

МЕХАΝІЗАЦЫЯ І ЭНЕРГЕТЫКА

УДК 631.173:631.354.2(476)

В. Г. САМОСЮК¹, В. П. ЧЕБОТАРЕВ¹, А. В. ЛЕНСКИЙ¹,
А. А. КНЯЗЕВ¹, А. В. НОВИКОВ²

АНАЛИЗ СОСТАВА И ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПАРКА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

¹Научно-практический центр по механизации сельского хозяйства НАН Беларуси

²Белорусский государственный аграрный технический университет

(Поступила в редакцию 22.10.2009)

Получение продукции требуемого ассортимента, объема и приемлемой себестоимости предполагает применение машинного парка, качественный и количественный состав которого должен удовлетворять принятым технологиям производства. При этом обоснованная продолжительность сроков выполнения работ определяется не минимальным, а агротехнически оправданным временным периодом их проведения с применением экономически целесообразного количества технических средств. Особую актуальность эта задача имеет в области механизации уборки зерновых культур, поскольку выполнение однозначных плановых показателей реально осуществить только на основании стройной стратегии формирования и обновления парка уборочной техники с учетом особенностей производственной эксплуатации имеющихся машин и специфики уборочных работ.

Для обоснования оптимального состава и структуры парка зерноуборочных комбайнов необходимо, исходя из планируемой структуры посевных площадей под зерновые культуры в 2009–2010 гг., определить прогнозируемые объемы производства зерна (табл. 1).

Таблица 1. Структура посевных площадей и прогноз валового сбора зерна

Область	Посевная площадь под зерновые культуры, тыс. га	Прогнозируемый валовый сбор зерна, тыс. т
Брестская	397,4	1428
Витебская	353,1	1333
Гомельская	408,1	1143
Гродненская	364,8	2000
Минская	625,6	2726
Могилевская	349,6	1370
Всего по республике	2498,6	10000

При расчете прогнозируемого валового сбора зерна большое значение имеет оценка убираемых площадей в различных диапазонах урожайности (табл. 2). Так, среднее фактическое значение этих показателей за 2005–2007 гг. (по данным Института системных исследований в АПК НАН Беларуси) были соответственно равны: при урожайности до 25 ц/га – 53%, 25–40 ц/га – 37%, 40–65 ц/га – 8% и свыше 60 ц/га – 2%.

При неизменности распределения площадей и средних урожайностей внутри групп, равных 20, 35, 50 и 70 ц/га, валовый сбор зерна может составить не более 7,3 млн т. Учитывая необходимость выполнения поставленных задач по производству зерна, требуется, на основе внедрения интенсивных технологий, более чем в два раза уменьшить долю посевов, урожайность которых

Таблица 2. Фактические и прогнозные показатели удельного веса посевных площадей в зависимости от урожайности

Урожайность, ц/га	Удельный вес посевной площади, %	Валовый сбор зерна, тыс. т	Прогноз	
			Распределение посевных площадей, %	Валовый сбор зерна, тыс. т
До 25	53	2638	20	1060
25–40	37	3252	40	3515
40–60	8	1028	30	3855
Свыше 60	2	314	10	1570
Всего по республике	100	7232	100	10000

составляет менее 25 ц/га. Одновременно необходимо значительно увеличить долю площадей с урожайностью 40–60 и свыше 60 ц/га.

Важнейшей составляющей в повышении валовых сборов является борьба с потерями зерна по всей технологической цепочке его производства. Существенная доля потерь наблюдается при работе зерноуборочного комбайна, при этом они подразделяются на механические и биологические. К механическим относятся потери за жаткой и молотильно-сепарирующим аппаратом комбайна (суммарные потери свободного зерна и недомолот). Биологические потери связаны с самоосыпанием зерна из-за нарушения агротехнического срока уборки. Потери за жаткой (подборщиком) принимаются постоянными и не зависят от пропускной способности и скорости движения комбайна. Многолетние испытания зерноуборочных комбайнов показали, что механические потери зерна в зависимости от пропускной способности изменяются по логистическому закону следующего вида [1]:

$$П_{\text{м}} = \frac{b}{1 + ce^{-kbq}}, \quad (1)$$

где c, b, k – эмпирические коэффициенты; q – пропускная способность, кг/с.

