

УДК 631.171

UDC 631.171

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КОМБАЙНОВОГО ПАРКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ УБОРКИ

A METHOD OF CALCULATING THE COMBINE PARK IN VARIOUS CONDITIONS OF CLEANING

Пьянов Виктор Сергеевич
к.т.н., доцент

Pianov Victor Sergeevich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Малиев Владимир Хамбиевич
д.т.н., профессор

Maliev Vladimir Khambievich
Dr.Sci.Tech., professor

Данилов Михаил Владимирович
к.т.н., доцент

Danilov Mikhail Vladimirovich
Cand.Tech.Sci., assistant professor

Высочкина Любовь Игоревна
к.т.н., доцент
*ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
355017, Зоотехнический переулок, 12,
г. Ставрополь, Ставропольский край, Россия*

Vysochkina Lyubov Igorevna
Cand.Tech.Sci., assistant professor
*FSBEI HE "Stavropol State Agrarian University"
355017, Zootekhnicheskij per., 12, Stavropol,
Stavropol Krai, Russia*

В статье рассматривается методика расчета комбайнового парка при различных условиях уборки. Авторами рассматриваются два варианта оптимизации парка комбайнов: первый, когда уборочная площадь задана, второй, когда уборочная площадь не задана. В первом случае парк комбайнов рассчитывается под известную площадь с разной продолжительностью уборки, но в границах агросрока. Во втором варианте обосновывается парк комбайнов и рассчитывается, какую площадь он сможет убрать при различной продолжительности уборочных работ

The article discusses the technique of calculating the combine harvester under various harvesting conditions. The authors consider two options for optimizing the fleet of combines: the first, when the harvested area is set, the second, when the harvested area is not specified. In the first case, the harvester park is calculated for a known area with different harvesting times, but within the boundaries of the agro-industry. In the second variant, a park of harvesters is justified and it is calculated how much space it will be able to clean for a different duration of harvesting operations

Ключевые слова: МЕТОДИКА, КОМБАЙН, ОПТИМИЗАЦИЯ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ВАЛОВОЙ СБОР, УРОЖАЙНОСТЬ

Keywords: METHOD, COMBINE, OPTIMIZATION, PRODUCTIVITY, GROSS COLLECTION, YIELD

Doi: 10.21515/1990-4665-131-084

Производство зерна является ведущей отраслью сельскохозяйственного хозяйства России, так как во многом определяет продовольственную безопасность страны. Повышение эффективности производства зерна в хозяйствах во многом определяется совершенствованием материально-технической базы хозяйств и её оптимальными условиями эксплуатации.

Валовой сбор зерна зависит от многих факторов, в том числе и от суточных темпов уборки культуры, которые определяются

количественным составом комбайнов в хозяйстве, их суточной производительностью. Оптимальным будет такой парк комбайнов, который обеспечивает максимальный валовой сбор зерна при минимальных затратах труда и средств.

Применительно к масштабам страны в целом или даже отдельным ее регионам, обоснование оптимальной потребности в комбайнах и их годовой загрузки представляет собой решение сложной многоуровневой научно-технической и программно-вычислительной задачи, называемой парковой. Сложность решения этой оптимизационной задачи, как уже выше упоминалось, вызвана тем, что в этих методах расчета производительность комбайнов и эксплуатационные издержки генерируются в зависимости от условий уборки и многих производственных факторов.

Методика расчета комбайнового парка основана на расчете натуральных и технико-экономических показателей [1]. В качестве натуральных показателей мы приняли количественный состав комбайнов, число трактористов-машинистов, расход ТСМ, валовой сбор зерна, продолжительность уборки, биологические потери зерна, площадь уборки, коэффициент полезного действия парка комбайнов (рисунок 1). В качестве технико-экономических показателей приняты эксплуатационные затраты, расчет которых выполнен в соответствии с установленными методиками, но с некоторой корректировкой составляющих элементов. В предлагаемой методике вместо расчетных значений эксплуатационных издержек [2], мы принимаем среднестатистические данные за последние 5 лет по конкретному хозяйству в соответствии с их бухгалтерской отчетностью. При существующих ценах на все виды ресурсов диапазон эксплуатационных затрат во всех основных регионах уборки зерновых в России приблизительно принимается равными.

