

Обоснование типажа зерноуборочных комбайнов и жаток, применяемых в регионах Казахстана

Владимир Леонидович Астафьев¹,
доктор технических наук, профессор, директор;

Владимир Андреевич Голиков²,
академик НАН РК, главный научный сотрудник,
e-mail: kazniimech@yandex.kz

¹Костанайский филиал ТОО Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Костанай, Республика Казахстан;

²ТОО Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, г. Алматы, Республика Казахстан

Реферат. Парк зерноуборочных машин в Республике Казахстан представлен комбайнами 3, 4, 5 и 6 классов. Около 82 процентов парка составляют комбайны классов 3 и 4. По данным Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан 60 процентов зерноуборочных комбайнов имеет срок службы свыше 10 лет. (Цель исследования) Обосновать типаж зерноуборочных комбайнов и жаток по регионам Казахстана в связи с проводимым техническим переоснащением. (Материалы и методы) Выбор типажа зерноуборочных комбайнов осуществляли с учетом урожайности убираемых сельскохозяйственных культур, размера посевных площадей в хозяйствах и регионе, наличия механизаторских кадров, а также погодных условий регионов. (Результаты и обсуждение) С учетом фактической урожайности зерновых по годам в регионах и ее возможного потенциального уровня проанализировали наличие посевных площадей; наличие крупных и мелких хозяйств, штата механизаторов, а также погодные условия в уборочный период по регионам Казахстана. Провели расчеты производительности комбайнов различных классов на потенциальной урожайности жатками разной ширины захвата. Сопоставляя полученные результаты с данными по урожайности, организационно-хозяйственным и погодным условиям и вводя соответствующие ограничения, обосновали типаж зерноуборочной техники по регионам Казахстана. (Выводы) Установили, что в условиях северного и центрального регионов Казахстана наиболее эффективны комбайны 4, 5 и 6 классов при условии оснащения их широкозахватными жатками для прямого комбайнирования. В южном, западном и восточном регионах Республики, где возделывание зерновых осуществляется на богарных землях при дефиците влаги, должны использоваться преимущественно комбайны 3 и 4 классов.

Ключевые слова: зерноуборочные комбайны, жатки, типаж, зональные условия регионов.

■ **Для цитирования:** Астафьев В.Л., Голиков В.А. Обоснование типажа зерноуборочных комбайнов и жаток применяемых в регионах Казахстана // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2018. Т. 12. N4. С. 10-15. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-4-10-15

Determining the Range of Combine Harvesters and Headers for Kazakhstan Regions

Vladimir L. Astafyiev¹,
Dr.Sc. (Eng), professor, director;

Vladimir A. Golikov²,
Academician of Kazakhstan National Academy of
Sciences, chief research engineer, e-mail: kazniimech@
yandex.kz

¹Kostanay Branch of LLP “Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture”, Kostanay, Kazakhstan;

²LLP “Kazakh Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification in Agriculture”, Almaty, Kazakhstan

Abstract. The fleet of combine harvesters in the Republic of Kazakhstan consists of 3-, 4-, 5- and 6-class harvesters, and 3- and 4- class harvesters make up for almost 82% of the fleet. According to the data provided by the Kazakhstan Ministry of Agriculture, 60% of grain harvesters have a lifespan of more than 10 years. (Research purpose) To determine the range of grain harvesters and headers for Kazakhstan regions in view of ongoing technical re-equipment. (Materials and



methods) The range of grain harvesters should be determined according to the yield of harvested crops, the size of crop area on separate farms and in the region, the availability of machine operators as well as climatic conditions of the regions. (Results and discussions). The authors have analyzed the actual yield of grain crops in Kazakhstan regions, determined its possible expected level, and analyzed the number of machine operators required for available crop area, the number of small, medium and large-scale farms and climatic conditions during the harvest period in Kazakhstan regions. The efficiency of harvesters of different classes with headers of various operating width has been estimated taking into account the expected yield. Matching the obtained results to the yield data, organizational-and-economic and climatic conditions, and introducing appropriate limits, the authors have determined the range of grain harvesters for Kazakhstan regions. (Summary) It has been found that the harvesters of class 5, 6 and 4 are more effective under conditions of northern and central Kazakhstan regions provided they are equipped with wide-cut headers for direct harvesting. In southern, western and eastern Kazakhstan regions, where grain crops are cultivated on dry soils with an insufficient moisture content, combine harvesters of class 3 and 4 should be primarily used.

