ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

*И. В. Коношин, канд. техн. наук, доцент; Р. А. Булавинцев, канд. техн. наук, доцент;
А. В. Волженцев, канд. техн. наук, доцент; М. Р. Михайлов, канд. техн. наук, доцент;
А. В. Звеков, ст. преподаватель*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный аграрный университет имени Н. В. Парахина»,
Россия, т. 8-910-306-29-89, e-mail: iwanogau@yandex.ru;
т. 8-903-880-00-34, e-mail: zvekoff@mail.ru

Уборка урожая, в том числе и зерновых культур, наиболее ответственный и ресурсозатратный этап производства продукции растениеводства. Поэтому решение вопросов по совершенствованию технологии уборки зерновых культур на данный момент является актуальной тематикой.

Целью представленных в статье исследований является повышение эффективности технологии уборки зерновых культур за счет увеличения основного (оперативного) времени работы зерноуборочной техники без кардинального изменения ее конструкции и состава.

Результатом проведенных исследований является аналитическое, теоретическое и практическое обоснование эффективности применения в технологии уборки зерновых культур безостановочной выгрузки комбайна в транспортные средства, что позволит, в зависимости от вида и урожайности культуры:

- увеличить основное время работы T_o в среднем на 14-14,7 %;
- обеспечить исключение или устранение участков с неравномерным распределением измельченной соломы.

В перспективе безостановочная выгрузка комбайна может быть рекомендована к использованию при эксплуатации беспилотных комбайнов.

Ключевые слова: ресурсосберегающие технологии в растениеводстве, зерновые культуры, уборка зерновых культур, комбайн, выгрузка зерна.

Введение

Принципиальную основу ресурсосберегающих технологий составляет совокупность технических средств и процессов, обеспечивающих производство продукции с минимально возможным потреблением топлива и других источников энергии, а также сырья, материалов, воздуха, воды и прочих ресурсов для технологических целей, что, в свою очередь, требует постоянного совершенствования имеющихся, а порой и разработки новых технологий производства.

Актуальность вопросов технологического совершенствования и переоснащения производства продукции растениеводства диктуется такими проблемами отрасли, как постоянно увеличивающиеся затраты на производимую продукцию из-за применения многооперационных технологий ее производства, старение и снижение количественного состава парка зерноуборочных комбайнов, приводящее к нагрузке на единицу техники, и как следствие, потерям из-за нарушения агротехнологических сроков уборки урожая в случае возникновения

отказов, постоянный рост цен на энергоносители, сельскохозяйственную технику, минеральные удобрения, средства защиты растений и услуги, оказываемые сельхозтоваропроизводителями, при сравнительно низких ценах на производимую продукцию [2-6, 8-18].

Уборка урожая, в том числе и зерновых культур – наиболее ответственный этап производства продукции растениеводства. Конечно же, чтобы вырастить урожай требуются большие затраты труда, энергии и технических ресурсов, но и уборка урожая без потерь и с минимальными затратами – задача далеко не из легких. Потери во многом определяются сроками и продолжительностью уборки урожая, а также спелостью зерна во время уборки, которая, в первую очередь, характеризуется его влажностью. Чтобы максимально сохранить питательные свойства колосовых культур и обеспечить при этом минимальные потери, зерно убирают в фазах восковой и полной спелости. Таким образом, сроки уборки зерновых культур весьма и весьма ограничены.

Отметим также, что возможности всех существующих конструкций современных зерноуборочных комбайнов практически достигли вершины своего технического совершенства. Разумеется, имеется еще множество резервов для повышения их производительности, но для их реализации требуются серьезные и кардинальные изменения в конструкции уборочной техники.

Следовательно, на данном этапе необходимо совершенствовать методы и способы использования уже существующих моделей зерноуборочной техники и средств транспортировки убранных урожаев через правильную организацию их работы.

В связи с этим в статье представлены результаты практических исследований по совершенствованию технологии уборки зерновых культур на примере имеющихся технических средств, проведенные сотрудниками кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВО Орловский ГАУ на полях научно-образовательного производственного центра (НОПЦ) «Интеграция» ФГБОУ ВО Орловский ГАУ в 2018 г.

Цель исследований – повышение эффективности технологии уборки зерновых культур с точки зрения ресурсосбережения.

Задача исследований – разработка и обоснование практических рекомендаций по совершенствованию технологии уборки зерновых культур без кардинального изменения конструкции и состава технических средств.