Рассмотрим два варианта комплектования парка комбайнов: первый, когда уборочная площадь задана, второй, когда уборочная площадь не задана [3, 4].

В первом случае парк комбайнов рассчитывается под известную площадь с разной продолжительностью уборки, но в границах агросрока.

Во втором варианте обосновывается парк комбайнов и рассчитывается, какую площадь он сможет убрать при различной продолжительности уборочных работ. Этот вариант типичен для сельхозпредприятий с ограниченными финансовыми ресурсами.

Исходя из того, что валовой сбор зерна зависит от суточных темпов уборки, то возникает многовариантность комбайновых парков. Например, небольшой парк относительно исходной площади требует меньших материально-технических затрат и трудоемкости, но он сможет убрать заданную площадь в течение длительного времени с большими потерями зерна. Большой парк может быстро закончить уборку с незначительными потерями урожая, но потребует существенных затрат на его приобретение и содержание. Отсюда возникают многочисленные альтернативные варианты, некоторые из которых представлены в таблице.

Таблица - Варианты структуры комбайнового парка

Варианты	Преимущества	Недостатки
1. Парк состоит из небольшого количества комбайнов класса 5-6 кг/с, но с большой удельной нагрузкой на комбайн - до 500 га за сезон.	Сравнительно малые стоимость парка и затраты на уборку. Меньше нужно механизаторов и транспорта.	Длительные сроки уборки, большие биологические потери зерна (25-30%) от исходного урожая, нарушение агросроков.
2. Парк состоит из большого количества комбайнов класса 5-6 кг/с, с нагрузкой до 200 га на комбайн	Возможно небольшое превышение агросрока уборки, потери зерна до 10%.	Повышенная стоимость парка, более высокие затраты на уборку, увеличение числа механизаторов.
3. Парк состоит из малого количества комбайнов с высокой производительностью 12-14 кг/с.	Возможна уборка в агросрок с минимальными потерями.	Высокая стоимость парка с большей себестоимостью уборки.
4. Парк состоит из большого количества комбайнов с высокой производительностью (10-14 кг/с).	Гарантированная уборка в агросрок с минимальными потерями.	Большие затраты ресурсов всех видов, высокая себестоимость работ.
5. Парк состоит из комбайнов разной производительности с оптимальной годовой загрузкой.	Возможно оптимальное использование комбайнов на полях с разной урожайностью	Разномарочность комбайнов усложняет их эксплуатацию и организацию уборочных работ.
6. Парк частично состоит из арендованных комбайнов с оплатой только стоимости аренды.	Возможно соблюдение агросроков уборки с минимальными потерями.	Конечный эффект зависит от стоимости аренды комбайнов и стоимости зерна.

Последовательность реализации методики расчета по первому варианту следующая. За основу берется имеющейся в стране типаж комбайнов с пропускной способностью $q_k = 6$ кг/с («Нива-Эффект»); 7,7 кг/с («Vector»); 10 кг/с («Acros») и 12 кг/с («Torum»). Такое допущение продиктовано необходимостью обосновать для сельхозпредприятий парк, состоящий из реально выпускаемых комбайнов. Однако, можно использовать при расчете и другие марки комбайнов, необходимо только указать их суточную производительность. Рассчитывается фактическая подача хлебной массы в комбайн q_ϕ , его производительность с учетом коэффициента вариации урожайности зерна V_{yp} и соответственно величины подачи хлебной массы в комбайн:

$$q_\phi = q_k (1 \pm V_{yp}) \quad (1)$$

Производительность комбайнов в час чистого времени по зерну:

$$W_3 = \frac{3,6q_k (1 \pm V_{yp})}{1 + \alpha_\phi} \quad (2)$$

Производительность комбайнов в час чистого времени в гектарах уборанной площади:

$$W_k = \frac{1}{Y_o} \frac{3,6 \cdot q_k (1 \pm V_{yp})}{1 + \alpha_\phi} \quad (3)$$

Производительность комбайнов в час эксплуатационного времени в гектарах уборанной площади:

$$W_k = \frac{1}{Y_o} \frac{3,6q_k (1 \pm V_{yp}) T_c \cdot K_{\text{экс}}}{(1 + \alpha_\phi)} \quad (4)$$

Когда площадь уборки S_o известна и задан агротехнический срок уборки $T_{уб}$, определяем потенциальный темп уборки каждым комбайном в сутки.

