

Определение качества работы зерноуборочных комбайнов

Михаил Евгеньевич Чаплыгин,
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
e-mail: misha2728@yandex.ru;

Эдуард Викторович Жалнин,
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Москва, Российская Федерация

Реферат. Современные методы контроля оценки качества работы зерноуборочных комбайнов во время испытаний осуществляются в режиме «укладка в валок». Показали актуальность аналогичной оценки в наиболее распространенном режиме «измельчение – разбрасывание» и разработки простого и надежного метода и технического средства для оценки потерь зерна в поле при работе комбайна. (*Цель исследования*) Разработать метод контроля потерь зерна за комбайном, работающим в режиме «измельчение – разбрасывание», с использованием опытного образца двухкамерного пробоотборника. (*Материалы и методы*) Предложили новую конструкцию опытного образца двухкамерного пробоотборника. Определили, что он обеспечивает раздельный сбор потерь зерна, допускаемых рабочими органами комбайна. Применили схему расстановки в поле ограниченного числа пробоотборников. Разработали метод отбора проб потерь зерна за рабочими органами комбайна с использованием разработанного пробоотборника. Применяемый метод контроля состоял в оценке результатов апробирования опытного образца двухкамерного пробоотборника на испытаниях зерноуборочного комбайна в режиме «измельчение – разбрасывание». (*Результаты и обсуждение*) Создали опытный образец двухкамерного пробоотборника, имеющего принципиально новую конструкцию. Предложили метод определения качества работы зерноуборочного комбайна. Получили графики распределения потерь зерна по ширине молотильно-сепарирующего устройства и по ширине разбрасывания, равной захвату жатки. (*Выводы*) Установили, что внедрение двухкамерного пробоотборника позволит проводить раздельный отбор проб последовательно за жаткой, молотилкой и измельчителем-разбрасывателем при исключении последовательного наложения погрешностей. Выявили, что предложенная схема отбора проб потерь зерна за рабочими органами комбайна обеспечит сокращение общего числа применяемых пробоотборников – не более 7 в каждой повторности независимо от ширины молотильно-сепарирующего устройства или жатки.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, потери зерна при уборке, ширина захвата жатки, двухкамерный пробоотборник, измельчитель-разбрасыватель соломы, испытания зерноуборочных комбайнов.

■ **Для цитирования:** Чаплыгин М.Е., Жалнин Э.В. Определение качества работы зерноуборочных комбайнов // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2019. Т. 13. №4. С. 71-76. DOI 10.22314.2073-7599-2019-13-4-71-76.

Determining the Performance Quality of Combine Harvesters Operating

Mikhail E. Chaplygin,
Ph.D.(Eng.), senior research engineer,
e-mail: misha2728@yandex.ru;

Eduard V. Zhalnin²,
Dr.Sc.(Eng.), professor,
chief research engineer

Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Moscow, Russian Federation

Abstract. Modern methods of monitoring the performance quality of combine harvesters during their testing are applied in a «swath laying» mode. The authors have shown the relevance of a similar assessment method used in the most common “crushing-and-spreading” mode and developed a simple and reliable method and a technical tool for assessing grain losses in the field during the combine harvester operation. (*Research purpose*) To develop a method for controlling grain loss of a combine harvester operating in a “chopping-and-spreading” mode using a two-chamber sampler prototype. (*Materials and methods*) The authors have proposed a new design of the prototype of a two-chamber sampler. They have proved that it ensures separate collection of the lost grain resulting from combine harvester units. A limited number of samplers were installed in the field and a method for sampling grain losses from working units of a combine harvester based on the developed sampler was applied. The applied method of control consists in evaluating the test results of a two-chamber sampler prototype during a combine harvester test in a

«chopping-and-spreading» mode. (*Results and discussion*) The authors have developed the prototype of a two-chamber sampler of a fundamentally new design. They offer a method for determining the performance quality of a combine harvester. They have obtained graphs of grain losses distribution across the width of a threshing-and-separating unit and the spreading width equal to the operating width of a header. (*Conclusion*) It has been established that the use of a two-chamber sampler will ensure separate sequential sampling behind a header, a threshing unit, and a chopping spreader, while excluding sequential overlapping of errors. It has been revealed that the proposed scheme for sampling a grain losses resulting from the working units of a combine harvester will reduce the total number of samplers used - no more than 7 in each replication, regardless of the width of a threshing-and-separating unit or a header.