Методы и материалы

Объектом исследования были приняты технические средства уборки и транспортировки зерна озимой пшеницы:

- зерноуборочный комбайн JohnDeere 9560;
- трактор МТЗ 1221 «Беларус» + прицеп 2 ПТС-9.

Предмет исследования – повышение эффективности функционирования выбранных объектов через организацию технологического процесса уборки и транспортировки зерна.

Методы исследования – фотохронометраж.

Условия исследований: прямое комбайнирование.

Показатели сравнительной оценки базовой и предлагаемой технологий уборки

зерновых культур: T_O – основное (оперативное) время работы; $T_{ПЕР}$ – время переезда комбайна с поля, базы хозяйства, места временной стоянки на поле и обратно и др.

В базовой технологии уборки зерновых культур прямым комбайнированием имеет место следующая последовательность и продолжительность выполнения операций (нормативные составляющие по элементам времени смены) [2-6, 9-18]:

1. Проведение ежедневного технического обслуживания комбайна, получение наряда в начале работы и сдача агрегата в конце смены в течение времени $T_{НПЗ}$;

2. Переезд комбайна с поля, базы хозяйства, места временной стоянки на поле и обратно в течение времени $T_{ПЕР}$;

3. Обмолот культуры (рис. 1, а) до момента наполнения бункера в течение основного времени работы T_O . При этом проводится так называемая отбивка загонов;

4. Выполнение маневров, связанных с поворотами, разворотами, выездами из загона (рис. 1, б и в) для исключения создания помех другим комбайнам, движущимся в звене и ожидание транспортного средства для выгрузки в течение времени $T_{ПОВ}$;

5. Обслуживание агрегата на загоне, связанное с настройками комбайна, либо устранения мелких непредвиденных неисправностей, $T_{ОБС}$;

6. Остановка комбайна на личные надобности $T_{ОТЛ}$ и отдых $T_{ОТД}$ исполнителя;

7. Выгрузка комбайна в течение времени $T_{ВЫГ}$.

Таким образом, время смены $T_{СМ}$, ч, по нормативным показателям составит

$$T_{СМ} = T_O + T_{НПЗ} + T_{ПЕР1} + T_{ПЕР2} + T_{ПОВ} + T_{ОТЛ} + T_{ОТД} + T_{ОБС} + T_{ВЫГ} \quad (1)$$

где T_O – основное (оперативное) время работы, ч; $T_{НПЗ}$ – время ежедневного технического обслуживания комбайна, получение наряда в начале работы и сдачи агрегата в конце смены, ч; $T_{ПЕР1}$ – время переезда комбайна с базы хозяйства, места временной стоянки на поле и обратно, ч; $T_{ПЕР2}$ – время внутрисменного переезда комбайна с делянки на делянку, ч; $T_{ОБС}$ – время обслуживания агрегата на загоне, ч; $T_{ОТЛ}$ – время на личные надобности исполнителя, ч; $T_{ОТД}$ – время на отдых исполнителя, ч; $T_{ПОВ}$ – время выполнения поворотов, ч; $T_{ВЫГ}$ – время выгрузки комбайна, ч.

Рис. 1. Схемы движения техники при уборке зерновых культур:
а – схема движения звена комбайнов в загоне при уборке с/х культур; б, в – схемы выезда комбайна для выгрузки; г – схема выгрузки комбайна на ходу; 1 – загон; 2, 3 – комбайны;
4 – измельченная солома; 5 – измельченная солома после остановки комбайна;
6 – транспортное средство

При этом основное время работы T_O , ч, определяется как

$$T_O = \frac{T_{CM}}{1} \frac{T_{НПЗ}}{ПОВ} \frac{T_{ОТЛ}}{ВЫГ} \frac{T_{ОБС}}{ПЕР2} \frac{T_{ПЕР1}}{ПЕР2}, \quad (2)$$

где $t_{ПОВ}$ – коэффициент поворотов комбайна; $t_{ВЫГ}$ – коэффициент выгрузки комбайна; $t_{ПЕР2}$ – коэффициент внутрисменного переезда комбайна с делянки на делянку.

Коэффициент поворотов $t_{ПОВ}$ рассчитывается по формуле

$$ПОВ = \frac{t_{ПОВ}}{3,6} \frac{v_P}{L}, \quad (3)$$

где $t_{ПОВ}$ – время одного поворота комбайна, сек; v_P – рабочая скорость комбайна, км/ч; L – длина гона, м.