Биологические потери зерна от самоосыпания из колоса на корню после его полного созревания за время t_i (при $3 < t_i < 25$ дней) на основании многолетних исследований описываются зависимостью

$$П_{\text{б}} = 1,6t_i - 4,0. \quad (2)$$

Агротехнически допустимые суммарные потери зерна за зерноуборочным комбайном не должны превышать 2% при нормальных условиях уборки и 3,5% при уборке полеглых засоренных хлебоствоев.

Анализ хода уборки урожая последних лет показывает, что имеющимся парком зерноуборочных комбайнов при существующей организации работ возможно обеспечить уборку в агротехнические сроки (14 дней) не более 50% планируемого валового объема зерна. Если провести анализ данных о ходе уборки 2008 г. как наиболее эффективного, то и в этом случае валовый сбор за 14 дней уборки не превысил 65% требуемого объема. Если же принять в расчет коэффициент технической готовности средств механизации в период массовой уборки, который для комбайнов в подавляющем большинстве случаев не превышает 80%, то сроки уборки в действительности могут превысить допустимые в 1,5–2 раза.

Обобщенный анализ информации о снижении валовых сборов в результате осыпания зерна (табл. 3) показывает, что суммарные потери по республике за период уборки могут составить около 501 тыс. т, а среднедневные в период уборки, превышающей агротехнические сроки, – 18–20 тыс. т. Так, в 2008 г. среднедневные потери по республике составляли при превышении агросрока на 5 дней 24,8 тыс. т, а на 10 дней – 37 тыс. т.

Максимальное снижение вышеуказанных потерь возможно при применении оптимального по количеству и составу парка зерноуборочных комбайнов, а также при эффективной их эксплуатации. По состоянию на 01.02.2009 г. парк зерноуборочных комбайнов республики состоял почти из 13 тыс. машин [2]. При этом более 70% зерноуборочной техники составляют машины отече-

Таблица 3. Оценка потерь зерна по областям при уборке урожая 2008 г.

Показатель	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Дата начала периода массовой уборки (убрано более 5% площадей)	24.07.08	30.07.08	21.07.08	27.07.08	27.07.08	28.07.08
Дата истечения агротехнологического срока уборки (14 дней после полного созревания)	07.08.08	14.08.08	05.08.08	11.08.08	11.08.08	12.08.08
Дата завершения периода массовой уборки (убрано 95% площадей)	19.08.08	27.08.08	17.08.08	21.08.08	24.08.08	23.08.08
Величина площадей, убранных после истечения агротехнологического срока уборки, тыс. га (%)	125,3 (41,5)	130,8 (45,5)	87,9 (40,0)	96,3 (33,7)	205,3 (39,8)	102,6 (37,6)
Количество дней, затраченных на уборку после истечения агротехнологического срока уборки	12	13	12	10	13	11
Потеряно зерна самоосыпанием вследствие превышения агротехнологического срока уборки, тыс. т.	80,5	109,8	54,2	59,8	133,4	44,0
Потеряно зерна по агротехнически допустимым требованиям за зерноуборочными комбайнами, тыс. т.	32,0	27,3	26,3	42,4	56,2	31,8
Всего потеряно зерна при уборке, тыс. т.	112,5	137,1	80,5	102,2	189,6	75,8

ственного производства: Лида-1300, КЗС-7, КЗР-10, КЗС-10К, КЗС-1218, КЗ-14. В перспективе удельный вес отечественных машин планируется довести до 90%.