Keywords: combine harvester, grain losses observed during harvesting, operating width of a header, two-chamber sampler, chopping spreader of straw, tests of combine harvesters.

For citation: Chaplygin M.E., Zhalnin E.V. Opredelenie kachestva raboty zernouoborochnykh kombaynov [Determining the performance quality of combine harvesters operating]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2019. Vol. 13. N4. 71-76 (In Russian). DOI 10.22314/2073-7599-2019-13-4-71-76.

Современные методы контроля оценки качества работы зерноуборочных комбайнов во время испытаний осуществляются в режиме «укладка в валок». Контроль качества работы в наиболее распространенном режиме «измельчение – разбрасывание» позволяет оценить потребительские свойства комбайна.

Согласно ГОСТ 28301-2015, при оценке потерь зерна в зоне прохода корпуса комбайна пробы отбирают в пробоотборники, установленные за жаткой движущегося комбайна и далее – за молотильно-сепарирующим устройством (МСУ) [1, 2]. Потери за МСУ определяют вычитаем потерь за жаткой из полученного суммарного значения. Однако высокая вариабельность потерь за жаткой по направлению прохода комбайна повышает погрешность определения потерь через МСУ [3-7]. Для повышения точности целесообразно прямое измерение потерь через МСУ по результатам непосредственного (отдельного) отбора проб за МСУ. Тем более что допустимые значения потерь за жаткой и МСУ регламентированы отдельно (соответственно 0,5 и 1,5%), и жатка является отдельным, самостоятельным объектом испытаний [8-11]. Для отбора потерь через измельчитель можно размещать пробоотборники сразу после прохода жатки (при оценках вне полосы прохода корпуса комбайна) и сразу после прохода задних колес комбайна – в полосе прохода корпуса комбайна. Однако промежуток времени между проходом жатки и проходом измельчителя-разбрасывателя (с поступлением на высокой скорости травмоопасных измельченных продуктов обмолота) небольшой – несколько секунд, что затрудняет практическое применение указанных способов.

Цель исследования – разработать метод контроля потерь зерна за комбайном, работающим в режиме «измельчение – разбрасывание», с использованием опытного образца двухкамерного пробоотборника.

Материалы и методы. До прохода комбайна двухкамерные переключаемые пробоотборники нового

типа установили в хлебостой. Принцип их действия заключается в том, что первая приемная камера изначально открыта на прием потерь при проходе жатки. После прохода жатки первая камера перекрывается. Одновременно открывается вторая приемная камера, куда поступают потери от МСУ, то есть после очистки, а затем на выходе из измельчителя. За пределами прохода корпуса комбайна в первую приемную камеру поступают потери от жатки, во вторую – потери, прошедшие через измельчитель. Из вышеизложенного следует, что раздельный (за каждым рабочим органом комбайна) отбор проб потерь имеет несколько преимуществ:

- исключение наложения погрешностей при вычитании значений потерь, собранных в одну емкость после прохождения через рабочие органы;

- закономерное распределение потерь по ширине МСУ и по ширине разбрасывания, что позволит установить меньше пробоотборников и упростить процесс оценки потерь зерна при испытаниях комбайна.

Результаты и обсуждение. Схема расположения и число устанавливаемых пробоотборников для определения потерь зерна. В полосе прохода корпуса комбайна рекомендуется устанавливать два пробоотборника симметрично оси прохода комбайна на расстоянии 0,6 ширины МСУ (Патент РФ №2617349) и два пробоотборника в зоне разбрасывания, за пределами прохода корпуса и колес комбайна на расстоянии 0,54 ширины жатки (рис. 1).

Важно отметить, что двухкамерные пробоотборники установлены в зонах средних значений распределения потерь. Как и в стандартизованном методе отбора потерь, предусмотрено не менее трех повторностей опыта, что обеспечивает получение достоверных результатов. Расположение пробоотборников по оси прохода комбайна необходимо для нахождения аппроксимирующих кривых как для оценки потерь очисткой, так и для оценки потерь через разбрасыватель.