Коэффициент выгрузки $t_{ВЫГ}$ рассчитывается по формуле

$$ВЫГ = \frac{Y_{CP}}{60} \frac{t_{ВЫГ}}{V_B}, \quad (4)$$

где Y_{CP} – средняя урожайность культуры, ц/га; ω – производительность комбайна за час основного времени, га/ч; $t_{ВЫГ}$ – время одной выгрузки комбайна, мин; V_B – объем бункера комбайна, м³; γ – насыпная плотность зерна, ц/м³; ϕ – коэффициент использования емкости бункера.

Здесь, производительность комбайна за час основного времени ω , га/ч

$$\omega = 0,1 \times B_P \times v_P.$$

При этом рабочая скорость комбайна v_P , км/ч, определяется как

Результаты теоретического расчета нормативных показателей времени смены при работе комбайна JohnDeere 9560 (прямое комбайнирование озимой пшеницы)

Средняя урожайность U_{CP} , ц/га	Технологический показатель комбайна		Показатель времени смены								
	Рабочая скорость комбайна V_P , км/ч	Производительность комбайна за час основного времени ω , га/ч	Коэффициент поворотов комбайна $T_{ПОВ}$	Время поворотов комбайна $T_{ПОВ}$, ч	Коэффициент внутрисменного переезда комбайна $T_{ПЕР2}$	Время переезда комбайна $T_{ПЕР2}$, ч	Коэффициент выгрузки комбайна $T_{ВЫГ}$	Время выгрузки комбайна $T_{ВЫГ}$, ч	Время переезда комбайна с базы хозяйства, места временной стоянки на поле и обратно $T_{ПЕР1}$, ч	Основное время работы T_O , ч	Время смены $T_{СМ}$, ч
30*	5,63	4,32	0,080	0,346	0,006	0,026	0,159	0,687	0,617	4,32	7
	5,63	4,32	0,080	0,382	0,006	0,029	0,159	0,758	0,067	4,77	7
	5,63	4,32	0,080	0,396	0,006	0,030	0	0	0,617	4,96	7
	5,63	4,32	0,080	0,437	0,006	0,033	0	0	0,067	5,46	7
40	4,22	3,24	0,067	0,293	0,005	0,022	0,158	0,692	0,617	4,38	7
	4,22	3,24	0,067	0,323	0,005	0,024	0,158	0,762	0,067	4,82	
	4,22	3,24	0,067	0,336	0,005	0,025	0	0	0,617	5,02	7
	4,22	3,24	0,067	0,371	0,005	0,028	0	0	0,067	5,54	7
50*	3,38	2,60	0,054	0,241	0,004	0,018	0,148	0,731	0,617	4,46	7
	3,38	2,60	0,054	0,266	0,004	0,020	0,148	0,728	0,067	4,92	7
	3,38	2,60	0,054	0,275	0,004	0,020	0	0	0,617	5,09	7
	3,38	2,60	0,054	0,302	0,004	0,022	0	0	0,067	5,61	7

* Теоретические значения

$$v_P \frac{10}{B_P} \frac{\Theta_{ОПТ}}{U_3} Z_0,$$

где $\Theta_{ОПТ}$ – оптимальная пропускная способность молотилки комбайна, кг/сек; Z_0 – содержание зерна в хлебной массе (в долях единицы); $B_P = \beta \times B_K$ – рабочая ширина захвата жатки, м; β – коэффициент использования конструктивной ширины захвата жатки; B_K – конструктивная ширина захвата жатки, м; U_{CP} – урожайность культуры, ц/га.

Коэффициент внутрисменного переезда комбайна $T_{ПЕР2}$ рассчитывается по формуле

$$T_{ПЕР2} = \frac{L_{ПЕР2}}{F_{CP} \cdot v_{ТР}}, \quad (5)$$

где $L_{ПЕР2}$ – расстояние внутрисменного переезда с делянки на делянку, км; ω – производительность комбайна за час основного времени, га/ч; $v_{ТР}$ – скорость переезда комбайна с делянки на делянку, км/ч; F_{CP} – площадь поля, га.

