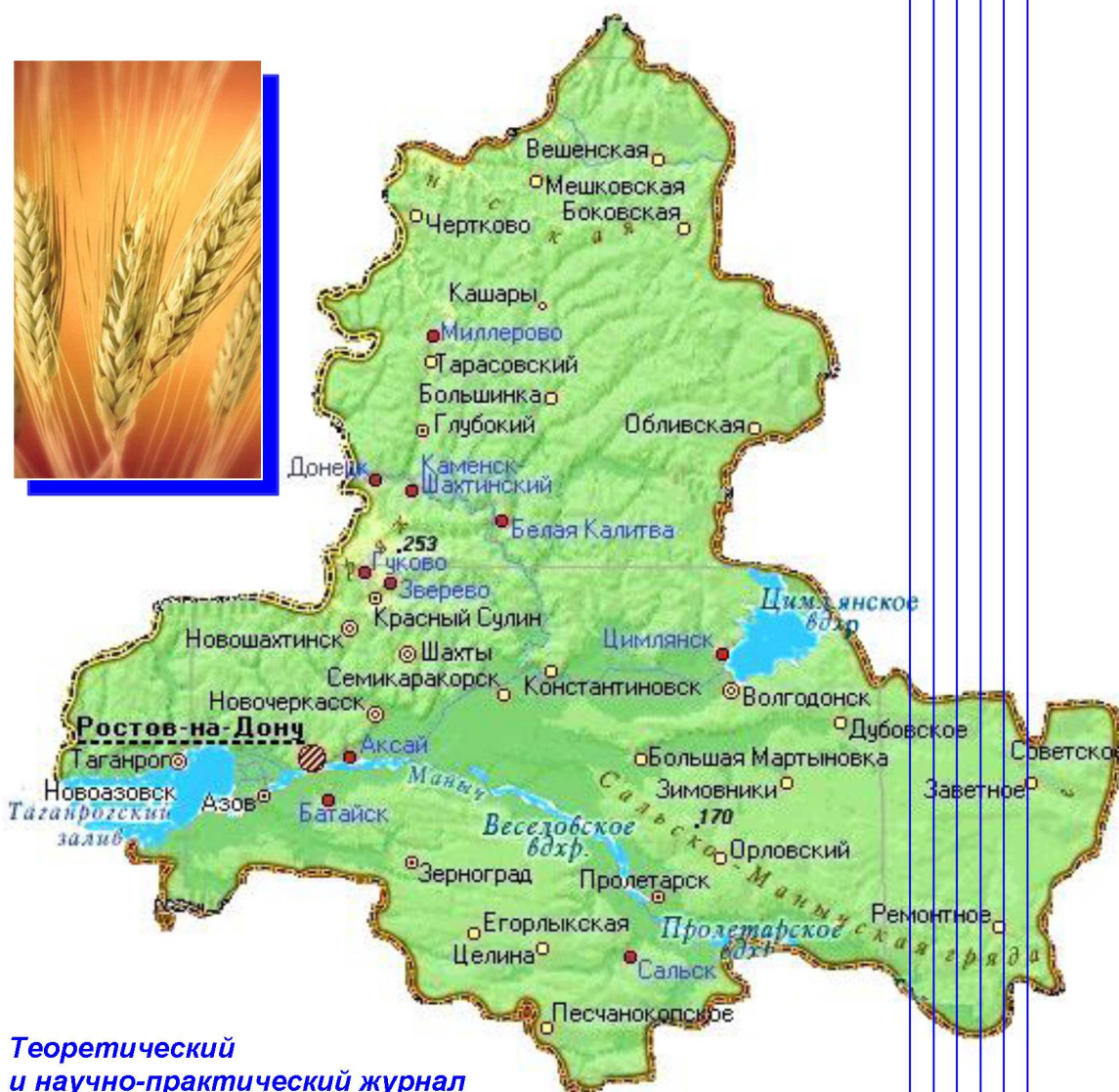


ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ ДОНА

Don agrarian science bulletin



*Теоретический
и научно-практический журнал*



ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ

Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

Рыхлитель влагосберегающий навесной РВН-4



Влагосберегающий рыхлитель РВН-4 предназначен для рыхления почвы без оборота пласта, а также для разуплотнения почвы полей, обрабатываемых по нулевой технологии, лугов, пастбищ и глубокого рыхления на склонах и паровых полях. В сочетании с дискованием позволяет эффективно заменить отвальную обработку почвы.

