

УДК 656.073.7:631.554

05.00.00 Технические науки

**ПРОГРАММА ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПОТРЕБНОСТИ В АВТОТРАНСПОРТЕ ПРИ
УБОРКЕ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР С УЧЕТОМ
СЛУЧАЙНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ
ПРОЦЕССА**

Сенькевич Анна Александровна
канд. техн. наук, доцент
РИНЦ SPIN-код = 9331-3951
E-mail: anna-senkev@mail.ru

Зубов Иван Юрьевич
студент магистратуры
РИНЦ SPIN-код = 8722-7594
E-mail: ivan-zub@inbox.ru
*ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный
университет», Азово-Черноморский инженерный
институт, г. Зерноград Ростовской области,
Россия*

Статья представляет программу для ЭВМ, которая позволяет определять потребность в автотранспорте для транспортного обслуживания зерноуборочных комбайнов на уборке зерновых культур. Программа обладает простым и интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, имеет гибкую систему настроек, позволяет изменять исходные данные под особенности и нужды любого сельхозпредприятия. Она не требует инсталляции, и может работать в любых операционных системах, где могут работать офисные приложения компании Microsoft. Для использования программы не требуется специального обучения и углубленных знаний компьютера и математической статистики. Ее может использовать любой специалист сельхозпредприятия. Программа учитывает законы распределения случайных составляющих технологического процесса уборки. Эти особенности процесса важно учитывать, так как расчет по детерминированным значениям очень приблизителен. Ошибки в проектировании состава уборочно-транспортного комплекса ведут к непроизводительным простоям машин либо к потерям урожая. Применение данной программы позволяет лучше организовать транспортное обслуживание на уборке зерновых, и получить экономический эффект. Это особенно важно в современных условиях конкуренции на мировом и внутреннем рынке сельхозпродукции, при действующих внешних экономических санкциях, и объявленном курсе на импортозамещение. Успешная работа сельскохозяйственных предприятий определяет продовольственную безопасность страны и снижает нефтяную зависимость экономики России

UDC 656.073.7:631.554

Technical sciences

**A PROGRAMM FOR DEFINITION
AUTOMOBILE TRANSPORT NEED FOR
HARVESTING PROCESS OF CROPS WITH
CONSIDERATION PROBABLISTIC
COMPONENTS**

Senkevich Anna Alexandrovna
Cand.Tech.Sci., assistant professor
RSCI SPIN-code = 9331-3951
E-mail: anna-senkev@mail.ru

Zubov Ivan Jur'evich
master student
RSCI SPIN-code = 8722-7594
E-mail: ivan-zub@inbox.ru
*Don state agrarian university, Azov-Black Sea engi-
neering institute, Zernograd, Rostov region, Russian
Federation*

The article presents a computer program, which define automobile transport demand for the transport service of harvesters in the grain harvesting process. The program has a simple and intuitive user interface, a flexible setting system. It allows to change the source data for needs everything agricultural companies. It doesn't require an installation and it can function in everything operation systems, which is fitted for Microsoft office applications acting. It doesn't require a special studying or deep knowing in a mathematical statistic for using. Everyone specialist can use the program in an agricultural enterprise. The program considers distribution laws of stochastic parts of the grain harvesting process. These process features are important to consider due to using of determination values give very rough results. If there are mistakes in the structure design of the harvesting-transport complex then there are nonproductive machines downtimes or the harvest losing. Using the program gives better organization of the transport service in the grain harvesting process, and it can give the economical effect. It is especially important in modern competitive conditions at the worldwide market of agricultural products and also at the interior market with consideration of external economical sanctions and with consideration of the declared import replacement course. The successful work of agricultural enterprises defines the country's food security and it turns down the oil dependency of the Russian economy

Ключевые слова: ТРАНСПОРТ, УБОРКА, ЗЕРНО, КОМБАЙН, ПРОГРАММА, ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Keywords: TRANSPORT, HAVERSTING, HAVERSTER, PROGRAM, DESTRIUTION LAW

Doi: 10.21515/1990-4665-127-049

В современной экономической ситуации развивается активная конкурентная борьба во всех отраслях, в том числе и среди сельхозпроизводителей. Для успешной работы на рынке сельхозпродукции необходимо обеспечить ее производство с минимальными издержками. Это особенно важно в условиях объявленного курса на импортозамещение, то есть развития конкуренции среди своих производителей в условиях ограничений для внешних. Кроме того, наряду с успехом на внутреннем рынке, следует добиваться успешного продвижения сельхозпродукции и на внешние рынки, которые зачастую защищены заградительными пошлинами или субсидиями собственным производителям. Продвижение сельхозпродукции за границу также способствует притоку средств в Россию, что снижает нефтяную зависимость страны.