Keywords: combine harvesters, headers, range, regional conditions.

■ For citation: Astafyiev V.L., Golikov V.A. Determining the range of combine harvesters used in Kazakhstan regions. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny iologii.* 2018. 12(4): 10-15. DOI 10.22314/2073-7599-2018-12-4-10-15. (In Russian).

Парк зерноуборочных машин в Республике Казахстан представлен комбайнами 3, 4, 5, 6 классов. По данным МСХ РК на 01.01.2015 г. в Республике – 44,3 тыс. зерноуборочных комбайнов; из них 18,7 тыс. (42%) – Енисей 1200 и Енисей-950 Руслан, 15 тыс. (34%) – СК-5А Нива, 2,5 тыс. (5,7%) – Вектор, 1 тыс. (2,2%) – Дон-1500. Комбайнов, произведенных в дальнем зарубежье – 4,6 тыс. десяти разных марок. Таким образом, почти 82% парка составляют комбайны 3 и 4 классов. Парк зерноуборочной техники в основном представлен комбайнами следующих стран: Российская Федерация (ООО «Ростсельхозмаш», ООО «Красноярский комбайновый завод», АО «Промтрактор»); Республика Беларусь (ПО «Гомсельмаш», ПО «Агропромтехника»); Республика Казахстан (АО «Агромашхолдинг»); США (*JohnDeere, Challenger, MasseyFerquson, Case, NewHolland*), Германия (*Claas, DeutzFahr, Fendt*); Италия (*Laverda*); Финляндия (*Sampo*). По данным МСХ РК, 60% зерноуборочных комбайнов имеет срок службы свыше 10 лет, в связи с чем весьма актуален вопрос технического переоснащения парка зерноуборочных машин. Учитывая, что в последние годы существенно изменились организационно-хозяйственные условия по регионам Казахстана за счет увеличения доли крестьянских хозяйств и обострения дефицита механизаторских кадров, этот вопрос не может быть решен автоматической заменой старых комбайнов на новые того же класса.

Цель исследования – обоснование типажа зерноуборочных комбайнов и жаток по регионам Казахстана в связи с их техническим переоснащением.

Материалы и методы. Выбор типажа зерноуборочных комбайнов по классам обосновывают с учетом урожайности убираемых сельскохозяйственных культур, размера посевных площадей в хозяй-

ствах и регионе, наличия механизаторских кадров, а также погодных условий регионов [1-5]. При обосновании типажа зерноуборочных комбайнов исходили из следующих методических допущений:

- в регионах с высокой урожайностью и дефицитом механизаторских кадров следует использовать комбайны более высокого класса;

- уменьшение посевной площади в крестьянских хозяйствах приводит к снижению сезонной нагрузки на комбайн и, как следствие, к снижению класса применяемых комбайнов;

- в регионах с высокой вероятностью осадков целесообразно применять зерноуборочные комбайны более высокой производительности для исключения потерь продукции из-за неблагоприятных погодных условий;

- в регионах со средним уровнем урожайности загрузку комбайна высокого класса по пропускной способности можно обеспечить применением широкозахватных жаток и жаток-хедеров или переходом на раздельную уборку при подборе сдвоенных валков.

Производительность комбайна при прямом комбайнировании определяется в основном шириной захвата жатки и скоростью движения комбайна. Скорость комбайна при условии полной загрузки его молотилки определяли из условия:

$$V = \frac{36}{BV} q_3 \leq V_d, \tag{1}$$

где V – скорость комбайна, км/ч; q_3 – зональная пропускная способность комбайна хлебной массы при соотношении массы зерна к соломе 1:1,2, кг/с; V_d – допустимая скорость движения комбайнов 3-6 классов, км/ч; B – ширина захвата жатки, м; V – урожайность хлебной массы, т/га.

