

ЭКСПЛУАТАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОМБАЙНОВ ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ

ENSURING OPERATIONAL RELIABILITY OF COMBINE HARVESTERS WHEN HARVESTING GRAIN CROPS

Гл. ас. ктн инж. Юрий Енакиев¹, доц. ктн инж. Дмитрий Домуши², проф. ктн инж. Михо Михов¹,

Институт почвоведения, агротехнологий и защиты растений "Н. Пушкиров", София, Болгария¹
Одесский государственный аграрный университет, Одесса, Украина²

Abstract: An analysis of scientific research on the dependence of grain crops productivity on terms of performance of harvest works is submitted. Different methods for determining the optimum duration of harvest works are offered. The results of pilot studies of the evaluation of ensuring operability of combine harvesters cleaning grain crops are presented. The indicators of the reliability of combine harvesters and their elements are defined and rational forms of spare parts reservation are proved.

Keywords: COMBINE HARVESTERS, RELIABILITY, HARVESTING, GRAIN CROPS, MACHINE TECHNOLOGICAL PROCESS, PRODUCTIVITY, AGRO-TECHNICAL TERMS, GRAIN LOSSES, REFUSAL, SPARE PARTS, PROBABILITY, HARVEST WORKS

1. Введение

При выполнении процесса уборки в оптимальные агротехнические сроки можно получить максимальный урожай с наилучшим качеством. Продолжительность уборки зерновых культур зависит от наличия, технического состояния и надежности уборочной техники, транспортных средств, организации работы уборочно-транспортных комплексов, погодных условий и других факторов. Оптимальная продолжительность выполнения уборочных работ может быть установлена по экономическим показателям с учетом технического состояния уборочной техники.

Основные требования, которые предъявляются к технике – это ее надежность и экономичность. Применительно к сельскохозяйственной технике указанные требования не менее важны, а по части надежности выше, чем, например, в промышленности. Недостаточная надежность сельскохозяйственной техники отражается на эффективности ее использования и является причиной значительных потерь продукции в период ее выращивания, и особенно при уборке.

2. Предпосылки и средства для решения проблемы

При проектировании процесса уборки зерновых культур возникает два противоречивых требования: с одной стороны необходимо сокращать продолжительность каждой операции, с другой, чтобы повысить эффективность использования машин на данной операции, надо увеличивать продолжительность ее работы.

Большое значение имеет уровень надежности агрегатов, входящих в состав технологических комплексов. Надежность, в частности, характеризуется количеством отказов по техническим причинам и временем простоев по этим причинам. Данные показатели являются случайными величинами и зависят от природно-климатических условий, срока службы техники, состояния и организации ТО и ремонта, вида работ и других факторов.

Очевидно, что затраты времени на устранение последствий отказов зависят от того, насколько оперативно действует служба по устранению отказов и доставке к простаивающим комбайнам деталей, узлов, агрегатов. Практика показывает, что наличие запасных частей на самом комбайне или в непосредственной близости от него значительно сокращает потери времени на устранение отказов.

В связи с этим весьма актуально определить номенклатуру запасных частей и мест их хранения (передвижной склад

уборочно-транспортного комплекса, склады бригады, хозяйства или предприятия районного уровня) при работе комбайнов в составе комплекса, звена или при индивидуальной работе.

Цель исследования

Сокращение продолжительности уборочных работ повышением надежности и работоспособности зерноуборочных комбайнов. Определение оптимальной продолжительности выполнения уборочных работ по минимуму приведенных и эксплуатационных затрат технологических комплексов.

3. Анализ последних исследований и публикаций

Большое количество научных работ по обоснованию агротехнических требований к уборке выполнялись научно-исследовательскими организациями [3,4]. Методы обоснования агротехнических требований к уборке исследовались в работах [5]. Но данные исследования не содержат рекомендаций по обеспечению уборки урожая зерновых культур в оптимальный срок с минимальными потерями урожая.

Обеспечение надежности уборочных машин при эксплуатации освещено в большом количестве научных трудов [1,2,9,13] и др. В научной работе [10] отмечается, что повышение коэффициента готовности зерноуборочных комбайнов на 10% обеспечивает снижение потребностей в них на 15%.