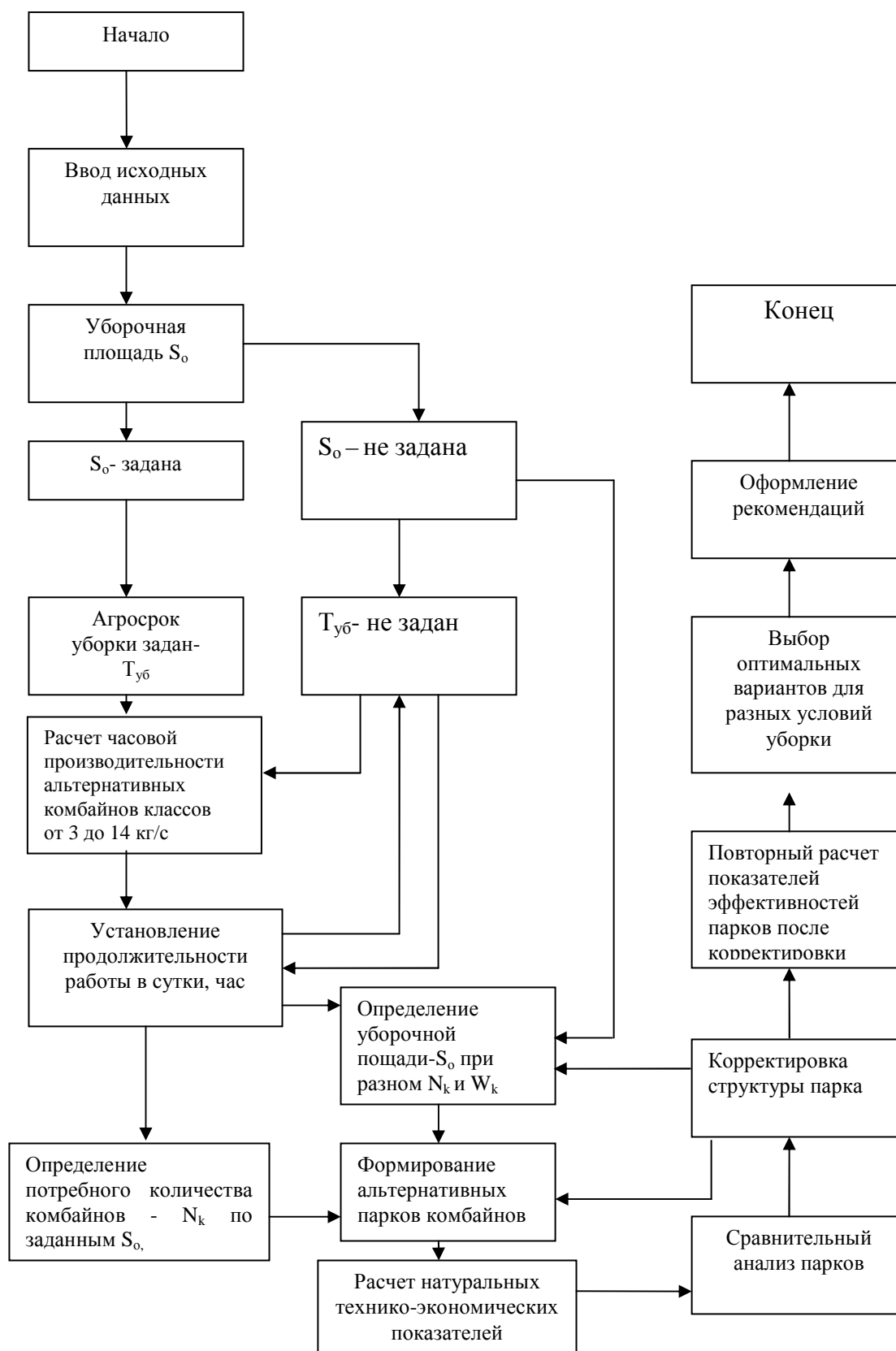


Рисунок 1 - Алгоритм оптимизации комбайнового парка

Например, при $T_{см} = 12$; $K_{экс} = 0,7$; $Y_0 = 4,0$ т/га; $V_{ур} = 0,2$; $\alpha_\phi = 1,2$ для комбайна «Нива-Эффект» при потерях зерна за молотилкой более 1,5%

$$T_{уб} = \frac{1}{4,0} \frac{3,6 \cdot 6,0(1+0,2) \cdot 10 \cdot 0,7}{(1+1,2)} = 20,6 \text{га / сутки};$$