Рассмотрим порядок отбора проб с применением двухкамерных пробоотборников.

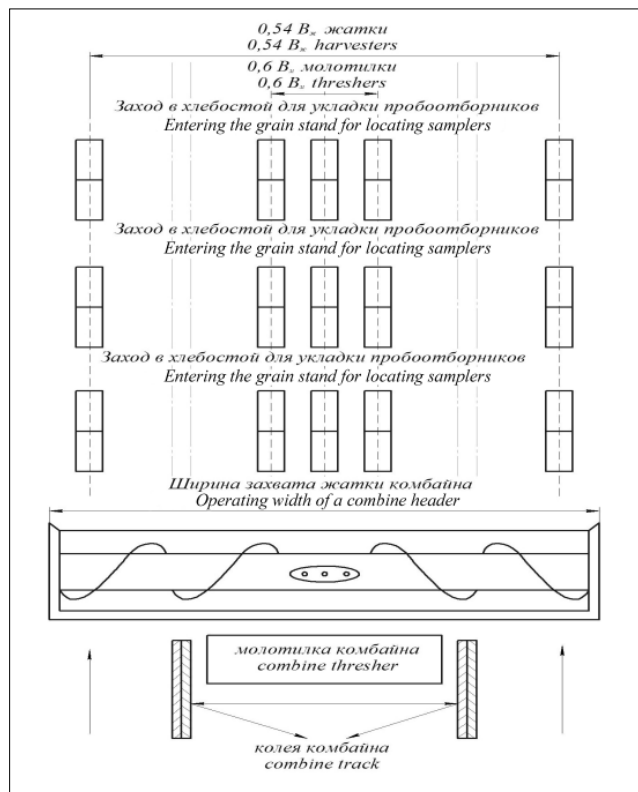


Рис. 1. Схема расстановки двухкамерных пробоотборников для отбора проб в трехкратной повторности

Fig. 1. Plan of arranging two-chamber samplers for triplicate sampling

При установке в междурядья перед проходом жатки оставляют открытой одну из камер пробоотборников 1 и 5, а у пробоотборников 2, 3 и 4 обе камеры закрыты (рис. 2).

После прохода жатки и поступления потерь в открытые камеры пробоотборников 1 и 5 закрываются.

Положение камер пробоотборников по стадиям прохода комбайна Position of sampler chambers according to the stages of combine runs	Зоны потерь Zones of losses				
	Левая Left	Зона прохода корпуса комбайна Zone of the combine case run			Правая Right
	Номер пробоотборника Sampler number				
	1	2	3	4	5
При установке (до прохода комбайна) At installation (before the combine run)	Ж				Ж
Перед выходом потерь из очистки Before the coming out of losses from the cleaning system	Потери не поступают Losses do not come out	О	О	О	Потери не поступают Losses do not come out
Перед выходом потерь из измельчителя- разбрасывателя Before the coming out of losses from a chopping spreader	И-Р	И-Р	И-Р	И-Р	И-Р

Рис. 2. Схема отбора проб двухкамерными пробоотборниками: Ж – жатка; О – очистка; И-Р – измельчитель-разбрасыватель

Fig. 2. Sampling pattern based on two-chamber samplers:

Ж – header; О – cleaning; И-Р – chopping spreader

Одновременно открываются свободные камеры этих пробоотборников.

У пробоотборников 2, 3 и 4 открывают первые камеры. После приема потерь от очистки их закрывают. Одновременно открывают свободные камеры для приема потерь от измельчителя-разбрасывателя. От измельчителя-разбрасывателя потери зерна поступают в свободные камеры всех пробоотборников (1, 2, 3, 4 и 5).

После прохода измельчителя-разбрасывателя продукты обмолота извлекают из каждой камеры в отдельности, отделяют зерно от примесей, взвешивают и фиксируют результаты в журнале.

Порядок определения показателей потерь. Потери за жаткой в каждой повторности определим путем отбора проб и нахождения их среднего значения из камер пробоотборников Ж1 и Ж5 (рис. 2).