Машиностроители допускают методические ошибки при разработке требований и нормативов надежности машин. Нормирование безотказности агрегатов они проводят без учета отказов 1-ой группы сложности, доля которых составляет 51-66% от общего числа. В результате чего искусственно повышается безотказность агрегатов на 50-65%. Кроме того, не учитывается работа агрегатов в целом, значимость работ, необходимость соблюдения оптимальных агротехнических сроков их выполнения [6,8].

В исследованиях [2] отмечается, что время работы машин носит случайный характер не только между случайными отказами, но и между плановыми техническими обслуживаниями. Поэтому при определении показателей эксплуатационной надежности более правильно учитывать все требования на техническое обслуживание и плановые, и отказы. Это позволит полнее оценить надежность машин. Главное и единственное назначение системы ТО и ремонта как раз в том и состоит, чтобы следить за состоянием работающих

машин и в случаях изменений определенных характеристик вмешиваться в это состояние, чтобы сознательно изменить его и каждый раз восстанавливать работоспособность машин.

При анализе процесса выявления и устранения неисправностей зерноуборочных комбайнов и интенсивности нагрузки на подсистему обеспечения надежности уборочных машин учитывается количество и стоимость устранения отказов в период уборки, трудоемкость восстановления работоспособности, потери рабочего времени, а также участие в процессе оперативного устранения неисправностей, составляющих звеньев подсистемы обеспечения. Опыт эксплуатации зерноуборочных комбайнов типа «Дон» в составе УТК показывает, что достижение высоких результатов может быть обеспечено только при правильной их эксплуатации, своевременном и с высоким качеством проведения ТО и ремонта [13].

В исследованиях [7] указывается, что в структуре денежных затрат на эксплуатацию и ремонт зерноуборочных комбайнов в период уборки, затраты на стоимость запасных частей составляют 50-60%. Несвоевременная доставка запасных частей в период уборки вызывает простои парка зерноуборочных комбайнов, перебои в ремонте и ТО. В работе [8] отмечается, что из общих простоев зерноуборочных комбайнов составляющих 32-35% рабочего времени, на простои по техническим причинам (неисправностям) приходится 17-20%. При этом около 60% отказов по техническим причинам связано с заменой отказавшей детали или узла. Таким образом, возможность своевременного устранения отказа уборочных машин связана с наличием в обслуживающей системе запасной части.

Анализ показывает, что для устранения 70% отказов требуется замена вышедших из строя деталей, узлов и агрегатов, а продолжительность времени устранения отказа в основном обусловлена временем доставки к комбайнам запасных частей [11,12].

В экономически развитых странах проблеме организации технического сервиса сложных сельскохозяйственных машин уделяется большое внимание [4]. Одна из главных причин, которая может это объяснить заключается в том, что ремонт и обслуживание машин позволяет сохранить около 60% овеществленного в них труда. А отдача от капитала, вложенного в ремонтно-обслуживающее производство, примерно в 2 раза выше, чем от капитала, вложенного в основное производство машиностроительных заводов.

Техническое обслуживание (простые операции) комбайнов осуществляются фермерами или в ремонтных мастерских. Ремонт комбайнов производят фермеры, дилеры и фирмы-изготовители. В США и ряде европейских стран возрастают объемы ремонтных работ, выполняемые на фермах [3,15,16]. В этих же работах отмечается, что в случае поломки важного механизма в рабочий сезон новая деталь доставляется по системе срочной поставки в течении 12-24 часов [14], для этого используется воздушный транспорт.

Анализ по рассматриваемому вопросу показал, что имеющиеся исследования по надежности современных уборочных машин требуют дальнейшей разработки применительно к конкретным производственным условиям эксплуатации. Больше половина отказов комбайнов по техническим причинам связано с заменой отказавшей детали или узла. Затраты времени на устранение последствий отказов зависят от того, насколько оперативно действует служба по устранению отказов, по доставке отказавших деталей и узлов. В исследованиях нет полных рекомендаций по организации доставки запасных частей к отказавшей уборочной машине с различных уровней хранения. Требуется уточнение номенклатуры и мест дислокации запасных частей с учетом возможностей как групповой работы уборочных машин

(комбайнов) в составе УТК или уборочного звена, так и одиночной работы.