Таким образом, другие элементы оперативного времени смены ($T_{ПОВ}$, $T_{ПЕР}$, $T_{ВЫГ}$), ч, определяются как:

$$T_{ПОВ} = t_{ПОВ} \times T_O;$$

$$T_{ПЕР2} = t_{ПЕР2} \times T_O;$$

$$T_{ВЫГ} = t_{ВЫГ} \times T_O.$$

Анализируя формулы (1) и (2), наибольшую перспективность с точки зрения совершенствования технологии, т. е. увеличения основного времени T_O по нашему мнению имеет сокращение следующих составляющих:

- времени $T_{ПЕР}$ переезда комбайна с поля, базы хозяйства, места временной стоянки на поле и обратно за счет организации временных стоянок техники в непосредственной близости от места уборки. Разумеется, такой технологический прием давно показал свою эффективность и в статье приводится в качестве сравнительного показателя. При проведении исследований в НОПЦ «Интеграция» организация временных стоянок в полях, наиболее удаленных от базы хозяйства позволило увеличить основное время работы T_O в среднем на 10,2 %;

- времени $T_{ВЫГ}$ выгрузки комбайна за счет применения безостановочной выгрузки комбайна в транспортные средства (рис. 1, а). Необходимо отметить, что многие европейские предприятия достаточно давно используют данную технологию и доказали ее эффективность [19].

Однако в России технология выгрузки на ходу распространена незначительно по

следующим «объективным» с точки зрения специалистов в области производства и эксплуатации зерноуборочной техники причинам:

- использование многими сельхозпредприятиями талонной системы учета выгруженного комбайнером урожая, в результате которой требуется остановка для обмена отчетными документами [19]. Решению данного вопроса должно способствовать использование систем навигации и датчиков контроля веса;

- не все поля имеют правильную прямоугольную форму и длину гона более 300 м. Данная проблема решается правильной отбивкой загонов и временным отключением выгрузки при изменении прямолинейного движения комбайна и транспортного средства;

- возможность опасного сближения комбайна и транспортного средства при движении [19], что не является проблемой при достаточной квалификации операторов, тем более что данная операция является обычной при уборке кукурузы на силос;

- возрастание нагрузки на двигатель комбайна при включении привода механизма выгрузки зерна. Однако, при разгрузке нагрузка на двигатель уменьшается за счет уменьшения зерна в бункере.

- не рекомендуется производить запуск в работу приводов сельскохозяйственной техники, в том числе зерноуборочных ком-

байнов, на высоких оборотах из-за возможности выхода их из строя. Тем не менее, заложенный в сельхозтехнике запас эксплуатационной надежности [1, 7, 20] позволяет производить многократный запуск отдельных механизмов приводов (жатки, выгрузки) комбайна без риска быстрого выхода их из строя.

Результаты

В качестве обоснования представленных аналитических утверждений приводим значения составных показателей времени смены работы комбайна JohnDeere 9560 при прямом комбайнировании поля пшеницы с длиной гона 350 м и урожайностях культур (озимая пшеница) 30, 40 и 50 ц/га (таблица).

Заключение

Результаты исследований показали, что организация безостановочной выгрузки комбайна в транспортные средства по схеме на рис. 1 а позволит, в зависимости от вида и урожайности культуры:

- увеличить основное время работы T_o в среднем на 14-14,7 %;

- обеспечить исключение или устранение участков с неравномерным распределением измельченной соломы.

В перспективе безостановочная выгрузка комбайна может быть рекомендована к использованию при эксплуатации беспилотных комбайнов.

Литература

1. Водолазская, Н. В. Надежность и эксплуатация технических систем: монография / Н. В. Водолазская, С. В. Стребков. – Белгород: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2017. – 151 с.
2. Гольцяпин, В. Я. Зерноуборочные комбайны: производительность, качество работы, расход топлива / В. Я. Гольцяпин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1998. – № 8. – С. 7-10.
3. Доронин, Е. Ф. Зерноуборочные комбайны и их производительность / Е. Ф. Доронин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2007. – № 4. – С. 41-43.
4. Елисеев, А. Г. Анализ сельскохозяйственной техники. Зерноуборочные и кормоуборочные комбайны / А. Г. Елисеев, М. Н. Костомахин // Сельскохозяйственная техника: обслуживание и ремонт. – 2013. – № 9. – С. 20-28.
5. Калашникова, Н. В. Современные зерноуборочные комбайны: учебное пособие / Н. В. Калашникова, Р. А. Булавинцев, Ю. А. Юдин, А. М. Полохин. – Орел: Орловский ГАУ, 2011. – 327 с.
6. Козлов, А. В. Приводы измельчителя соломы для зерноуборочного комбайна ДОН-1500 / А. В. Козлов // Поколение будущего: взгляд молодых ученых – 2018: сборник научных статей 7-й Международной молодежной научной конференции. – 2018. – С. 221-224.
7. Корнев, О. С. О тенденциях повышения эксплуатационной надежности сельскохозяйственной техники / О. С. Корнев, Н. В. Водолазская // Молодёжный аграрный форум: материалы международной студенческой научной конференции. – п. Майский: ФГБОУ ВО Белгородский ГАУ, 2018. – Т. 2. – С. 105.
8. Михайлов, М. Р. Оптимизация использования зерноуборочных комбайнов по параметрам надежности / М. Р. Михайлов, А. А. Жосан // Технология колесных и гусеничных машин. – 2014. – № 3. – С. 17-27.
9. Ожерельев, В. Н. Зерноуборочные комбайны / В. Н. Ожерельев, В. В. Никитин. – Брянск: БГАУ, 2016. – 252 с.
10. Особов, В. И. Зерноуборочные комбайны Тисапо – именно то, что нужно / В. И. Особов // Техника и оборудование для села. – 2010. – № 5. – С. 20-22.
11. Стружкин, Н. И. Повышение эффективности уборки зерновых культур / Н. И. Стружкин // Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – № 4. – С. 42-43.