По результатам отбора проб потерь зерна и их взвешивания можно найти среднее арифметическое значение потерь: $\bar{P}_ж$, г: $\bar{P}_ж = \bar{P}_{ж1} + \bar{P}_{ж5}$.

Общие потери, $P_ж$, г, за жаткой вычислим по формуле:

$$P_{жс} = \frac{\bar{P}_{жс}}{v_{пр}} \cdot B_{жс},$$

где $v_{пр}$ – ширина пробоотборника, м;

$B_{жс}$ – ширина захвата жатки, м.

Чтобы найти общие потери при прохождении МСУ, суммируем потери зерна за очисткой и после измельчителя-разбрасывателя. Расположение пробоотборников 2, 3 и 4 по ширине МСУ обозначены на графике точками (рис. 3). Нулевому значению на оси x соответствует левый край корпуса комбайна или ширины молотилки.

Подставляя в уравнение аппроксимирующей кривой значения точек, соответствующих серединам интервалов по шкале x, получаем 6-8 значений потерь

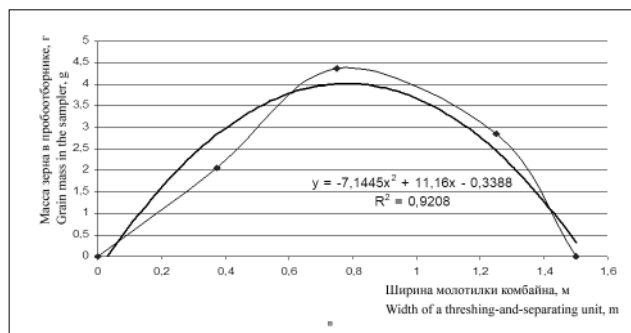


Рис. 3. Распределение потерь зерна по ширине молотильно-сепарирующего устройства

Fig. 3. Distribution of grain losses across the width of a threshing-and-separating unit

зерна по ширине МСУ, для которых вычислим среднее

$$\bar{P}_o = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n},$$

где P_i – значения потерь зерна в i -ой точке по ширине молотилки, г;

n – принятое число точек (6-8).

Затем вычислим массу потерь после ветро-решетной очистки, P_o , г:

$$P_o = \frac{\bar{P}_o}{6_{np}} \cdot B_{MCY},$$

где B_{MCY} – ширина молотильно-сепарирующего устройства, м.

По результатам отбора проб потерь зерна и их взвешивания определим удельную массу потерь от воздушно-решетной очистки в расчете на 1 м ширины захвата жатки, q_o , г/м:

$$q_o = \frac{P_o}{B_{ж}}.$$

Чтобы вычислить потери зерна при прохождении через измельчитель-разбрасыватель, пробоотборники располагают по ширине разбрасывания (жатки). Нулевая точка отсчета горизонтальной шкалы соответствует левому краю хлебостоя (рис. 4). Потери в каждой повторности (P_p) определяют по результатам учетного прохода комбайна путем нахождения их значений в камерах пяти пробоотборников (P_1 - P_5).

Подставляя значения точек, соответствующих серединам интервалов, в уравнение аппроксимирующей кривой, получаем семь значений потерь зерна че-

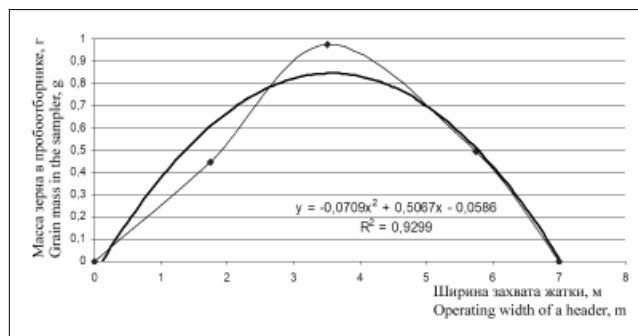


Рис. 4. Распределение потерь зерна по ширине разбрасывания (захвата жатки)

Fig. 4. Distribution of grain losses along the spreading width (the operating width of a header)

рез разбрасыватель по ширине жатки.