4. Результаты исследований

Определение оптимальной продолжительности выполнения сельскохозяйственных работ можно исследовать разными методами. Первый - по критерию минимума эксплуатационных затрат на единицу продукции. Второй - по критерию размера условно чистого дохода, рассматриваемого как разность между денежной оценкой урожая и издержками производства в зависимости от количества и стоимости техники. Третий - по экономическому критерию: зависимости потерь зерна от подачи хлебной массы, характеристик хлебопечения и продолжительности уборки.

Также в качестве критериев оптимизации сроков уборки, кроме минимума приведенных и эксплуатационных затрат по уборочно-транспортным комплексам, вводят убытки от естественных потерь зерна, от потерь зерна за жаткой и молотилкой, затрат на технологический транспорт и от низкого качества зерна.

Наиболее эффективным методом для определения оптимальной продолжительности уборки, является использование в качестве критерия оптимизации приведенные затраты. При этом известными являются площадь посева, их урожайность, закупочные цены, продолжительность смены и коэффициенты отчислений на реновацию, текущие и капитальные ремонты. Кроме того вводятся дополнительные условия и ограничения.

Зависимость урожайности зерновых культур от сроков выполнения уборки хорошо изучена в различных сельскохозяйственных зонах. Так период, когда урожай зерна на корню мало изменяется, небольшой, в различных зонах Украины колеблется от 6 до 10-12 дней.

Очень важно правильно определить начало уборки. При этом необходимо учитывать неоднородность созревания зерна. Дружность созревания зависит от многих причин: рельефа участка, погодных условий, биологических особенностей сорта, выравненности и качества посевного материала и т.д.

Как преждевременная уборка, так и запаздывание приводят к недобору урожая, который в отдельные годы может достигать значительной величины. При уборке урожая на 10-й день после наступления полной спелости по данным исследований потери урожая составили по годам от 1 до 5,3 ц/га, а при уборке на 30-й день после восковой спелости потери увеличивались до 5,3-6 ц/га.

Таблица 1: Влияние срока уборки на урожай зерна озимой пшеницы

Показатель	Убрано в начале полной спелости (1-6/VII)	Продолжительность от начала полной спелости, дни		
		1-5	6-10	11-15
Средний урожай, ц/га	24,0	22,8	20,7	19,4
Влажность зерна, %	25,0	22,1	20,3	17,4
Урожай при 14%-ной влажности, ц/га	21,8	21,3	19,6	18,8
Потери по сравнению с началом уборки, ц/га	-	0,5	2,2	3,0

Потери зерна различных сортов озимой пшеницы при уборке на 10-й день после наступления полной спелости колеблются от 1 до 8 ц с 1 га, а при уборке на 30-й день - от 3,2 до 12,6 ц. О влиянии сроков уборки на урожай зерна озимой пшеницы и его потерях можно судить по данным таблицы 1.

Запаздывание с уборкой ведет не только к снижению урожая, но и к ухудшению качества зерна. Снижение урожая при запаздывании с уборкой принято объяснять потерями

механического порядка (осыпание зерна на корню, потери зерна и колоса при работе режущего аппарата, молотилки комбайна и т.д.). Величина потерь урожая зависит от многих причин: особенностей сорта, условий погоды, применяемой агротехники, способов и времени уборки.

Наряду с потерями механическими на снижение урожая зерна оказывают влияние и потери физиологические, связанные с уменьшением содержания сухого вещества, накопленного в зерне. Так потери физиологического порядка при запаздывании с уборкой в 2 раза превышают потери механические и составляют в зависимости от времени уборки от 1,9 до 2,7 ц/га. Потери такого же порядка наблюдаются также и у скошенного хлеба, оставленного в валках.