Особую роль среди прочей сельхозпродукции играет производство зерновых колосовых культур. Хлеб является тем продуктом, наличие и доступность которого радикально влияет на продовольственную безопасность страны и социально-экономическую ситуацию. Даже высокие урожаи могут обернуться проблемами для сельхозпредприятий по причине низких цен на рынке зерна, что часто вынуждает продавать зерно себе в убыток. Одна из причин – высокие издержки.

В большинстве регионов России сроки уборки зерновых колосовых культур очень сжатые. Например, в Ростовской области нормативные агросроки уборки составляют 10 суток [1]. Необходимо обеспечить его одновременную уборку, что, вызывает пиковые потребности в комбайнах и обслуживающим их автомобильном транспорте. В остальное время года такое количество комбайнов и автомобилей остается невостребованным

сельхозпредприятиями, которые часто содержат их на балансе. Это вызывает рост издержек. Поэтому необходимо искать пути их сокращения.

Поэтому задача правильного определения потребности в автомобильном транспорте для обслуживания зерноуборочных комбайнов является актуальной и очень важной.

Эта задача очень непростая, так как на потребность в автотранспорте влияет множество факторов, в том числе и стохастической природы. С одной стороны имеется информация о характеристиках машин и автомобилей, протяженности дорог, площади полей, производительности оборудования зернового тока, с другой стороны неопределенная ситуация с погодными явлениями, различные сроки созревания культур на разных полях, изменение урожайности по площади поля, случайные колебания скоростей движения машин и других составляющих процесса.

В современном информационном мире подобные задачи следует решать с применением современных информационных технологий, то есть с использованием прикладных программ для ЭВМ. Некоторыми исследователями предпринимались попытки создания программ для определения потребности в автомобилях при транспортном обслуживании процесса уборки [2]. Однако данные программы в большинстве своем построены исключительно на функциональных зависимостях, и не учитывают случайную природу процессов.

Нами предложена программа для ЭВМ «Программа определения параметров транспортного процесса на уборке зерновых культур с учетом случайных процессов», которая позволяет определять требуемое количество автотранспорта по каждому полю и уборочно-транспортной группе. Помимо известных аналитических зависимостей, описывающих математическую модель работы уборочно-транспортного комплекса с бункерными машинами, которыми и являются зерноуборочные комбайны, в данную программу введена возможность учета законов распределения случайных

составляющих технологического процесса уборки и доставки зерна на ток. Данные зависимости были получены в ходе хронометражных исследований технологического процесса и последующей статистической обработки хронометражных данных одним из авторов программы для ЭВМ Николаевым Н.Н. и опубликованы в открытой печати [3].

В качестве среды разработки программы нами был выбран MS Visual Basic for Applications (Visual Basic для приложений) версии VBA 7.0, который является частью офисных приложений, в том числе и MS Excel, в котором и велась разработка программы. Особо следует отметить, что данная среда разработки и реализации программы не требует покупки отдельной лицензии.

Опишем порядок работы программы.

Для ее запуска в MS Excel необходимо разрешить выполнение макросов (макрокоманд), на которых и основана работа программы.

После вывода окна приветствия открывается лист «Исходные данные», в верхней части которого расположены элементы управления программы (рисунок 1).