12. Труфляк, Е. В. Современные зерноуборочные комбайны / Е. В. Труфляк, Е. И. Трубилин. – Краснодар, 2013. – 320 с.
13. Шабанов, Н. И. Резервы повышения эффективности комбайновой уборки зерновых культур / Н. И. Шабанов // Вестник аграрной науки Дона. – 2014. – Т. 4. – № 28. – С. 23-29.
14. Шепелев, С. Д. Эффективно использовать зерноуборочные комбайны / С. Д. Шепелев, Ю. Б. Черкасов, Д. О. Внуков // Сельский механизатор. – 2018. – № 10. – С. 34-35.
15. Юданова, А. В. О перспективном обеспечении уборочной техникой АПК России [зерноуборочные комбайны] / А. В. Юданова // Инженерно-техническое обеспечение АПК: реферативный журнал. – 2002. – № 3. – С. 752.
16. Eimer, M. Moving and treating of hay / M. Eimer // Yearbook Agricultural Engineering. – 1996. – № 8. – P. 119-125.
17. Kutzbach, H. D. Combine harvesters/ H. D. Kutzbach // Yearbook Agricultural Engineering. – 1996. – № 8. – P. 135-143.
18. Papesch, J. Obrywacz kłosów / J. Papesch, S. Demmer, W. Feclme // Landtechnik. Jg 50. – 1995. – № 4. – P. 196-197.
19. Уборка без простоев. Приживется ли в России технология выгрузки зерна на ходу [Электронный ресурс] // agroinvestor.ru 2016. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/24757-uborka-bez-prostoev/> (дата обращения 23.08.2019)
20. Как достичь большей производительности? Приёмы и уловки при уборке зерновых [Электронный ресурс] URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-cereals/kak-dostich-bolshej-proizvoditelnosti-prijomy-i-ulovki-pri-uborke-zernovykh.html> (дата обращения 23.08.2019)

UDC 631.354.2

DOI: 10.36461/NP.2019.52.3.021

IMPROVING EFFICIENCY OF HARVESTING GRAIN CROPS

I. V. Konoshin, Candidate of Technical Sciences, Assistant-professor; R. A. Bulavintsev, Candidate of Technical Sciences, Assistant-professor; A. V. Volzhentsev, Candidate of Technical Sciences, Assistant-professor; M. R. Mikhailov, Candidate of Technical Sciences, Assistant-professor; A. V. Zvekov, senior lecturer

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Oryol State Agrarian University named after N. V. Parakhin», Russia,
t. 8-910-306-29-89, e-mail: iwanogau@yandex.ru; t. 8-903-880-00-34, e-mail: zvekov@mail.ru

Harvesting crops, including cereals, is the most responsible and resource-consuming stage of crop production. Therefore, the solution of issues on improving the technology of harvesting grain crops is an urgent topic currently.

The aim of the research presented in the article was to increase the efficiency of the technology of harvesting grain crops by increasing the main (operational) time of work of grain harvesting equipment without a fundamental change in its design and composition.

The result of the research is an analytical, theoretical and practical substantiation of the effectiveness of the use of non-stop unloading of the combine harvester in vehicles in the technology of harvesting grain crops, which will allow, depending on the type and yield of the crop:

- to increase the main operating time T_o on average by 14-14.7 %;
- to ensure that the areas with an uneven distribution of crushed straw are excluded.

In the future, non-stop unloading of the combine may be recommended for use during operation of driverless combines.