Применяемые сегодня чизели имеют ряд недостатков: их долота откалывают большие глыбы почвы, стойки оставляют за собой борозды на поверхности поля. В связи с этим разработано новое орудие – навесной влагосберегающий рыхлитель РВН-4. На раме орудия рабочие органы правого и левогогиба расположены полками навстречу друг к другу, за счет чего почвенный монолит, заключенный между ними, подвергается более интенсивному разрушающему воздействию. Стойки рыхлителей второго ряда движутся за стойками первого, что позволяет сократить затраты энергии на разрушение почвы, уменьшить потери влаги через образовавшиеся за стойками борозды, увеличить пространство между стойками (это снижает вероятность забивания орудия почвой и пожнивными остатками) и повысить выровненность поверхности поля. Орудие способствует уничтожению многолетних корнеотпрысковых сорняков.

Производство рыхлителя РВН-4 начато в условиях ООО «Таганрогсельмаш». Его оригинальная конструкция защищена патентом на изобретение.



<i>Техническая характеристика</i>			
<i>Ширина захвата, м</i>	<i>4,2</i>	<i>Рабочая скорость, км/ч</i>	<i>до 12</i>
<i>Глубина обработки, см</i>	<i>до 45</i>	<i>Удельный расход топлива, кг/га</i>	<i>около 13</i>
<i>Класс трактора</i>	<i>5–7</i>	<i>Масса, кг</i>	<i>1775</i>

Контактная информация:

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21,
телефон: (86359) 43-6-07; телефон/факс: (86359) 43-3-80; e-mail: iap@achqaa.ru

Учредители:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет»,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»,
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

Гл. редактор
КЛИМЕНКО А.И.
Зам. главного редактора
СЕРЕГИН А.А.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, ректор ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
кандидат технических наук, профессор, директор Азово-Черноморского инженерного института – филиала ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

Редакционная коллегия:

ЛАЧУГА Ю.Ф.
СТРЕБКОВ Д.С.

доктор технических наук, профессор, академик РАН (г. Москва)
доктор технических наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» ФАНО России (г. Москва)
доктор технических наук, профессор, академик РАН, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

ЛИПКОВИЧ Э.И.

доктор технических наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (г. Новочеркасск)
доктор сельскохозяйственных наук, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, ректор ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»

ЩЕДРИН В.Н.

ТРУХАЧЕВ В.И.

ТАРАНОВ М.А.

доктор технических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

АЛАБУШЕВ А.В.

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт зерновых культур имени И.Г. Калиненко» (г. Зерноград)

ПАХОМОВ В.И.

доктор технических наук, профессор, ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» (г. Зерноград)

ШКРАБАК В.С.

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет» (г. Пушкин, Россия)

МИНКИНА Т.М.

доктор биологических наук, профессор, ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» (г. Ростов-на-Дону)

КАЗАКОВА А.С.

доктор биологических наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

ВАСИЛЬЕВ А.Н.

доктор технических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» ФАНО России (г. Москва)

ЛОБАЧЕВСКИЙ Я.П.

доктор технических наук, профессор, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» ФАНО России (г. Москва)

ЮДАЕВ И.В.

доктор технических наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

БОНДАРЕНКО А.М.

доктор технических наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде

САДЬКОВ Ж.С.

доктор технических наук, профессор, академик МАИ и НАК, Научно-исследовательский институт агроинженерных проблем и новых технологий (г. Алматы, Республика Казахстан)

ДАШКОВ В.Н.

доктор технических наук, профессор, Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси (г. Минск, Республика Беларусь)

ВИТЕЗСЛАВ СТЫСКАЛА

кандидат технических наук, Ph.D, Технический университет (г. Острава, Чехия)

РИДВАН КИЗИЛКАЯ

доктор почвоведения, профессор, Университет Ондокуз Майыс (г. Самсун, Турция)

ПАЛЬМА ОРЛОВИЧ-ЛЕКО

кандидат геолого-минералогических наук, доцент, Университет Загреб (г. Загреб, Хорватия)

ТИХОМИР ПРЕДИК

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Сельскохозяйственный институт Республики Сербия (г. Бая-Лука, Республика Сербия)

Составитель

Даус Ю.В.

Редактор

Лучинкина Н.П.

Художественный редактор

Вдовиккина С.П.