Найдем среднее значение потерь через измельчитель-разбрасыватель на каждом метре ширины жатки, $\bar{P}_p$, г:

$$\bar{P}_p = \frac{\sum_{i=1}^n P_{p_i}}{n_i},$$

где P_{p_i} – значения потерь в i -ой точке, г;

n_i – принятое число точек.

Определим потери за измельчителем-разбрасывателем, P_p , г:

$$P_p = \frac{\bar{P}_p}{6_{np}} \cdot B_{ж}.$$

Общие потери за молотилкой комбайна в каждой повторности равны: $P_{MCY} = P_o + P_p$.

Тогда суммарные потери за жаткой и МСУ составляют: $P_{общ} = P_{ж} + P_{MCY}$.

Вычислим удельную массу потерь зерна в расчете на единицу площади для жатки и МСУ, г/м²:

$$q_{y\partial}^{ж} = \frac{P_{ж}}{L_{np} \cdot B_{ж}};$$

$$q_{y\partial}^{MCY} = \frac{P_{MCY}}{L_{np} \cdot B_{MCY}},$$

где L_{np} – длина пробоотборника, м.

Суммируя эти значения, найдем удельную массу потерь за комбайном, г/м²:

$$q_{y\partial} = q_{y\partial}^{ж} + q_{y\partial}^{MCY}.$$

Массовая доля соответствующих потерь в пересчете на урожайность составит:

$$\Delta q_{ж} = \frac{10^3 \cdot q_{y\partial}^{ж}}{Y_3};$$

$$\Delta q_{MCY} = \frac{10^3 \cdot q_{y\partial}^{MCY}}{Y_3},$$

где Y_3 – урожайность зерна, т/га.

Устройство для раздельного сбора потерь зерна, допускаемых составными частями зерноуборочного комбайна. Разработанный двухкамерный пробоотборник (далее пробоотборник) для сбора потерь зерна (Патент РФ №171483) содержит следующие конструктивные элементы (рис. 5). Корпус выполнен в виде цилиндрической пластиковой трубы диаметром 100 мм. Сверху вырезаны два прямоугольных окна одинаковой длины, предназначенные для сбора потерь (за жаткой и МСУ).

Пробозаборные окна изолированы друг от друга в средней части цилиндрической пластиковой перегородкой, а с краев – цилиндрическими пластиковыми заглушками, соединенными с корпусом посредством клея и шурупов.

Над прямоугольным окном с возможностью перемещения вдоль корпуса установлена сферическая крышка, длина которой превышает длину одного окна. С одного конца сферической крышки с внутренней стороны закреплен конец пружины растяжения. Второй конец проходит через вырезанное сверху в пластиковой перегородке отверстие. Оба конца крепятся к цилиндрическим пластиковым заглушкам кронштейнами. Сферическая крышка с пазами перемещается вдоль корпуса по штифтам, запрессованным в отверстия корпуса. На штифтах установлены поддерживающие планки, зафиксированные двумя

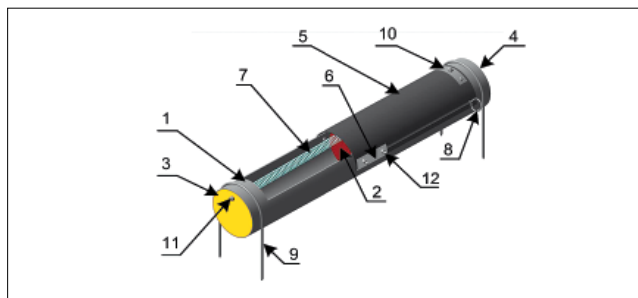


Рис. 5. Общий вид двухкамерного пробоотборника

1 – корпус; 2 – цилиндрическая пластиковая перегородка; 3, 4 – цилиндрическая пластиковая заглушка; 5 – сферическая крышка; 6 – поддерживающие планки; 7 – пружина; 8 – фиксирующая шпилька; 9 – металлические штыри; 10, 11 – кронштейны; 12 – штифты

Fig. 5. General view of a two-chamber sampler

1 – a case, 2 – a cylindrical plastic partition, 3, 4 – a cylindrical plastic cap, 5 – a spherical cover, 6 – supporting levels, 7 – a spring, 8 – a fixing stud, 9 – metal plugs, 10, 11 – arms, 12 – pins

гайками с зазором таким образом, чтобы сферическая крышка могла свободно перемещаться под действием пружины. Металлические штыри в виде полукруглых скоб предназначены для фиксации пробоотборника на поверхности.

