], 2003, no. 1, pp. 24–26. (In Russian).
 6. Pronin V.M., Prokopenko V.A. *Tekhniko-ekonomicheskaya otsenka effektivnosti sel'skokhozyaistvennykh mashin i tekhnologii po kriteriyu chasovykh ekspluatatsionnykh zatrat* [Feasibility study of the effectiveness of agricultural machinery and technology by the criterion of hourly operating costs]. M.: Stolichnaya tipografiya Publ., 2008. (In Russian).
 7. Tabashnikov A.T., Fedorenko V.F., Buklagin D.S. *Sistema kriteriev kachestva, nadezhnosti, ekonomicheskoi effektivnosti sel'skokhozyaistvennoi tekhniki* [The system of criteria for quality, reliability, economic efficiency of agricultural machinery]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2010, 188 p. (In Russian).
 8. Chepurin G.E., Ivanov N.M., Kuznetsov A.V. *Uborka i posleuborochnaya obrabotka zernovykh kul'tur v ekstremal'nykh usloviyakh Sibiri* [Harvesting and post-harvest processing of grain crops in extreme conditions of Siberia]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2011, 175 p. (In Russian).
 9. Zhalnin E.V., Tsench Yu.S., P'yanov V.S. *Metodika analiza tekhnicheskogo urovnya zernouborochnykh kombainov po funktsional'nym i konstruktivnym parametram* [Methods of analysis of the technical level of grain harvesters by their functional and constructive parameters]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural Machinery and Technologies], 2018, vol. 12, no. 2, pp. 4–8. (In Russian).
 10. Burak P.I., Pronin V.M., Prokopenko V.A. *Sravnitel'nye ispytaniya sel'skokhozyaistvennoi tekhniki* [Comparative tests of agricultural machinery]. M.: Rosinformagrotekh Publ., 2013, 416 p. (In Russian).
 11. Chepurin G.E., Tsegel'nik A.P. *Metodika opredeleniya sebestoimosti zerna pri obmole zernovykh s uchetom potrebnosti v kombainakh i kombainerakh* [Methods of identifying grain production cost when threshing grain crops in view of the need in combine harvesters and combine operators]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], 2019, vol. 49, no. 2, pp. 85–92. (In Russian).
 12. Chepurin G.E., Ivanov N.M. *Teoreticheskie osnovy razrabotki tekhnologicheskogo pas-*

- porta zernouborochnogo kombaina [Theoretical framework for developing a technological passport of grain harvester]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science], no. 2, 2016, pp. 96–104. (In Russian).
13. Chepurin G.E., Ivanov N.M. Obosnovanie razrabotki tekhnologicheskogo pasporta zernouborochnykh kombainov [Substantiation of developing a technological passport for a combine harvester]. *Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii* [Agricultural Machinery and Technologies], 2016, no. 4, pp. 25–31. (In Russian).
14. Chepurin G.E. Zernouborochnomu kombainu – tekhnologicheskii pasport – polyu – operatsionnyu kartu [Technological passport – for a grain harvester, an operation process chart – for a field]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of Science and Technology of AIC], 2017, vol. 31, no. 4, pp. 76–79. (In Russian).
15. Chepurin G.E., Tsegel'nik A.P. Struktura i sodержanie tekhnologicheskogo pasporta i operatsionnykh kart zernouborochnykh kombainov [The structure and content of the technological passport and operation process charts of grain harvesters]. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* [Siberian Herald of Agricultural Science]. 2018, vol. 48, no. 3, pp. 50–57. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

✉ Чепурин Г.Е., профессор, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, руководитель научного направления; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: sibime@ngs.ru

AUTHOR INFORMATION

✉ Chepurin G.E., Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Science in Engineering, Head of Research Division; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: sibime@ngs.ru

Дата поступления статьи 17.04.2020
Received by the editors 17.04.2020