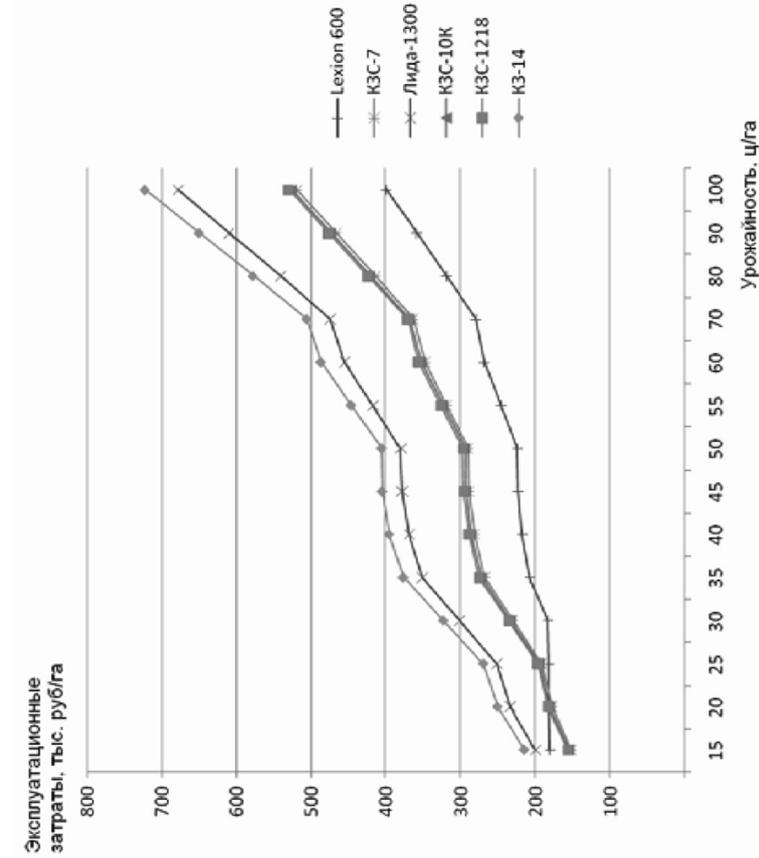
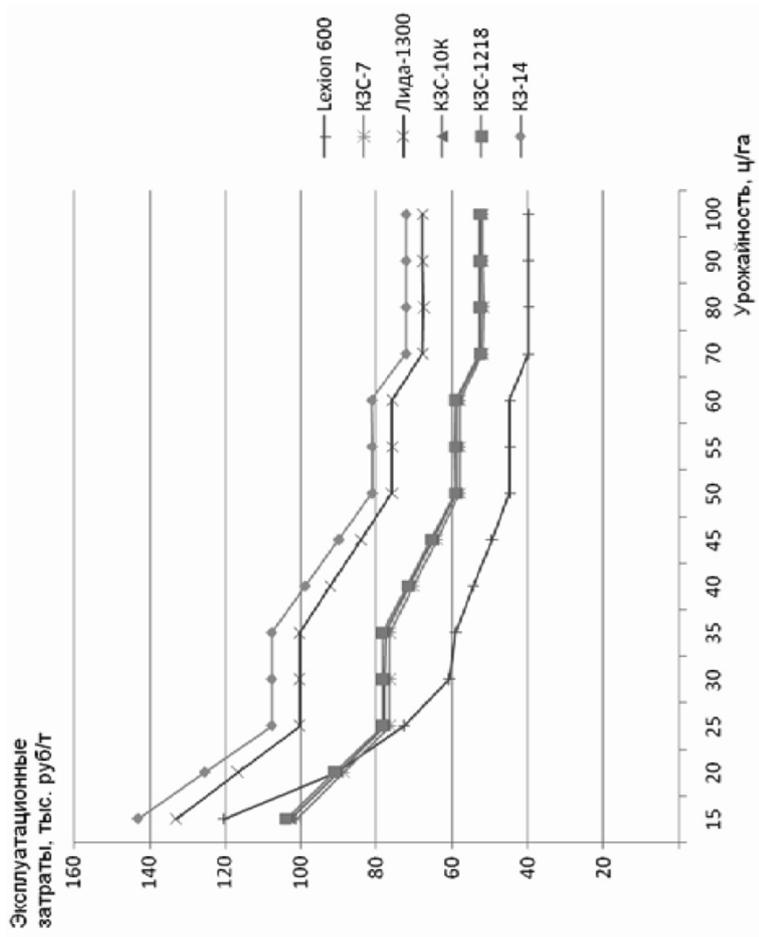
Имеющийся парк по пропускной способности может быть разделен на четыре класса: 6–8 кг/с, 8–10 кг/с, 10–12 кг/с и свыше 12 кг/с. При этом структура парка должна формироваться на основе пропускной способности комбайнов с учетом урожайности и затрат на уборку зерна комбайнами четырех классов: 6–8 кг/с – для хлебов с урожайностью до 25 ц/га, 8–10 кг/с – с урожайностью 25–40 ц/га, 10–12 кг/с – с урожайностью 40–60 ц/га и свыше 12 кг/с – с урожайностью более 60 ц/га [3].