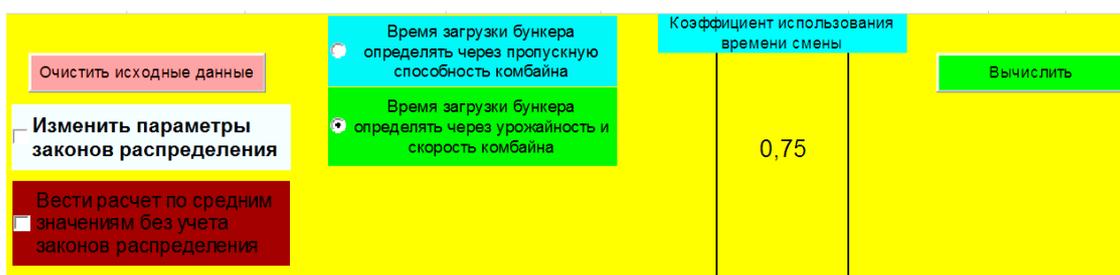


Рисунок 1 – Элементы управления программы

Здесь расположена кнопка «Очистить исходные данные», при нажатии на которую выводится предупреждение о невозможности отмены данной операции. Программа позволяет переключать способ определения времени загрузки комбайна, путем выбора соответствующей опции: через его пропускную способность или через его скорость и урожайность куль-

туры. Пользователем задается коэффициент использования времени смены для машин уборочно-транспортной группы, который учитывает затраты времени на подготовительно-заключительные операции и прочие возможные задержки в работе.

Кроме того, установка флажка в поле «Изменить параметры законов распределения» показывает лист «Законы распределения», на котором можно изменить параметры законов распределения случайных составляющих процесса. Этот лист будет описан ниже (рисунок 6).

Также программа позволяет вовсе отключить использование законов распределения, и производить расчет исключительно аналитически, установив флажок «Вести расчет по средним значениям без учета законов распределения» (рисунок 1).

Запуск программы производится кнопкой «Вычислить» (рисунок 1).

В качестве исходных данных пользователь вводит характеристики зерновых культур (рисунок 2) характеристики комбайнов (рисунок 3) характеристики применяемого автотранспорта (рисунок 4), а также характеристики посевных площадей предприятия (рисунок 5).

Наименование культуры	Объемная масса, т/м ³	Коэффициент соломистости	Коэффициент использования пропускной способности комбайна
Озимая пшеница	0,75	1,5	1
Яровая пшеница	0,75	1,5	1
Озимый ячмень	0,65	1,2	0,9
Яровой ячмень	0,65	1,3	0,9
Овес	0,6	1,3	0,85
Рожь	0,7	1,6	0,9
Тритикале	0,7	1,5	0,9

Рисунок 2 – Характеристики зерновых колосовых культур

Отделение размещения комбайнов (бригада)	Модель	Скорость выгрузки бункера, л/с	Объем бункера, м ³	Пропускная способность, кг/с	Ширина захвата, м	Рабочая скорость движения, км/ч	Общее количество во на отделении, шт.	Первая группа, шт.	Вторая группа, шт.
1	Дон-1500Б	42	6	10	6	5	5	2	3
2	Дон-1500Б	42	6	10	6	5	5	2	3

Рисунок 3 – Характеристики комбайнов

Отделение размещения автомобилей (бригада)	Модель	Номинальная грузоподъемность, т	Средняя техническая скорость, км/ч	Продолжительность разгрузки, ч	Уборочно-транспортная группа (первая - 1, вторая - 2, первая и вторая - 12)
1	КАМАЗ-53212	10	37	0,23	12
2	КАМАЗ-45143	10	37	0,23	12

Рисунок 4 – Характеристики автомобилей

Отделение	Поле.Клетка	Площадь, га	Наименование культуры	Урожайность, т/га	Расстояние от поля до тока, км	Длина гона, м
1	1.1	120	Озимая пшеница	4,7	7,5	2263
1	1.2	105	Озимая пшеница	4,4	8,6	2406
1	2.2	123	Яровой ячмень	2,7	6,6	2584
1	4.2	90	Яровой ячмень	2,5	6,2	2010
1	5	236	Озимая пшеница	4,8	7,2	2010
1	6.1	64	Яровая пшеница	2,3	3,8	1993
1	6.2	128	Озимый ячмень	2,1	5,1	2043
1	7	252	Яровой ячмень	4,5	6,2	1547
1	8.2	88	Овес	4,2	7,5	1556
1	10.2	115	Рожь	4,8	7,5	1175
2	1.2	126	Тритикале	4,8	3,2	1167
			Озимая пшеница	4,2		

Рисунок 5 – Характеристики посевных площадей предприятия

В характеристиках посевных площадей наименование культуры выбирается из выпадающего списка, формирующегося данными о характеристиках культур (рисунок 2).