при потерях менее 1,5% $T'_{уб} = \frac{1}{4,0} \frac{3,6 \cdot 6,0(1-0,2) \cdot 10 \cdot 0,7}{(1+1,2)} = 13,7 \text{га / сутки}.$

Аналогично проводим расчет для других марок комбайнов и определяем потребное количество комбайнов каждого класса для уборки заданной площади S_0 в заданный агротехнический срок при нелимитируемых потерях зерна $V_{y_0} = 0,2$:

$$N_1 = \frac{S_0}{20,6 \cdot T_{уб}},$$

$$N_2 = \frac{S_0}{26,44 \cdot T_{уб}}; N_3 = \frac{S_0}{34,34 \cdot T_{уб}}; N_4 = \frac{S_0}{41,2 \cdot T_{уб}} \quad (5)$$

При потерях зерна на уровне нормативных – 1,5%

$$N'_1 = 0,06N, N'_2 = 0,06N_2, N'_3 = 0,06N_3, N'_4 = 0,06N_4 \quad (6)$$

Из графиков, построенных для разных значений S_0 и $V_{ур}$ (рисунок 2 и 3) видно, что за 12 дней при средней урожайности зерна 4 т/га и его вариации + 20% можно убрать площадь в 5 тыс. га комбайновым парком, состоящим из 20 или 10 единиц «Торум 740».

При $V_3 = - 20\%$ соответственно 30 комбайнов «Нива-Эффект» и 15 единиц «Торум 740». Для уборочной площади от 8 до 10 тыс. га оптимальное количество зерноуборочных комбайнов класса 10 кг/с с учетом вариации урожайности составляет от 32 до 35 единиц.

При площади $S_0 = 6$ тыс. га потребность в комбайнах «Нива-Эффект» составляет 25 единиц, а при 12 тыс. га около 49. Потребность в комбайнах типа «Acros» соответственно 15 и 30 ед., а в комбайнах типа «Торум» 12 и 24 ед.