Реальная структура парка зерноуборочных комбайнов по пропускной способности в областях и республике в целом, представленная в табл. 4, показывает, что наибольшую долю в парке занимают зерноуборочные комбайны с пропускной способностью 8–10 кг/с (по областям составляют от 60 до 70%). Среди них 3000 зерноуборочных комплексов КЗР-10 и 2028 зерноуборочных комбайнов Дон-1500А/1500Б.

Анализ данных о работе зерноуборочных комбайнов различных классов во время уборки урожая 2005–2008 гг. (табл. 5) свидетельствует, что имеется значительный разброс объема намолота за сезон по областям для однотипных комбайнов. С другой стороны, явно не обеспечивается требуемая выработка за сезон зерноуборочными комбайнами КЗР-10 и комбайнами Дон-1500. Низкие показатели работы этих комбайнов объясняются их значительным физическим износом, поскольку существенная часть машин находится за пределами нормативного срока службы. Зерноуборочные комплексы КЗР-10 не обеспечивают выработку в соответствии с имеющейся пропускной способностью из-за сложности конструкции и проблем обеспечения эффективной эксплуатации.

Таблица 4. Структура парка зерноуборочных комбайнов республики по пропускной способности, ед. (%)

Область	Пропускная способность, кг/с				Средневзвешенная пропускная способность, кг/с	Всего зерноуборочных комбайнов
	6–8	8–10	10–12	свыше 12		
Брестская	476 (25,9)	1147 (62,5)	148 (8,1)	64 (3,5)	9,44	1835 (100)
Витебская	548 (29,5)	1190 (64,1)	113 (6,1)	5 (0,3)	9,19	1856 (100)
Гомельская	436 (23,9)	1272 (69,7)	109 (6,0)	7 (0,4)	9,36	1824 (100)
Гродненская	752 (40,0)	668 (35,5)	160 (8,5)	301 (16,0)	9,53	1881 (100)
Минская	929 (25,1)	2244 (60,5)	326 (8,8)	208 (5,6)	9,56	3707 (100)
Могилевская	408 (23,4)	1128 (64,9)	135 (7,8)	68 (3,9)	9,53	1739 (100)
Всего по республике	3549 (27,6)	7649 (59,6)	991 (7,7)	653 (5,1)	9,45	12842 (100)



Себестоимость уборки (прямые эксплуатационные затраты) в зависимости от класса комбайна и урожайности

Таблица 5. Фактические и планируемые показатели работы зерноуборочных комбайнов различных классов

Пропускная способность, кг/с:	Средний сезонный намолот, т				Планируемый намолот, т	
	по республике		лучший по областям			
	за 2005–2008 гг.	за 2008 г.	за 2005–2008 гг.	за 2008 г.	суточный	сезонный
6–8*	570	627	620	733	35	700
8–10**	804	906	901	1054	50	1000
10–12***	1147	1207	1172	1412	70	1400
Свыше 12	1719	2350	2059	2950	100	2000
КЗР-10	433	508	514	650	–	–
Дон-1500	387	479	473	651	–	–

* Только комбайны КЗС-7 и Лида-1300.

** Без учета комбайнов Дон-1500 и КЗР-10.

*** Только комбайны КЗС-1218.

Оценка себестоимости уборки (рисунок) в зависимости от класса комбайна и урожайности свидетельствует о том, что наибольшие затраты при использовании комбайнов всех классов возникают в случае наименьшей урожайности. С ростом урожайности себестоимость и приведенные затраты на уборку снижаются в 1,5–2 раза, а для комбайна Lexion 600 – в 3 раза. Наименьшая себестоимость уборки малоурожайных хлебов у комбайнов КЗС-7 и КЗС-10К, а наибольшая – у комбайнов КЗ-14, Лида-1300, Lexion 600 (из-за их высокой стоимости). При уборке высокоурожайных хлебов самая низкая себестоимость уборки обеспечивается комбайнами Lexion 600.