Степень загрузки молотилки при зональной уро-

жайности зерновых определяли по формуле:

$$C_3 = \frac{B}{q_3} \frac{V}{36} V_3 (1 + a_\phi) 100\%, \quad (2)$$

где C_3 – степень загрузки молотилки; V_3 – урожайность зерна в зональных условиях, т/га; a_ϕ – соломистость хлебной массы (отношение массы соломы к массе зерна), $a_\phi = 1,2$.

Ширину захвата жаток для повышения загрузки зерноуборочных комбайнов по пропускной способности при зональной урожайности зерновых определяли из условия:

$$B = \frac{36q_3}{(1 + a_\phi) V_d V_3} \leq [B], \quad (3)$$

где $[B]$ – максимально возможная ширина захвата хедеров и жаток-хедеров для агрегатирования с комбайнами 3-6 классов.

Результаты и обсуждение. На основе проведенного анализа уровня урожайности, организационно-хозяйственных и погодных условий по регионам Республики Казахстан обоснован перспективный типаж комбайнов и жаток по их классам для уборки зерновых в Казахстане.

Зерноуборочные комбайны классифицируются по величине пропускной способности хлебной массы (кг/с) следующим образом [6, 7]:

- 1 класс с пропускной способностью 0,5-1,5 кг/с – селекционные комбайны;
- 2 класс с пропускной способностью 2,5-3 кг/с, для малых хозяйств площадью 70-100 га;
- 3 класс с пропускной способностью 5,5-6 кг/с, для уборки полей урожайностью менее 25 ц/га;
- 4 класс с пропускной способностью 7-8 кг/с, для уборки полей урожайностью 25-40 ц/га;
- 5 класс с пропускной способностью 9-10 кг/с, для уборки полей урожайностью 40-55 ц/га;
- 6 класс с пропускной способностью 11-12 кг/с, для уборки полей урожайностью 50-60 ц/га;
- 7 класс с пропускной способностью 12-14 кг/с, для уборки полей урожайностью 60-100 ц/га.

В таблице 1 приведена урожайность пшеницы по регионам Казахстана, а средняя урожайность пшеницы за пять лет (2009-2014 гг.) по стране составила 11,5 ц/га.

Средняя и максимальная урожайность пшеницы за пять лет наибольшая в южном регионе, что в основном обусловлено наличием в этом регионе орошаемых земель, на которых возделывается озимая пшеница, где урожайность составляет 40 ц/га и более. Однако возделывание озимой пшеницы на орошаемых землях в последние годы сокращается, так как приоритеты в южном регионе отдаются другим культурам. Следует отметить, что зерноуборочными комбайнами убирают в Республике рис, урожайность которого в урожайные годы со-

ставляет 45 ц/га и более, и кукурузу на зерно, средняя урожайность которой равна 45 ц/га, а максимальная – 70 ц/га. Для уборки этих культур требуются комбайны с высокой пропускной способностью 5 и 6 классов. По данным МСХ РК, из-за изношенности техники потеря урожая в настоящее время составляет не менее 25%. Расчет типажа зерноуборочных комбайнов проводят с учетом возможности уборки потенциальной урожайности без планирования указанных потерь.

Таблица 1
УРОЖАЙНОСТЬ ПШЕНИЦЫ ПО РЕГИОНАМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
WHEAT YIELD IN SEPARATE REGIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Регион Region	Средняя урожайность пшеницы, ц/га, Average wheat yield, c/ha		Максимальная урожайность пшеницы, ц/га Maximum wheat yield, c/ha	
	фактическая actual	потенциальная potential	фактическая actual	потенциальная potential
Южный Southern	16,5	20,6	20,9	25,0
Восточный Eastern	12,3	15,4	14,2	18,0
Западный Western	5,6	7,0	8,4	10,0
Северный Northern	10,6	13,5	15,3	19,0
Центральный Central	10,5	13,1	11,0	14,0

В таблице 2 приведены размеры посевных площадей по регионам Республики Казахстан.