Известно, что фактическая динамика уборки зерновых культур значительно отличается от нормативной. Так при нормативной продолжительности уборки в 10-12 дней, фактическая продолжительность уборки в два, а иногда и в три раза больше, т.е. увеличивается до 20-30 дней. Сокращение сроков уборочных работ решается различными способами и методами. Предлагается продолжительность уборки сокращать за счет увеличения количества зерноуборочных комбайнов на 7-10% от нормативного. Это относится к комбайнам старых моделей (СК-5М «Нива» и др.), производительность которых за 1 ч эксплуатационного времени на уборке зерновых культур составляет 0,6-0,7 га. При определении влияния новых моделей зерноуборочных комбайнов на сокращение продолжительности уборки нормативная и фактическая динамика уборки сказывается не в одинаковой степени. Например, если использовать «одинаковое» максимальное количество комбайнов СК-5М и «Дон-1500Б», то уменьшение продолжительности уборки, при использовании комбайнов «Дон-1500Б», в 3,5 раза больше чем при использовании комбайнов СК-5М.

Результаты наблюдений влияния продолжительности уборки на величину биологических потерь зерна в Южных регионах Украины показали, что биологические и механические потери зерна в среднем по всем культурам составляют 30 кг/га за каждые сутки перестоя или 0,00046 кг на 1 кг урожая зерна за каждый час перестоя. Величины биологических потерь говорят о том, что незаметные на первый взгляд потери приобретают масштабность при оценке зернового производства хозяйства, района, а тем более региона.

Продолжительность уборки зерновых культур также зависит от наличия, технического состояния и надежности уборочной техники. Расширение и углубление технического обслуживания уборочных машин связано с увеличением его трудоемкости, т.е. требует дополнительных затрат, которые являются таким образом «ценой» достигнутого повышения безотказности. Исследование процесса выявления и устранения отказов парка зерноуборочных комбайнов необходимо проводить по таким показателям, как:

- количество случаев отказов в период уборки;
- трудоемкость восстановления работоспособности машин;
- потери рабочего времени, вызванные устранением неисправностей;
- затраты на устранение отказов, группируемых по наиболее важным позициям, узлам и агрегатам с резервированием запасных частей.

Оптимальное распределение и сосредоточение запасных частей по различным уровням их хранения зависит от многих факторов: характера и количества возникающих отказов, числа работающих комбайнов, расстояний до мест хранения, затрат средств на хранение, доставку и устранение отказов и др.

В модели возникновения отказов уборочных машин рассматриваются два вида отказов. Первый связан с

различными отклонениями при изготовлении и ремонте, второй связан со случайными факторами (попадания посторонних предметов, тряска и т.д.). Вероятность появления первого вида отказов подчинено закону Вейбулла, второго – экспоненте, а вероятность появления всех отказов определяется как:

$$P(t) = P_1(t) P_2(t), \quad (1)$$

где $P_1(t)$ – вероятность появления первого вида отказов;

$P_2(t)$ – вероятность появления второго вида отказов.

При проведении многофакторного корреляционного анализа производительности зерноуборочных комбайнов выявлена следующая зависимость:

$$Y = 700,64 - 32,45X_1 + 1,65X_{12} + 8,99X_2 + 0,21X_{22} - 12,85X_3 - 16X_4 \quad (2)$$

где Y – сезонная наработка комбайна, физ. га;

X_1 – срок службы комбайна, года;

X_2 – стаж работы комбайнера по специальности, года;

X_3 – отказы, количество;

X_4 – среднее время восстановления работоспособности, ч.

Как видно из этой зависимости большое влияние на производительность зерноуборочного комбайна оказывает срок службы комбайна, количество отказов и среднее время восстановления работоспособности.

Исследования, направленные на повышение надежности уборочных машин, проводились в течение трех лет в Белгород-Днестровском районе, Одесской области, где комбайны Дон-1500Б составляют 26,7% от общего числа комбайнов и на их долю приходится 48,7% от общего намолота.

Таблица 2: Общая характеристика работы комбайнов Дон-1500Б

Показатель	Значения показателя
Число работающих комбайнов	58
Общая наработка комбайнов:	
Часы	13158
Га	25000
Тонны	70843
Нарработка на один комбайн:	
Часы	226,9
Га	431,0
Тонны	1221,4
Нарработка в день на один комбайн:	
Часы	11,9
Га	22,7
Тонны	64,3
Средняя продолжительность уборки, дни	19

Данные, характеризующие производительность и баланс времени смены комбайнов во время проведения исследований, приведены в табл. 2 и 3, а результаты экспериментальных исследований по оценке надежности комбайнов Дон-1500Б приведены в табл. 4.