Реально оценив потенциальные возможности выработки зерноуборочных комбайнов различного класса согласно планируемым показателям (табл. 5) и допустив общее количество машин в пределах 13 тыс. ед., можно сравнить технико-экономические показатели парка при различных вариантах комплектования с позиции стоимости, возможности уборки зерновых в оптимальные агротехнические сроки, потерь продукции при их несоблюдении.

Результаты расчета показателей работы имеющегося парка и семи других вариантов его комплектации представлены в табл. 6. Вариант VII рассчитан исходя из имеющейся структуры парка при условии полной замены комбайнов Дон-1500 и вывода из эксплуатации зерноуборочных комплексов КЗР-10, которые не обеспечивают выработку по своей пропускной способности. В данном случае уборка 10 млн т зерна может быть проведена за 16 дней. При этом отсчет агротехнического срока уборки (14 дней) начинается после уборки 5% площадей и достижения ежедневного показателя не менее 2,5%. В качестве агротехнического срока завершения уборки принимается дата, при которой убрано 95% площадей. Оставшаяся часть урожая обычно убирается в более поздние сроки из-за биологического состояния и позднего созревания ряда культур. Таким образом, в агротехнически допустимый агросрок (14 дней) должно быть убрано 90% урожая. Оптимальным по структуре парка является III вариант. В случае его применения 9896 тыс. т зерна будут убраны в агротехнический срок. Стоимость парка составит 6326,2 млрд руб., а себестоимость уборки зерна – 714,7 млрд руб., при этом потери от самоосыпания составят 3,72 тыс. т.

Таким образом, оптимальным по составу зерноуборочных комбайнов в республике будет парк, состоящий из 12240 комбайнов, в том числе класса 6–8 кг/с – 3060 ед. (25%), 8–10 кг/с – 4896 ед. (40%), 10–12 кг/с – 2448 ед. (20%) и свыше 12 кг/с – 1836 ед. (15%). Всего в парке для обеспечения коэффициента готовности 0,9 должно быть 13600 комбайнов. С учетом того, что уборка урожая в Брестской и Гомельской областях проходит на 7–10 дней раньше, чем в других, и имеется возможность переброски части наиболее производительных комбайнов в северные районы республики, уборка 10 млн т зерна будет обеспечена в агротехнические сроки.

Учитывая вышеизложенное, рекомендуем принять в качестве перспективного III вариант соотношения между классами зерноуборочных комбайнов при их общей численности 13,6 тыс. ед., в том числе: класса 6–8 кг – 3400 ед., 8–10 кг/с – 5440 ед., 10–12 кг/с – 2720 ед. и свыше 12 кг/с – 2040 ед.

Таблица 6. Варианты комплектования парка зерноуборочных комбайнов

Рассчитываемый вариант	Структура парка								Стоимость парка, млрд руб.	Намолот за агросрок, тыс. т.	Продолжительность уборки 10 млн т зерна, дней	Себестоимость уборки 10 млн т зерна, млрд руб.	Потери самоосыпанием от превышения агросрока уборки, тыс. т	Стоимость потерянному самоосыпанием зерна, млрд руб. (стоимость 1 т зерна 280 тыс. руб.)	Всего комбайнов, ед.	Всего комбайнов с учетом коэффициента готовности 0,9, ед.
	6–8 кг/с		8–10 кг/с		10–12 кг/с		свыше 12 кг/с									
	ед.	%	ед.	%	ед.	%	ед.	%								
Имеющийся парк	3549	27,6	7649	59,6	991	7,7	653	5,1	5494,2	8162,94	27*	–	481,56	144,5	12842	14269
Вариант I	3060	25	7344	60	1224	10	612	5	5692,0	8696,52	17	685,5	74,4	22,3	12240	13600
Вариант II	3060	25	6120	50	1836	15	1224	10	6009,0	9296,28	15	700,5	24,8	7,4	12240	13600
Вариант III	3060	25	4896	40	2448	20	1836	15	6326,2	9896,04	14,15	714,7	3,72	1,1	12240	13600
Вариант IV	2448	20	4896	40	3060	25	1836	15	6439,6	10195,92	13,73	721,3	–	–	12240	13600
Вариант V	2300	19,9	4353	37,7	2448	21,2	2448	21,2	6380,1	10000,0	14	732,7	–	–	11549	12833
Вариант VI	2050	18,3	3671	32,7	3060	27,2	2448	21,8	6298,0	10000,0	14	728,1	–	–	11229	12477
Вариант VII**	3549	27,6	7649	59,6	991	7,7	653	5,1	5916,9	8978,69	16	689,2	49,6	14,9	12842	14269