Наибольшая доля посевных площадей находится в северном регионе. Для этого региона характерно наличие хозяйств различных категорий (фермерских хозяйств, средних и крупных ТОО) с размерами посевных площадей соответственно 300-3000 га; 3000-10000; более 10000 га. Причем крупных и средних хозяйств в регионе более 20%, в них сосредоточен 71% посевных площадей. Начало уборочного периода (третья декада августа) обычно сухое, но в сентябре, как правило, начинаются дожди.

В восточном и южном регионах находится подавляющее большинство (более 90%) мелких фермерских хозяйств посевной площадью от 25 до 500 га. Размеры сельскохозяйственных предприятий этих регионов составляют от 130 до 7000 га [8]. В центральном регионе, как и в северном, характерны крупные и средние сельхозпредприятия, а в западном большую долю (более 80%) составляют мелкие фермерские хозяйства. Осень в южном, центральном и западном регионах обычно сухая.

В структуре комбайнового парка по Республике основу составляют комбайны 3 класса – 77,6%;



Таблица 2 Table 2
ПОСЕВНЫЕ ПЛОЩАДИ ПО РЕГИОНАМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
CROP AREAS IN SEPARATE REGIONS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

Регион Region	Посевная площадь / Crop area	
	тыс.га thousand ha	%
Южный Southern	2528	11,6
Восточный Eastern	1358	6,3
Западный Western	1105	5,1
Северный Northern	15521	71,8
Центральный Central	1119	5,2

4 класса – 11,2; 5 класса – 7,8 и 6 класса – 3,4%. Однако по регионам распределение не одинаковое. Так, в южном регионе комбайнов 3 класса – 90,6%; 4 класса – 4,4; 5 класса – 3; 6 класса – 2%. В северном регионе комбайнов 3 класса – 70,7%; 4 класса – 14,6; 5 класса – 8,2; 6 класса – 5,8%.

Таким образом, в северном регионе, где наибольшие площади зерновых с относительно высокой урожайностью, доля высокопроизводительных комбайнов 4, 5 и 6 классов составляет около 30%, в то время как в южном регионе – 9,4%, а в целом по

Республике – 22,4%. Увеличение в северном регионе доли комбайнов высоких классов обусловлено ограниченными сроками благоприятной погоды в осенний период и стремлением сельхозтоваропроизводителей максимально увеличить производительность машин в уборочном процессе при нехватке механизаторов.

Определим производительность и степень загрузки молотилки различных классов комбайнов при разной урожайности зерновых. Рекомендуемая скорость комбайна при прямом комбайнировании – 4-8 км/час [9-11]. Между тем, по результатам испытаний комбайнов 3, 4, 5, 6 классов в КФ КазНИИМЭСХ в условиях регионов Казахстана при низкой урожайности зерновых для комбайнов 3, 4 классов скорости – $V_d \leq 8$ км/ч, для комбайнов 5 класса – $V_d \leq 9$ км/ч и для комбайнов 6 класса – $V_d \leq 10$ км/ч.

Комбайны классов 3-4 недостаточно загружены на уборке хлебов урожайности 12 ц/га (табл. 3). Для повышения их загрузки необходимо использовать жатки с большей шириной захвата. Однако широкозахватные жатки можно эффективно применять в степных районах, в предгорных районах их использование нарушает устойчивость движения уборочного агрегата. Применение комбайна класса 5 типа ACROS-530 с жаткой шириной захвата [B]=11 м при уборке хлебостоя урожайностью

Таблица 3 Table 3
Производительность комбайнов за 1 час основного времени и степени загрузки на уборке зерновых с различной урожайностью
PERFORMANCE OF COMBINE HARVESTERS PER 1 HOUR OF OPERATION DEPENDING ON WORK LOAD IN HARVESTING GRAIN CROPS OF DIFFERENT YIELD LEVEL