Key words: resource-saving technologies in crop production, grain crops, grain harvesting, combine harvester, grain unloading.

References:

1. Vodolazskaya, N. V. Reliability and operation of technical systems: monograph / N. V. Vodolazskaya, S. V. Strebkov. - Belgorod: FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, 2017. -- 151 p.
2. Goltyapin, V. Ya. Combine harvesters: productivity, quality of work, fuel consumption / V. Ya. Goltyapin // Tractory i sel'skokhozyaystvenniye mashiny. - 1998. - No. 8. - p. 7-10.
3. Doronin, E. F. Combine harvesters and their productivity / E. F. Doronin // Tractory i sel'skokhozyaystvenniye mashiny. - 2007. - No. 4. - p. 41-43.
4. Eliseev, A. G. Analysis of agricultural machinery. Combine and forage harvesters / A. G. Eliseev, M. N. Kostomakhin // Selskokhozyaystvennaya Tekhnika: obsluzhivanie i remont. - 2013. - No. 9. - p. 20-28.

5. Kalashnikova, N. V. Modern combine harvesters: a training manual / N. V. Kalashnikova, R. A. Bulavintsev, Yu. A. Yudin, A. M. Polokhin. - Oryol: Oryol State Agrarian University, 2011.-- 327p.
6. Kozlov, A. V. Straw chopper drives for combine harvester DON-1500 / A. V. Kozlov // Generation of the future: a look of young scientists - 2018: collection of scientific articles of the 7th International Youth Scientific Conference. - 2018.-- p. 221-224.
7. Kornev, O. S. On the trends of increasing the operational reliability of agricultural machinery / O. S. Kornev, N. V. Vodolazskaya // Youth Agrarian Forum: materials of the international student scientific conference. - v. Maisky: FSBEI HE Belgorod State Agrarian University, 2018.-- V. 2. - P. 105.
8. Mikhailov, M. R. Optimization of the use of combine harvesters in terms of reliability / M. R. Mikhailov, A. A. Zhosan // Technology of wheeled and tracked machines. - 2014. - No. 3. - p. 17-27.
9. Ozherelyev, V. N. Combine Harvesters / V. N. Ozherelyev, V. V. Nikitin. - Bryansk: BSAU, 2016.-- 252 p.
10. Osobov, V. I. Combine harvesters Tucano - exactly what you need / V. I. Osobov // Machinery and Equipment for Rural Area. - 2010. - No. 5. - p. 20-22.
11. Struzhkin, N. I. Improving the efficiency of grain harvesting / N. I. Struzhkin // Technique in agriculture. - 2009. - No. 4. - p. 42-43.
12. Truflyak, E. V. Modern combine harvesters / E. V. Truflyak, E. I. Trubilin. - Krasnodar, 2013.-- 320 p.
13. Shabanov, N. I. Reserves of increasing the efficiency of combine harvesting of grain crops / N. I. Shabanov // Bulletin of the agrarian science of the Don. - 2014. - V. 4. - No. 28. - p. 23-29.
14. Shepelev, S. D. Efficient use of combine harvesters / S. D. Shepelev, Yu. B. Cherkasov, D. O. Vnukov // Selskiy Mechanizator. - 2018. - No. 10. - p. 34-35.
15. Yudanov, A. V. On the prospective provision of harvesting equipment for the agro-industrial complex of Russia [combine harvesters] / A. V. Yudanov // Engineering and technical support of the agro-industrial complex: abstract journal. - 2002. - No. 3. - P. 752.
16. Eimer, M. Moving and treating of hay / M. Eimer // Yearbook Agricultural Engineering. - 1996. - № 8. - P. 119-125.
17. Kutzbach, H. D. Combine harvesters/ H. D. Kutzbach // Yearbook Agricultural Engineering. - 1996. - № 8. - P. 135-143.
18. Papesch, J. Obrywacz kłosów / J. Papesch, S. Demmer, W. Feclme // Landtechnik. Jg 50. - 1995. - № 4. - P. 196-197.
19. Harvesting without delays. Will the ongo grain unloading technology take root in Russia [Electronic resource] // agroinvestor. ru 2016. URL: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/article/24757-uborka-bez-prostoiev/> (accessed 08.23.2019)
20. How to achieve greater productivity? Methods and tricks for grain harvesting [Electronic resource] // agrovesti. net. URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/growing-cereals/kak-dostich-bolshej-proizvoditelnosti-prijomy-i-ulovki-pri-uborkе-zernovykh.html> (accessed 08.23.2019)