* Фактическая продолжительность уборки в 2008 г.

** Имеющийся парк с учетом замены Дон-1500 и вывода из эксплуатации КЗР-10.

Для обеспечения эффективной уборки урожая необходимо провести следующие мероприятия по оптимизации структуры и работы имеющегося парка зерноуборочных комбайнов:

в классе 6–8 кг/с списать устаревшие комбайны, заменить их современными КЗС-812 и довести их общее количество в парке до 3400 ед.;

в классе 8–10 кг/с поэтапно исключить из парка старые комбайны Дон-1500 и все КЗР-10, имеющие низкие сезонные намолоты, заменив их комбайнами КЗС-10 и доведя общее количество комбайнов данного класса до 5440 ед.;

в классе 10–12 кг/с увеличить поставку комбайнов КЗС-1218, доведя общее количество в составе парка до 2720 ед.;

количество комбайнов класса свыше 12 кг/с увеличить до 2040 ед. за счет закупки комбайнов КЗ-14 или аналогичного класса импортных комбайнов Lexion 580, Lexion 600, John Deere 9640;

в период уборки определенную часть самых высокопроизводительных комбайнов для обеспечения ими максимальной годовой выработки необходимо перебрасывать из южных регионов в северные;

в случае прогноза сложной высокоурожайной уборки аналогичная часть зерноуборочных комбайнов может быть до начала уборки перебросана из северных регионов республики в южные;

все физически изношенные и морально устаревшие комбайны должны быть поэтапно выведены из состава парка и заменены на новые с целью повышения коэффициента готовности с имевшегося при уборке урожая последних лет 0,75–0,8 до 0,9;

работа зерноуборочных комбайнов должна быть организована только в виде уборочно-транспортных отрядов. При работе комбайнов пропускной способностью свыше 10 кг/с для повышения коэффициента использования эксплуатационного времени смены обязательно должны использоваться передвижные накопители-перегрузчики зерна.

Литература

1. Ж а л н и н Э. В. Аксиоматизация земледельческой механики (начальные положения) / Э. В. Жалнин. – М.: ВИМ, 2002. – 203 с.
2. Агропромышленный комплекс (сельское хозяйство). – Т. 1. – Минск: ГИВЦ Минсельхозпрода, 2009. – 284 с.
3. Оптимизация состава средств механизации для растениеводства (методические рекомендации) / под ред. И. С. Нагорского. – Минск: ИМСХ НАН Беларуси, 2004. – 37 с.

*V. G. SAMOSYUK, V. P. CHEBOTAREV, A. V. LENSKY,
A. V. KNYAZEV, A. V. NOVIKOV*

ANALYSIS OF THE COMPOSITION AND THE OPTIMIZATION OF THE PARK STRUCTURE OF COMBINE-HARVESTERS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Summary

In the article the predicted amounts of grain products in the Republican regions are determined, and also the crop capacity distribution of crop areas in terms of the total grain yield of 10 mln tons is presented. The analysis of the existing park structure of combine-harvesters is made. The prime cost estimation of cereals harvesting depending on a combine type and grain crop yield is given.

The optimal park structure of combine-harvesters on the basis of the analysis of its technical and economic indices in different variants of supply in full sets is grounded. A complex of measures of the Republican combine-harvesters park optimization is presented.