Класс комбайнов и марка Harvester class and make	Исходные условия / Initial conditions						
	Урожайность зерна, т/га Grain yield, q/ha	Пропускная способность, кг/с Thresher capacity, kg/s	Ширина захвата жатки, м Working width, m	Скорость комбайна, км/ч Velocity, km/h	Фактическая подача хлебной массы, кг/с Actual feeding rate, kg/s	Степень загрузки комбайна, % Loading rate, %	
3 класс 3 class	СК-5М-1 «Нива» / SK-5M-1 "Niva"	12	5,5	6	8	4,8	64
	СК-5МЭ-1 «Нива-Эффект» / SK-5ME-1 "Niva-Eff."	15	5,5	6	8	4,8	80
		17	5,5	5	8	4,0	91
		20	5,5	5	7	3,5	93
	Енисей-1200-1НМ / Enisey-1200-1NM	12	6,3	7	8	5,6	65
	15	6,3	7	8	5,6	81	
4 класс 4 class	PCM-101 «Вектор» / RSM-101 "Vektor"	12	8	7	8	5,6	51
		15	8	7	8	5,6	64
		17	8	7	8	5,6	73
	Палессе GS 07 (КЗС-7) / Palesse GS 07 (KZS-7)	12	8	9	8	7,2	66
		15	8	9	8	7,2	83
	17	8	9	8	7,2	93	
5 класс 5 class	ACROS-530 / ACROS-530	12	10	11	8	8,8	65
		15	10	11	8	8,8	81
		17	10	11	8	8,8	83
		40	10	6	6,1	3,7	90
6 класс 6 class	Палессе GS 12 (КЗС-1218) / Palesse GS 12 (KZS-1218)	12	12	12	10	12,0	63
		15	12	12	10	12,0	92
		17	12	12	9	10,8	93
		40	12	6	8	4,8	88

Таблица 4		Table 4				
ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ТИПАЖ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ PERSPECTIVE RANGE OF GRAIN COMBINE HARVESTERS						
Класс комбайна Combine harvester class	Регионы / Regions					В целом по РК For Kazakhstan as a whole
	северный northern	южный southern	центральный central	восточный eastern	западный western	
3	–	+	+	+	+	+
4	+	+	+	+	+	+
5	+	+	+	+	+	+
6	+	+	+	–	–	+

зерна 12 ц/га, 15 и 17 ц/га в северном регионе Республики позволяет увеличить фактическую подачу (и производительность) в 1,7-2,5 раза по сравнению с комбайнами 3 класса. При этом средняя загрузка молотилки у комбайна 5 класса составляет 64% при урожайности 12 ц/га, при урожайности 15 ц/га – 80%, при урожайности 17 ц/га – 80%. В первом случае комбайн недогружен примерно на треть, а в последнем загружен практически полностью. При использовании комбайнов 6 класса с жатками захватом 12 м погектарная производительность еще выше, так как эти комбайны работают при урожайности 12-17 ц/га с допустимыми потерями на скорости до 10 км/ч. Таким образом, применение комбайнов 6 класса с широкозахватными жатками может поднять погектарную производительность на уборке зерновых урожайностью 12-17 ц/га вдвое по сравнению с комбайнами 3 и 4 классов.

Соответствие ширины захвата жаток типу зерноуборочных комбайнов определяли по формуле (3). В настоящее время ширина захвата жаток прямого комбайнирования к комбайнам 3 класса составляет 5-6 м; 4 класса – 6-9 м; 5 класса – 6-12 м; 6 класса – 9-12 м. Для повышения загрузки молотилки и производительности уборки комбайнов класса 3, 4, 5 и 6 ширину захвата жаток прямого комбайнирования необходимо увеличить до верхних пределов во всех регионах Казахстана за исключением предгорных районов и полей на поливе.

Проведенный анализ, а также опыт передовых хозяйств северного региона, являющегося основным производителем зерна, позволил выявить перспективный типаж зерноуборочных комбайнов в Республике: это комбайны 3; 4; 5 и 6 классов (табл. 4).