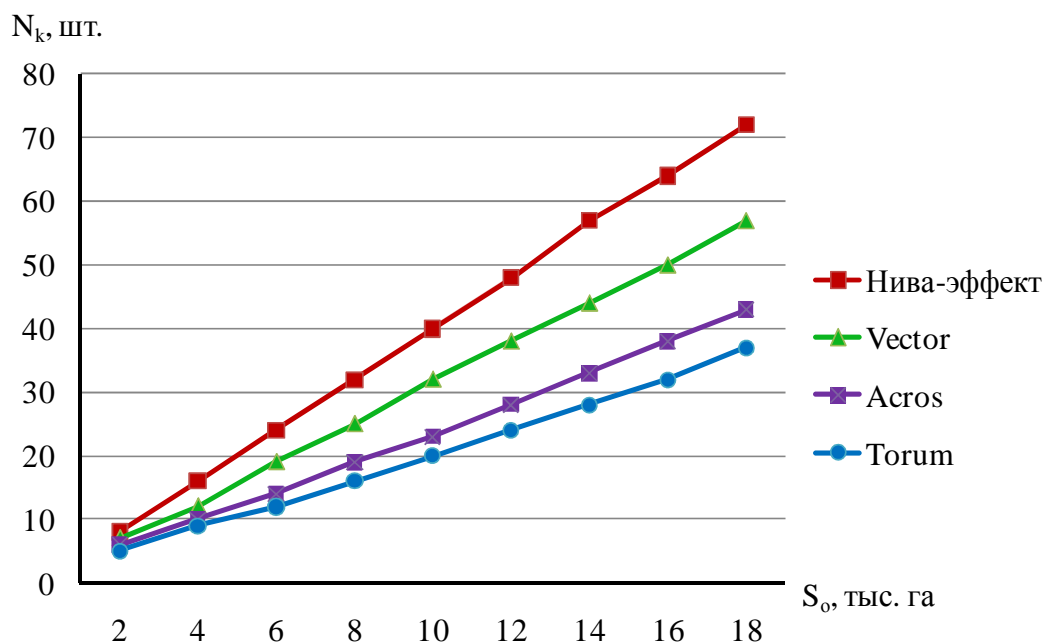


Рисунок 2 - Потребное количество комбайнов разных классов при большем отклонении урожайности зерна ($Y_0 = 4,0$ т/га; $T_{уб} = 12$ дней; $T_{см} = 12$ ч; $K_{экс} = 0,7$; $V_{ур} = 0,2$).

Отклонение урожайности зерна в меньшую сторону влечет за собой снижение производительности комбайнов (рисунок 3). При тех же данных потребность в комбайнах «Нива-Эффект» выросла с 24 до 36 при 6 тыс. га и с 49 до 72 шт. и соответственно в комбайнах «Acros» и «Torum» с 15 до 22 и с 30 до 44 шт.

Подобная тенденция сохраняется и при иных урожайностях зерна, что свидетельствует о повышении эффективности зерноуборочных комбайнов высоких классов с ростом уборочной площади. Следовательно, для хозяйств с крупнотоварным производством зерна целесообразным является использование комбайнов класса 10 кг/с и более.

Во втором варианте для каждого комбайна по формуле (6) рассчитывается возможная уборочная площадь, которую он может убрать за период $T_{см}$ и $T_{уб}$, далее эти площади суммируются, и определяется общая площадь, которую может убрать имеющийся в хозяйстве парк комбайнов за определенный период.

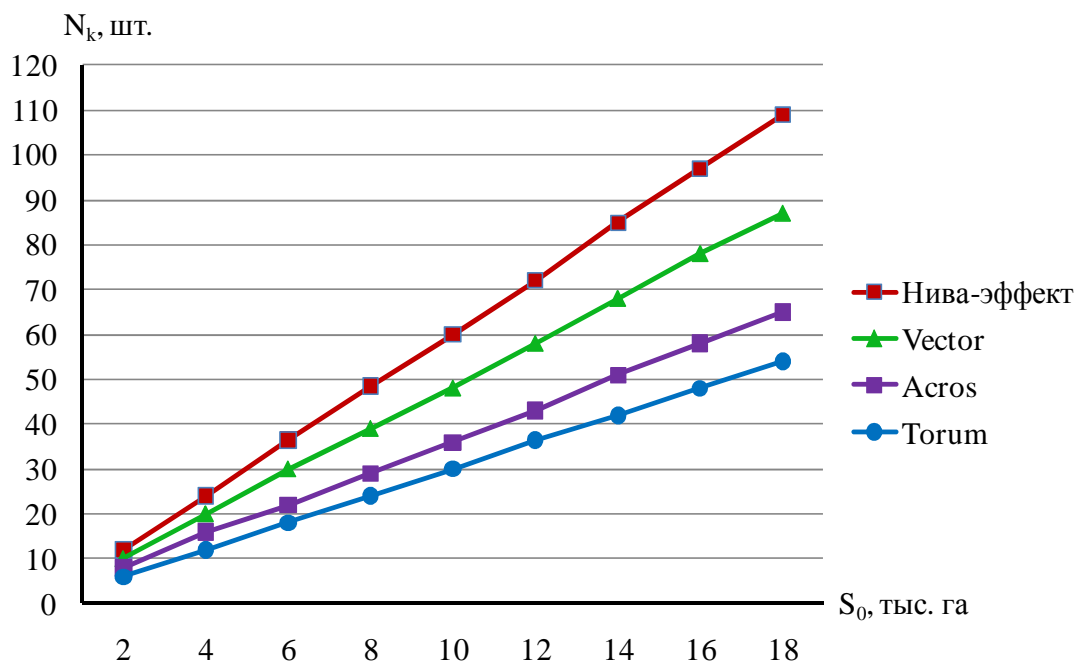


Рисунок 3 - Потребное количество комбайнов разных классов при меньшем отклонении вариации урожайности зерна ($Y_0 = 4,0$ т/га; $T_{y6} = 12$ дней; $T_{cm} = 12$ ч; $K_{экс} = 0,7$; $V_{yp} = 0,2$).