Технологический процесс сбора потерь зерна предлагаемым пробоотборником за зерноуборочным комбайном заключается в следующем.

До прохода комбайна пробоотборник устанавливают в междурядье хлебостоя в направлении движения от открытого к закрытому окну вне зоны прохода колес и закрепляют по краям полукруглыми металлическими штырями, вдавливая их в грунт (рис. 6).

Преодолевая усилие растяжения пружины, крышку переводят в крайнее положение, противоположное заглушке, и фиксируют ее с помощью шпильки.

Шнур от шпильки располагают на поверхности земли, крайний свободный конец выводят на скошенный хлебостой (за пределы ширины предстоящего прохода жатки комбайна).

При проходе комбайна над установленным пробоотборником в его открытую половину просыпаются потери зерна от жатки. Окно остается открытым до того момента, пока жатка полностью не пройдет над устройством.



Рис. 6. Пробоотборник в междурядье озимой пшеницы

a – с закрепленными металлическими фиксирующими штырями; b – с открытым вторым отсеком, наполненным потерями от молотилки

Fig. 6. A sampler located in a row-spacing of winter wheat

a – with fixing metal plugs; b – with an open second compartment filled with losses coming from a threshing-and-separating unit

После прохода режущего аппарата жатки с помощью шнура фиксирующую шпильку выдергивают. Под действием пружины сферическая крышка перемещается в противоположную сторону, перекрывая сверху первый отсек, содержащий потери за жаткой, и открывает второй отсек для приема потерь за МСУ.

После прохода комбайна и заполнения второго отсека из обоих отсеков пробоотборника поочередно извлекают потери в разные емкости, очищают, взвешивают и определяют массовую долю потерь зерна за жаткой и МСУ для последующего сравнения с допустимыми значениями потерь.

Выводы. Разработанный двухкамерный переключаемый пробоотборник, устанавливаемый в междурядье хлебостоя до прохода комбайна, обеспечивает отдельный отбор проб последовательно за жаткой и измельчителем-разбрасывателем или за ветро-решетной очисткой и измельчителем-разбрасывателем, исключая наложение погрешностей.

Предложенная схема отбора проб потерь зерна за рабочими органами комбайна дает возможность применять ограниченное число пробоотборников – не более 7 в каждой повторности, независимо от ширины МС или жатки (разбрасывания).

При испытаниях жаток или комбайнов в условиях одного поля с целью получения наиболее достоверных оценок потерь целесообразно выполнение заведомо большего числа повторностей с последующим исключением наименьшего и наибольшего значений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чаплыгин М.Е. Определение качества работы зерноуборочных комбайнов при испытаниях с применением резиновых пробоотборников // *Техника и оборудование для села*. 2016. №11. С. 16-18.
2. Чаплыгин М.Е., Бондаренко Е.В., Белик М.А. Уборка на отлично // *Агробизнес*. 2014. №6. С. 82-84.
3. Чаплыгин М.Е., Белик М.А. Качество измельчения и распределения листостебельной массы при уборке кукурузы на зерно // *Техника и оборудование для села*. 2014. №2.

С. 27-29.

4. Скорляков В.И. Совершенствование оценок зерноуборочных комбайнов с измельчителями соломы // *Техника и оборудование для села*. 2015. №11. С. 15-18.
5. Васильев Д.И. Оперативный контроль потерь зерна за комбайнами // *Технологии и комплексы машин для уборки зерновых культур и семенников трав в Сибири*. Новосибирск. 1989. С. 34-38.
6. Артемов В.Е. О снижении механического травмирования

ния комбайнами // *Тракторы и сельхозмашины*. 2014. №6. С. 28-30.

7. Пугачев А.Н. Контроль качества уборки зерновых культур. М.: Колос. 1980. 255 с.