В южном регионе, где возделывают на орошае-

мых землях озимую пшеницу, рис, кукурузу на зерно высокой урожайности, найдут применение комбайны 5 и 6 классов (табл. 4).

Однако в связи со значительной долей мелких фермерских хозяйств основу комбайнового парка составят комбайны 3 класса. В западном и восточном регионах республики, где возделывают зерновые осуществляется на богарных землях при дефиците влаги, следует преимущественно использовать комбайны 3 и 4 классов. Это обусловлено большой долей мелких хозяйств, а также низкой урожайностью зерновых (западный регион). Комбайны более высокого класса целесообразно применять в центральном и западном регионах в крупных и средних сельхозпредприятиях при нехватке механизаторских кадров, а в восточном регионе – при высокой урожайности зерновых. Так, в северном регионе, где более высокая урожайность зерновых и велика доля крупных и средних хозяйств с выраженной нехваткой механизаторских кадров, наиболее эффективны комбайны 5 и 6 классов при условии оснащения их широкозахватными жатками для прямого комбайнирования и раздельной уборки. В более мелких хозяйствах найдут применение комбайны 4 класса, также оснащенные широкозахватными хедерами. Расчеты показывают, что при переходе на перспективный типаж зерноуборочных комбайнов и жаток и при соответствующем их количестве можно обеспечить проведение уборочных работ в требуемые агросроки.

Выводы

1. Установлено, что в условиях основных зерносеющих (северного и центрального) регионов Казахстана, характеризующихся значительной долей крупных и средних хозяйств с выраженной нехваткой механизаторских кадров, наиболее эффективны комбайны 4, 5 и 6 классов при условии оснащения их широкозахватными жатками для прямого комбайнирования и раздельной уборки.

2. В южном регионе, в связи со значительной долей мелких фермерских хозяйств основу комбайнового парка составят комбайны 3 класса. В районах, где возделываются на орошаемых полях озимая пшеница, рис, кукуруза на зерно, имеющие высокую урожайность, могут быть использованы комбайны 5 и 6 классов.

3. В западном и восточном регионах Республики, где возделывают зерновые осуществляется на богарных землях при дефиците влаги, преимущественно используются комбайны 3 и 4 классов. Это обусловлено большой долей мелких хозяйств, а также низкой урожайностью зерновых (западный регион).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чепурин Г.Е., Иванов Н.М., Кузнецов А.В. и др. Уборка и послеуборочная обработка зерновых культур в экстремальных условиях Сибири: Рекомендации. М: Росинформагротех. 2011. 175 с.
2. Жалнин Э.В. Методологические аспекты механизации производства зерна в России. М.: Полиграф-сервис. 2012. 368 с.
3. Астафьев В.Л. Как технику подготовишь, так и убе-



решь // *Запчасти. КЗ.* 2014. №9. С. 24-25.

4. Файффер А. Учесть все факторы // *Новое сельское хозяйство.* 2015. №1. С. 38-40.

5. Воронкин Г.П. Неравномерность созревания и уборка зерновых культур в непогоду: Омск: ВПО «ОмГАУ». 2005. 132 с.

6. Лачуга Ю.Ф., Горбачев И.В., Ежевский А.А., Измайлов А.Ю., Кряжков В.М., Антышев Н.М., Бабченко В.Д., Бейлис В.М., Голубкович А.В., Гришин А.П., Евтюшенков Н.Е., Жалнин Э.В., Жук А.Ф., Колесникова В.А., Левина Н.С., Личман Г.И., Марченко Н.М., Марченко Л.А., Марченко О.С., Михеев В.В. и др. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года. Т. 1. Растениеводство. М.: ВИМ, 2012. 303 с.

7. Жалнин Э.В. Типаж комбайнов: какой есть и какой нужен // *Сельский механизатор.* 2012. №8. С. 6-8.

8. Голиков В.А., Усманов А.С., Астафьев В.Л. и др. Система технологий и машин для комплексной механизации растениеводства в Казахстане на период до 2021 года: Рекомендации. Алматы, 2017. 128 с.