Анализ результатов исследований показывает, что средняя продолжительность простоев комбайна по техническим и технологическим причинам за смену составляет 2,6 ч. Из них на устранение технических отказов приходится 2,3 ч. (25,8% от эксплуатационного времени). При наработке на отказ с востребованием запасной части 10,4 ч; среднее время восстановления работоспособности составило 3,2 ч, из которых 2,0 ч приходится на ожидание доставки запасных частей. При этом отказы I группы сложности составляют 85%, II группы – 13% и III группы – 2% от общего количества отказов.

Таблица 3: Фактический баланс времени смены комбайнов (по ГОСТ 24055-80)

Составляющие баланса времени смены	Общее время работы, часы*			Проценты от общего времени, X/Y
	mt	δ	γ	
Время основной работы	5,2	2,2	0,42	53,0/58,4
Время на вспомогательные работы (повороты, холостые переезды)	0,3	0,1	0,33	3,1/3,4
Время технологического обслуживания	0,6	0,3	0,5	6,1/6,7
Время на устранение технологических отказов	0,3	0,2	0,67	3,1/3,4
Время на ЕТО	0,2	0,1	0,5	2,0/2,3
Сменное время	6,6	2,5	0,37	67,3/74,2
Время устранения технических отказов	2,3	1,4	0,61	23,5/25,8
Эксплуатационное время	8,9	3,5	0,39	90,8/100
Время ожидания транспорта для разгрузки	0,7	0,3	0,43	7,2
Время простоев по другим причинам	0,2	0,1	0,5	2,0
Итого:	9,8	0,7	0,07	100/110,1

*mt – среднее значение;

δ – среднеквадратическое отклонение;

γ – коэффициент вариации;

X/Y – в числителе: проценты от общего времени, в знаменателе – проценты от эксплуатационного времени.

Таблица 4: Показатели надежности зерноуборочных комбайнов Дон-1500Б

№ п/п	Показатели	Значение показателя
1	Количество отказов с востребованием запасной части:	
	всего	1260
	на один комбайн	22
	В том числе по группам сложности:	
	I	1070
	II	165
	III	25
2	Наработка на отказ с востребованием запасной части, ч	10,4
	В том числе по группам сложности:	
	I	12,3
	II	79,7
	III	526,3
3	Среднее время восстановления, часы/отказ	3,2
4	Суммарная продолжительность устранения отказов, часы	4032
5	Число наименований затребованных запасных частей	155
6	Суммарное время ожидания запасных частей и ремонта, часы	2520
7	Коэффициент готовности	0,77

Результаты исследований показывают, что на жатвенную часть, подборщик и приводные клиновые ремни приходится 88,2% всех отказов, требующих замены вышедшей из строя детали. Указанные узлы являются основными, определяющими уровень надежности комбайнов (табл. 5).

Таблица 5: Результаты исследований комбайнов Дон-1500Б на надежность (отказы с востребованием запасной части)

Агрегаты, узлы, детали	Число отказов, шт.	Проценты от общего числа	Наработка на отказ (ср.), часы	Время восстановления отказа (ср.), часы*
Жатка	315	25,0	20,8	2,6/1,6
Молотилка	39	3,1	337,8	7,4/4,8
Электрооборудование	49	3,9	268,5	7,2/4,7
Гидросистема	15	1,2	877,2	6,8/4,5
Ходовая часть	3	0,2	4336,0	9,8/7,1
Подшипники	40	3,2	328,9	8,2/5,5
Ремни приводные клиновые	98	7,7	134,2	9,4/6,7
Цепи	2	0,2	6579,0	2,4/1,6
Платформа-подборщик	699	55,5	9,4	1,7/0,9
ВСЕГО	1260	100,0	10,4	3,2/2,0

*В числителе – общее время, затраченное на восстановление отказа, в знаменателе – время, затраченное на доставку запасных частей.

Отказ первой группы сложности происходит примерно за рабочий день. Распределение отказов различных групп сложности по агрегатам и узлам показало, что отказов I группы больше всего приходится на такие агрегаты, как подборщик (65,1%), и жатку (28,1%) (табл. 6). При этом производится замена в основном деталей небольших размеров, которые легко снимаются и устанавливаются. Сосредоточение таких запасных частей в непосредственной близости от работающих комбайнов позволит значительно сократить время восстановления их работоспособности.