Если этот период не удовлетворяет хозяйство из-за своей продолжительности и смещения сроков выполнения послеуборочных сельскохозяйственных работ, то парк зерноуборочных комбайнов корректируется, закупаются новые комбайны или берутся в аренду в других хозяйствах. Целесообразность корректировки парка комбайнов уточняется после выполнения технико-экономических расчетов.

Список литературы

1. Пьянов, В.С. Крупнотоварное производство зерна. (Монография). Ставрополь: «Агрус», 2014. – 240 с.
2. Стандарт отрасли ОСТ 10.2.11-2000 Машинные технологии производства, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. Методы экономической оценки. - МСХ РФ, 2000.
3. Свид. №2014618725 РФ от 20.09.2014. Расчет сравнительной эффективности альтернативных хозяйственных парков зерноуборочных комбайнов / В.С. Пьянов, В.В. Цыбулевский, Ш.Н. Богус; заяв.11.07.2014; зарегистр. 28.08.2014.
4. Жалнин, Э.В. Обобщенная оценка эффективности комбайнового парка комбайнов / Э.В. Жалнин, В.С. Пьянов //Сельскохозяйственные машины и технологии. – М.: ВИМ, 2012. - №4. - С. 43-45.

5. Технологические регулировки современных зерноуборочных комбайнов: учебное пособие / С.А. Овсянников, Е.В. Герасимов, Г.Г. Шматко; Ставропольский гос. аграрный ун-т.-Ставрополь: АГРУС, 2015.-92 с.

6. Анализ конструкций бункеров зерноуборочных комбайнов и пути повышения производительности работы выгрузных устройств/С.Д. Ридный, Е.В. Герасимов, С.А. Овсянников, Г.Г. Шматко//Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию факультета механизации сельского хозяйства, в рамках XVII Междунар. агропромышленной выставки "Агроуниверсал-2015". Ставрополь, 2015. С. 35-39

REFERENCES

1. P'janov, V.S. Krupnotovarnoe proizvodstvo zerna. (Monografija). Stavropol': «Agrus», 2014. – 240 s.
2. Standart otrasli OST 10.2.11-2000 Mashinnye tehnologii proizvodstva, hranenija i pererabotki sel'skohozjajstvennoj produkcii. Metody jekonomicheskoj ocenki. - MCX RF, 2000.
3. Svid. №2014618725 RF ot 20.09.2014. Raschet sravnitel'noj jeffektivnosti al'ternativnyh hozjajstvennyh parkov zernouborochnyh kombajnov / V.S. P'janov, V.V. Cybulevskij, Sh.N. Bogus; zajav.11.07.2014; zaregistr. 28.08.2014.
4. Zhalnin, Je.V. Obobshhennaja ocenka jeffektivnosti kombajnovogo parka kombajnov / Je.V. Zhalnin, V.S. P'janov //Sel'skohozjajstvennye mashiny i tehnologii. – M.: VIM, 2012. - №4. - S. 43-45.
5. Tehnologicheskie regulirovki sovremennyh zernouborochnyh kombajnov: uchebnoe posobie / S.A. Ovsjannikov, E.V. Gerasimov, G.G. Shmatko; Stavropol'skij gos. agrarnyj un-t.-Stavropol': AGRUS, 2015.-92 s.
6. Analiz konstrukcij bunkerov zernouborochnyh kombajnov i puti povyshenija proizvoditel'nosti raboty vygruznyh ustrojstv/S.D. Ridnyj, E.V. Gerasimov, S.A. Ovsjannikov, G.G. Shmatko//Aktual'nye problemy nauchno-tehnicheskogo progressa v APK: materialy XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvjashh. 65-letiju fakul'teta mehanizacii sel'skogo hozjajstva, v ramkah XVII Mezhdunar. agropromyshlennoj vystavki "Agrouniversal-2015". Stavropol', 2015. S. 35-39