В качестве случайных составляющих процесса в программу включены элементы, представленные в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Случайные составляющие процесса

Элемент процесса	Закон распределения
Средняя скорость движения груженого автомобиля, км/ч	Вейбулла
Средняя скорость движения порожнего автомобиля, км/ч	Вейбулла
Скорость комбайна на поле, км/ч	Вейбулла
Время разгрузки комбайна, ч	Вейбулла
Время взвешивания автомобиля, ч	Нормальный
Время разгрузки автомобиля, ч	Вейбулла

В программу введены параметры законов распределения, основанные на проведенных ранее исследованиях [3, 4], но предусмотрена возможность, как изменения параметров законов, так и выбора других законов из выпадающего списка (рисунок 6).

Наименование элемента процесса	Закон распределения	Параметр формы	Параметр расположения	Среднее квадратическое отклонение
Средняя скорость движения груженого автомобиля	Вейбулла	8,0827	0	
Средняя скорость движения порожнего автомобиля	Вейбулла	9,908	0	
Скорость комбайна на поле	Вейбулла	14,232	0	
Время разгрузки комбайна	Вейбулла	19,102	0	
Время взвешивания автомобиля	Нормальный			0,005607
Время разгрузки автомобиля	Вейбулла	1,9802	0	

Рисунок 6 – Изменение законов распределения и их параметров

Параметры, неуказанные для законов распределения на рисунке 6, определяются на основе введенных исходных данных, то есть из средних значений для марки уборочной или машины.

После инициации процесса вычислений открывается лист «Результаты», на который выводятся различные параметры процесса по каждому полю и потребное количество автомобилей (или транспортных агрегатов) заданных марок по каждой уборочно-транспортной группе.

После получения информации о потребном количестве транспорта необходимо построить графики распределения потребности по полям в зависимости от времени уборки.

Полностью предсказать наилучшее распределение транспорта невозможно, так как графики строятся по фактическим условиям созревания зерна и погодной ситуации.

Нами было проведено испытание работы разработанной программы для ЭВМ на данных среднестатистического сельхозпредприятия – СПК «Победа», расположенный Азовском районе (Ростовская область).

Суммарная площадь полей предприятия составляет 7 тысяч гектар земли. Основную массу посевных площадей занимают зерновые колосовые культуры.

На основе работы программы был построен график распределения потребности в транспорте по дням и часам уборки (рисунок 7).