Отказы II группы сложности распределены по комбайну более равномерно, чем отказы I и III групп сложности. Больше всего отказов приходится на электрооборудование – 29,1%, подшипники – 24,2%, ремни приводные – 20,6% и молотилку – 15,2% (табл. 6). За сезон работы на комбайн приходится 0,5-1 отказ на одну деталь или один агрегат, используемые для устранения отказа II группы сложности. Поэтому запасные части для устранения таких отказов целесообразно хранить на складах бригад (отделений) или хозяйств.

Основная доля отказов III группы сложности (56%) приходится на молотилку. На жатку, гидросистему и ходовую часть приходится по 12%, а на электрооборудование и подборщик – по 4% (табл. 6). Учитывая, что отказ III группы сложности возникает у комбайна примерно через 2-3 сезона работы, запасные части для устранения таких отказов целесообразнее хранить на складах районного уровня. Это позволит уменьшить число резервируемых запасных частей и снизить затраты на их хранение.

При работе комбайнов основную долю составляют отказы, для устранения которых не требуется длительного простоя, так как поврежденные детали легко снять с машины, а исправные – легко установить. К ним относятся сегменты, пальцы, лучи, планки, шланги, ремни и т.п.

Для определения перечня запасных частей, лимитирующих надежность комбайнов, по методу весовых коэффициентов определялись параметры потоков отказов и их значимость [7].

Таблица 6: Результаты распределений отказов по группам сложности комбайнов Дон-1500Б (отказы с востребованием запасной части)

Агрегаты, узлы, детали	Число отказов, шт.	Распределение отказов по группам сложности					
		I группа		II группа		III группа	
		шт.	%	шт.	%	шт.	%
Жатка	315	301	28,1	11	6,7	3	12,0
Молотилка	39	-	-	25	15,2	14	56,0
Электрооборудование	49	-	-	48	29,1	1	4,0
Гидросистема	15	6	0,6	6	3,6	3	12,0
Ходовая часть	3	-	-	-	-	3	12,0
Подшипники	40	-	-	40	24,2	-	-
Ремни приводные клиновые	98	64	6,0	34	20,6	-	-
Цепи	2	2	0,2	-	-	-	-
Платформа-подборщик	699	697	65,1	1	0,6	1	4,0
ВСЕГО	1260	1070	100	165	100	25	100

6. Заключение

1. При обосновании агротехнических требований на уборку урожая необходимо учитывать природно-климатические условия выращивания и уборки зерновых культур и их урожайность, а также интенсивность потерь зерна. Так период, когда урожай зерна на корню мало изменяется, небольшой, в различных зонах Украины колеблется от 6 до 10-12 дней. Потери зерна различных сортов озимой пшеницы с 1 га при уборке на 10-й день после наступления полной спелости колеблются от 1 до 8 ц, а при уборке на 30-й день – от 3,2 до 12,6 ц.

2. Обоснование оптимальной продолжительности уборки необходимо вести в зависимости от темпа наступления готовности полей к уборке, объема производства зерна и суточной производительности уборочных машин. Результаты наблюдений влияния продолжительности уборки на величину биологических потерь зерна в Южных регионах Украины показали, что биологические и механические потери зерна в среднем по всем культурам составляют 30 кг/га за каждые сутки перестоя или 0,00046 кг на 1 кг урожая зерна за каждый час перестоя. Величины биологических потерь говорят о том, что незаметные на первый взгляд потери приобретают масштабность при оценке зернового производства хозяйства, района, а тем более региона.

3. Обоснование технического обеспечения процесса уборки должно проводиться во взаимосвязи с агротехническими требованиями на уборку урожая. Результаты исследований показывают, что средняя продолжительность простоев комбайна по техническим и технологическим причинам за смену составляет 2,6 часа. На устранение технических отказов приходится 2,3 часа. Нарботка на отказ с востребованием запасной части составила – 10,4 часа, из которых 2,0 часа приходится на ожидание доставки запасных частей. При этом отказы I группы сложности составляют 85%, II – 13% и III – 2% от общего количества отказов. Среднее время восстановления работоспособности комбайна по этим отказам составило 3,2 часа.