8. Ерохин Г.Н., Саяпин В.А., Жданов В.Н. Оценка методов определения потерь зерна за молотилкой зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации // *Механизация и автоматизация технологических процессов в агропромышленном комплексе*. 1989. Ч. 4. С. 58.

9. Жалнин Э.В. Стратегия перспективного развития механизации уборки зерновых культур // *Тракторы и сельхозмашины*. 2004. №9. С. 3-16.

10. Пляка В.И. Методика определения показателей качества работы молотилки зерноуборочного комбайна // *Развитие механизации растениеводства и животноводства*. МГАУ. 2000. С. 70-71.

11. 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.

REFERENCES

1. Chaplygin M.E. Opredelenie kachestva raboty zernoubo-rochnykh kombaynov pri ispytaniyakh s primeneniem rezi-novykh probootbornikov [Determining the performance qual-ity of combine harvesters in tests based on rubber samplers]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2016. N11. 16-18 (In Rus-sian).

2. Chaplygin M.E., Bondarenko E.V., Belik M.A. Uborka na otlichno [Excellent harvesting results]. *Agrobiznes*. 2014. №6. 82-84 (In Russian).

3. Chaplygin M.E., Belik M.A. Kachestvo izmel'cheniya i raspredeleniya listostebel'noy massy pri uborke kukuruzy na zerno [Quality of leaf-stem mass chopping and spreading when harvesting corn for grain]. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2014. N2. 27-29 (In Russian).

4. Skorlyakov V.I. Sovershenstvovanie otsenok zernoubo-rochnykh kombaynov s izmel'chatelyami solomy [Improving the performance estimates of combine harvesters equipped with straw choppers]. *Tekhnika i oborudovaniye dlya sela*. 2015. N11. 15-18 (In Russian).

5. Vasil'ev D.I. Operativnyy kontrol' poter' zerna za kombay-nami [Operational control of grain losses resulting from com-bine harvesters]. *Tekhnologii i komplekсы mashin dlya uborki zernovykh kul'tur i semennikov trav v Sibiri*. Novosibirsk. 1989. 34-38 (In Russian).

6. Artemov V.E. O snizhenii mekhanicheskogo travmirovani-ya kombaynami [On ways of reducing mechanical injuries from combine harvesters]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2014. №6. 28-30 (In Russian).

7. Pugachev A.N. Kontrol' kachestva uborki zernovykh kul'tur [Quality control of grain harvesting]. Moscow: Kolos. 1980. 255 (In Russian).

8. Erokhin G.N., Sayapin V.A., Zhdanov V.N. Otsenka met-odov opredeleniya poter' zerna za molotilkoy zernoubo-rochnykh kombaynov v usloviyakh real'noy ekspluatatsii [Evaluation of methods for determining grain losses resulting from the actual operation of combine harvester threshers]. *Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya tekhnologicheskikh protsessov v agropromysh-lennoy komplekse*. 1989. Part 4. 58 (In Russian).

9. Zhalnin E.V. Strategiya perspektivnogo razvitiya mekhani-zatsii uborki zernovykh kul'tur [Strategy for further develop-ment of grain harvesting mechanization]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2004. №9. 3-16 (In Russian).

10. Plyaka V.I. Metodika opredeleniya pokazateley kachestva raboty molotilki zernoubo-rochnogo kombayna [Methodology for determining quality indicators of the operation of a combine harvester thresher]. *Razvitie mekhanizatsii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. MGAU. 2000. 70-71 (In Russian).

11. Zhalnin E.V., Tsench Yu.S., P'yanov V.S. Metodika analiza tekhnicheskogo urovnya zernoubo-rochnykh kombaynov po funktsional'nym i konstruktivnym parametram [Methods of analysis of the technical level of combine harvesters on functional and structural parameters]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii*. 2018. Vol. 12. N2. 4-8 (In Russian).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии кон-фликта интересов.

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

Статья поступила в редакцию 03.04.2019
The paper was submitted
to the Editorial Office on 03.04.2019

Статья принята к публикации 25.05.2019
The paper was accepted
for publication on 25.05.2019