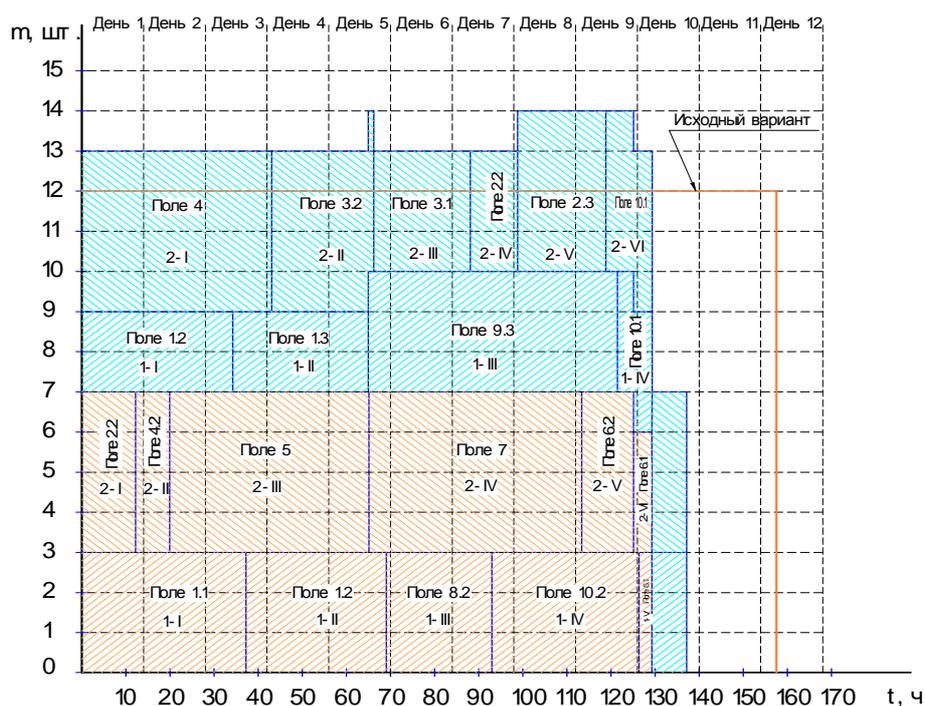


Рисунок 7 – График распределения потребности в транспорте

По результатам работы программы графику распределения потребности в автотранспорте сделан вывод о необходимости корректирования количественного состава автотранспорта, задействованного в предприятии на уборке, за счет использования наемного транспорта на этот период. При этом прогнозируется сокращение сроков уборки до нормативных и снижение потерь зерна.

Была проведена предварительная оценка экономической эффективности работы программы для ЭВМ и предложенных организационно-технологических мероприятий.

Оценка показала, что годовой экономический эффект за счет дополнительной прибыли от снижения потерь зерна может составить в сумме около 4 миллионов рублей.

В дальнейшем планируется развитие комплекса программных средств такого назначения для различных транспортно-технологических процессов на разных видах сельскохозяйственных культур, так как каждая культура накладывает свои особенности на транспортный процесс.

Список литературы

1. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. Часть 2. Нормативно-справочный материал / А.В. Шпилько, В.И. Драгайцев, П.Ф. Тулапин и др. – М.: М-во сел. хоз-ва и продовольствия РФ, Департамент механизации и электрификации, 1998. – 245 с.
2. Есин К.С. Логистика перевозок зерна: программное обеспечение расчета оптимального количества транспортных средств / К.С. Есин, А.Л. Севостьянов // Вестник ТОГУ, – №1(32) 2014. – С. 117-124.
3. Николаев, Н.Н. Применение моделирования при оптимизации транспортно-технологических процессов: монография / Н.Н. Николаев. – зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – 176 с.
4. Черноусов, И.Н. Применение имитационного моделирования при исследовании групповой работы уборочно-транспортного комплекса при уборке зерновых колосовых культур / И.Н. Черноусов, Н.Н. Николаев // Совершенствование конструкций и повышение эффективности эксплуатации колесных и гусеничных машин в АПК Международный сборник научных трудов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО Донской ГАУ, 2014. – С. 185-193.
5. Николаев, Н.Н. Анализ эффективности системы сбора и обработки информации при выполнении транспортно-технологических процессов / Н.Н. Николаев, И.Н. Черноусов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2014. – №05(099). С. 234 – 243. – IDA [article ID]: 0991405016. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/16.pdf>, 0,625 у.п.л.
6. Жогалев, А.П. Информационные технологии на транспорте. Программа ТРАНС-Менеджер [Электронный ресурс]: лабораторный практикум / А.П. Жогалев, Н.Н. Николаев, С.К. Филатов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2016. – 77 с. – Режим доступа: http://elibrary.ru/download/elibrary_26645366_45458047.pdf.
7. Николаев, Н.Н. Статистический эксперимент на имитационной модели уборочно-транспортного комплекса и его результаты/Н.Н. Николаев // Вестник аграрной науки Дона. – 2012. – № 1. –С. 26–31.
8. Свид. на программу для ЭВМ №2014614410. Программа формирования графика работы автомобилей при доставке минеральных удобрений сельскохозяйственным потребителям/Н.Н. Николаев, С.К. Филатов; заявитель и правообладатель: ФГБОУ ВПО Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. – № 2014611605; заявл. 28.02.2014; опубл. 20.05.2014 // Программы для ЭВМ. Базы данных. Топологии интегральных микросхем. – 2014. – №5. – С. 684.
9. Николаев, Н.Н. Вопросы согласования параметров транспорта и технологического оборудования на примере зернового тока / Н.Н. Николаев, Д.С. Постолова // Совершенствование конструкций и повышение эффективности эксплуатации колесных и гусеничных машин в АПК Международный сборник научных трудов. – зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственный аграрный университет», 2014. – С. 112–115.
10. Черноусов, И.Н. Повышение эффективности работы уборочно-транспортного комплекса путем применения системы оперативного корректирования / И.Н. Черноусов, Н.Н. Николаев // Высокоэффективные технологии и технические средства в сельском хозяйстве: Международный сборник научных трудов Донской аграрной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Ростовской области. – зерноград, 2012. – С. 100–106.