4. Простои уборочных машин по техническим причинам можно уменьшить резервированием запасных частей для устранения отказов разных групп сложности, которые

целесообразно хранить на разных уровнях: на комбайне; в передвижной ремонтной мастерской или складе уборочно-транспортного комплекса; на складах бригады (отделения) хозяйства, районного и регионального уровня. Резервирование запасных частей сокращает продолжительность уборки на 2-8 дней, потери зерна уменьшаются от 3,0 до 12,0 ц/га. Выполнение уборочных работ в оптимальные агротехнические сроки в условиях только Южной степной зоны позволит повысить урожайность зерновых культур в среднем на 25-30%.

7. Литература

- [1]. Артемьев Ю. Н. Качество ремонта и надежность машин в сельском хозяйстве. Москва. Колос, 1981. - 239 с.
- [2]. Анилович В. Я., Карпов В. Г. Обеспечение надежности сельскохозяйственной техники. Киев. Техника, 1989. - 125 с.
- [3]. Баутин В. М., Аронов Э. Л. Организационно-экономические аспекты технического обслуживания фермерских хозяйств США: Обзор инф. ВНИИТЭИ-Агропром. Москва. 1991. - 57 с.
- [4]. Блынский Ю. Н. Расчет технологических уборочно-транспортных систем с учетом их надежности: Учебное пособие. Новосибирск, Изд. Новосиб. с.-х. ин-та, 1985. - 56 с.
- [5]. Буклагин Д. С. Технический уровень сельскохозяйственной техники: Обзор информ. НИИТЭИ-Агропром. Москва. 1993. - 112 с.
- [6]. Домуци Д. П. Методи обґрунтування оптимальної тривалості збирання урожаю зернових культур. Аграрний вісник Причорномор'я: 36. наук. пр. Одеського ДАУ. Технічні науки. Одеса: ОДАУ, 2014, № 74. 64-68 с.
- [7]. Домуци Д. А., Игнатов В. Д., Енакиев Ю. И. Эксплуатационное обеспечение работоспособности зерноуборочных комбайнов Дон-1500 на уборке зерновых культур. Аграрний вісник Причорномор'я: 36. наук. пр. Одеського ДАУ. Технічні науки. Одеса: ОДАУ, 2004. №24. с.138-145.
- [8]. Домуци Д. П., Тарасенко А. Ю., Дімов Д. Д. Забезпечення надійності зернозбиральних комбайнів обґрунтування потреби в запасних частинах. Аграрний вісник Причорномор'я: 36. наук. пр. Одеського ДАУ. Технічні науки. Одеса, 2009. № 48. с.187-190.
- [9]. Ерохин М. Н., Судаков Р. С. Инженерные методы оценки и контроля надежности сельскохозяйственной техники. Москва. Изд. ТСХА, 1991. - 68 с.
- [10]. Кряжков В. М. Надежность и качество сельскохозяйственной техники. Москва. Агропромиздат, 1989. - 335 с.
- [11]. Машини для збирання зернових та технічних культур. За ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілова. 2009. - 296 с.
- [12]. Михов М., Вероятностен метод за определяне на необходимите резервни елементи за сервиз на самоходна земеделска техника, сп.Механизация на земеделието, бр.7, 2014. с.12-14.
- [13]. М.Михов, Г.Тасев - Техническо обслужване и ремонт на машините, С., 2012 г., стр.149.
- [14]. Михов М. Планиране на заявките за резервни части и материали за селскостопанска техника, сп.Селскостопанска техника, №2, 2010 г.,с.101-107
- [15]. Methodes modernes d'organisation de la maintenance de l'entre tien et de la reparation des machines dans les grandes entreprises agricoles: Rapport № 118 / AGRICULTURE / MECH - Neu Jork: Nations Unies, 1987. - 27 p.
- [16]. Methodes modernes d'organisation de la maintenance de l'entre-tien et de la reparation des machines dans les entreprises agricoles de familles: Rapport № 110/AGRICULTURE/MECH. - Neu Jork: Nations Unies, 1986. - 32 p.