9. Bawatharani R., Jayatissa D.N., Dharmasena D.A.N., Bandara M.H.M.A. Impact of Reel Index on Header Losses of Paddy and Performance of Combine Harvesters // *Tropical Agricultural Research.* 2013. Vol. 25. pp. 3-16.

10. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники, часть II. Нормативно-справочный материал. М.: 1998. 251 с.

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. Chepurin G.Ye., Ivanov N.M., Kuznetsov A.V. et al. Uborka i posle-uborochnaya obrabotka zernovykh kul'tur v ekstremal'nykh usloviyakh Sibiri: Rekomendatsii [Harvesting and post-harvest treatment of grain crops under extreme conditions of Siberia: Recommendations]. M.: Rosinformagrotekh. 2011: 175. (In Russian)

2. Zhalnin E.V. Metodologicheskiye aspekty mekhanizatsii proizvodstva zerna v Rossii [Methodological aspects of grain production mechanization in Russia]. M.: Poligraf-servis. 2012: 368. (In Russian)

3. Astaf'yev V.L. Kak tekhniku podgotovish', tak i uberesh' [Machinery readiness determines the efficiency of harvesting] // *Запчасти. КЗ.* 2014. №9: 24-25. (In Russian)

4. Faiffer A. Uchest' vse faktory [Taking all factors into account] // *Novoye sel'skoye khozyaystvo.* 2015. №1. 38-40. (In Russian)

5. Vorovkin G.P. Neravnomernost' sozrevaniya i uborka zernovykh kul'tur v nepogodu [Uneven ripening and harvesting of crops in bad weather]: Омск: VPO "OmGAU". 2005. 132. (In Russian)

6. Lachuga Yu.F., Gorbachev I.V., Ezhevskii A.A., Izmailov A.Yu., Kriazhkov V.M., Antyshev N.M., Babchenko V.D., Beilis V.M., Golubkovich A.V., Grishin A.P., Evtushenkov N.E., Zhalnin E.V., Zhuk A.F., Kolesnikova V.A., Levina N.S., Lichman G.I., Marchenko N.M., Marchenko L.A., Marchenko O.S., Mikheev V.V. и др. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda

[System of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period until 2020]. Vol. 1. Rasteniyevodstvo [Crop cultivation]. M.: VIM, 2012. 303. (In Russian)

7. Zhalnin Ye.V. Tipazh kombaynov: kakoy yest' i kakoy nuzhen [Range of combines: actually available and required] // *Sel'skiy mekhanizator.* 2012. №8. 6-8. (In Russian)

8. Golikov V.A., Usmanov A.S., Astaf'yev V.L. et al. Sistema tekhnologiy i mashin dlya kompleksnoy mekhanizatsii rasteniyevodstva v Kazakhstane na period do 2021 goda: Rekomendatsii [A system of technologies and machines for integrated mechanization of plant growing in Kazakhstan for the period up to 2021: Recommendations]. Алматы, 2017. 128. (In Russian)

9. Bawatharani R., Jayatissa D.N., Dharmasena D.A.N., Bandara M.H.M.A. Impact of Reel Index on Header Losses of Paddy and Performance of Combine Harvesters // *Tropical Agricultural Research.* 2013. Vol. 25. 3-16. (In English)

10. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti tekhnologiy i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki, chast' II. Normativno-spravochnyy material [Methodology for determining the economic efficiency of farm production technologies and machinery, Part II. Regulations and reference material]. M.: 1998: 251. (In Russian)

11. Zhalnin E.V., Tsench Yu.S., P'yanov V.S. Analysis method of combine harvesters technical level by functional and structural parameters // *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii.* 2018. 12(2). 4-8. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 13.06.2018
The paper was submitted
to the Editorial Office on 13.06.2018

Конфликт интересов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья принята к публикации 06.08.2018
The paper was accepted
for publication on 06.08.2018

Conflict of interest.

The authors declare no conflict of interest.