References

1. Metodika opredelenija jekonomicheskoy jeffektivnosti tehnologij i sel'sko-hozjajstvennoj tehniki. Chast' 2. Normativno-spravochnyj material / A.V. Shpil'ko, V.I. Dragajcev, P.F. Tulapin i dr. – M.: M-vo sel. hoz-va i prodovol'stvija RF, Departament mehanizacii i jelektifikacii, 1998. – 245 s.
2. Esin K.S. Logistika perevozok zerna: programmnoe obespechenie rascheta optimal'nogo kolichestva transportnyh sredstv / K.S. Esin, A.L. Sevost'janov // Vestnik TOGU, – №1(32) 2014. – S. 117-124.
3. Nikolaev, N.N. Primenenie modelirovanija pri optimizacii transportno-tehnologicheskikh processov: monografija / N.N. Nikolaev. – Zernograd: FGBOU VPO AChGAA, 2013. – 176 s.
4. Chernousov, I.N. Primenenie imitacionnogo modelirovanija pri issledovanii gruppovoj raboty uborochno-transportnogo kompleksa pri uborke zernovyh kolo-sovyh kul'tur / I.N. Chernousov, N.N. Nikolaev // Sovershenstvovanie konstrukcij i povysenie jeffektivnosti jekspluatacii kolesnyh i gusenichnyh mashin v APK Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov. – Zernograd: Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut FGBOU VPO Donskoj GAU, 2014. – S. 185-193.
5. Nikolaev, N.N. Analiz jeffektivnosti sistemy sbora i obrabotki informacii pri vypolnenii transportno-tehnologicheskikh processov / N.N. Nikolaev, I.N. Chernousov // Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj re-surs]. – Krasnodar: KubGAU, 2014. – №05(099). S. 234 – 243. – IDA [article ID]: 0991405016. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/16.pdf>, 0,625 u.p.l.
6. Zhogalev, A.P. Informacionnye tehnologii na transporte. Programma TRANSMenedzher [Jelektronnyj resurs]: laboratornyj praktikum / A.P. Zhogalev, N.N. Nikolaev, S.K. Filatov. – Zernograd: Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut FGBOU VO Donskoj GAU, 2016. – 77 s. – Rezhim dostupa: http://elibrary.ru/download/elibrary_26645366_45458047.pdf.
7. Nikolaev, N.N. Statisticheskij jeksperiment na imitacionnoj modeli uborochno-transportnogo kompleksa i ego rezul'taty / N.N. Nikolaev // Vestnik agrarnoj nauki Dona. – 2012. – № 1. – S. 26–31.
8. Svid. na programmu dlja JeVM №2014614410. Programma formirovanija grafi-ka raboty avtomobilej pri dostavke mineral'nyh udobrenij sel'skohozjajstvennym potrebiteljam/N.N. Nikolaev, S.K. Filatov; zajavitel' i pravoobladatel': FGBOU VPO Azovo-Chernomorskaja gosudarstvennaja agroinzhenernaja akademija. – № 2014611605; zajavl. 28.02.2014; opubl. 20.05.2014 // Programmy dlja JeVM. Bazy dan-nyh. Topologii integral'nyh mikroshem. – 2014. – №5. – S. 684.
9. Nikolaev, N.N. Voprosy soglasovanija parametrov transporta i tehnologicheskogo oborudovanija na primere zernovogo toka / N.N. Nikolaev, D.S. Postolova // Sovershenstvovanie konstrukcij i povysenie jeffektivnosti jekspluatacii kolesnyh i gusenichnyh mashin v APK Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov. – Zernograd: Azovo-Chernomorskij inzhenernyj institut FGBOU VPO «Donskoj gosudarstvennyj agrarnyj universitet», 2014. – S. 112–115.
10. Chernousov, I.N. Povysenie jeffektivnosti raboty uborochno-transportnogo kompleksa putem primenenija sistemy operativnogo korrekcionirovanija / I.N. Chernousov, N.N. Nikolaev // Vysokoeffektivnye tehnologii i tehicheskie sredstva v sel'skom hozjajstve: Mezhdunarodnyj sbornik nauchnyh trudov Donskoj agrarnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 75-letiju Rostovskoj oblasti. – Zernograd, 2012. – S. 100–106.