Компьютерная верстка

Кудрявцева Г.С.

Перевод

Даус Ю.В.

Подписано в печать 27.02.2017 г. Выход в свет 27.03.2017 г. Формат 60×84 1/8. Уч.-изд. л. 12,6. Тираж 1000 экз. Заказ № 80.

Адрес редакции:

347740, Ростовская область, г. Зерноград, ул. Ленина, 21

Телефон/факс/E-mail:

(863-59) 43-8-97, (863-59) 43-3-80; vand2008@mail.ru

В соответствии с решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.12.2015 г. журнал включен в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и входит в базу данных AGRIS ФАО ООН, Ulrich's Periodicals Directory американского издательства Bowker.

При перепечатке материалов ссылка на «Вестник аграрной науки Дона» обязательна.

В издании рассматриваются научные проблемы обеспечения функционирования различных отраслей АПК. Представленный материал предназначен для ученых, преподавателей, аспирантов и студентов вузов, руководителей предприятий АПК, слушателей курсов повышения квалификации и др.

Constitutors:	Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Don State Agrarian University», Federal State Budgetary Scientific Institution «North-Caucasus Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture», Federal State Budgetary Scientific Institution «Russian Research Institute of Melioration Problems»
Editor in chief KLIMENKO A.I.	Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education (FSBEI HE) «Don State Agrarian University»
Deputy editor in chief SERYOGIN A.A.	Candidate of Technical Sciences, professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd
Editorial staff: LACHUGA Yu.Ph. STREBKOV D.S.	Doctor of Technical Sciences, professor, Academician of the RAS (Moscow) Doctor of Technical Sciences, professor, Academician of the RAS, Federal State Budgetary Scientific Institution (FSBSI) «All-Russian Research Institute for Electrification of Agriculture» Federal Agency Scientific Organizations (Moscow)
LIPKOVICH E.J.	Doctor of Technical Sciences, professor, Academician of the RAS, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd
SHCHEDRIN V.N.	Doctor of Technical Sciences, professor, Academician of the RAS, FSBSI «Russian Research Institute for Land Reclamation» (Novocherkassk)
TRUKHACHEV V.I.	Doctor of Agricultural Sciences, Doctor of Economic Sciences, professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education (FSBEI HE) «Stavropol State Agrarian University»
TARANOV M.A.	Doctor of Technical Sciences, Corresponding Member of RAS, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd
ALABUSHEV A.V.	Doctor of Agricultural Sciences, professor, Corresponding Member of RAS, FSBSI «Kalinenko All-Russian Scientific Research Institute of Grain Crops» (Zernograd)
PAKHOMOV V.I.	Doctor of Technical Sciences, FSBSI «North Caucasus Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture» (Zernograd)
SHKRABAK V.S.	Doctor of Technical Sciences, professor, FSBEI HE «St.-Petersburg State Agrarian University» (Pushkin, Russia)
MINKINA T.M. KAZAKOVA A.S.	Doctor of Biology Sciences, professor, FSAEI HE «Southern Federal University» (Rostov-on-Don) Doctor of Biology Sciences, professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd
VASILJEV A.N.	Doctor of Technical Sciences, professor, FSBSI «All-Russian Research Institute for Electrification of Agriculture» Federal Agency Scientific Organizations (Moscow)
LOBACHEVSKIYI Ya.P.	Doctor of Technical Sciences, professor, FSBSI «All-Russian Research Institute of Agricultural Mechanization» Federal Agency Scientific Organizations (Moscow)
YUDAEV I.V.	Doctor of Technical Sciences, associate professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd
BONDARENKO A.M.	Doctor of Technical Sciences, professor, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd
SADYKOV Zh.S.	Doctor of Technical Sciences, professor, Academician MAI and NAK, Research Institute of Agroengineering Problems and New Technologies (Alma-Aty, Kazakhstan)
DASHKOV V.N.	Doctor of Technical Sciences, professor, Energy Institute of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Belarus)
VITEZSLAV STYSKALA	Candidate of Technical Sciences, D. Ph., Technická Univerzita Ostrava (VŠB – TUO) (Ostrava, Czech Republic)
RIDVAN KIZILKAYA PALMA ORLOVIĆ-LEKO	Doctor of Pedology, professor, Ondokuz Mayıs Universiti (Samsun, Turkey) Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, associate professor, University of Zagreb (Zagreb, Croatia)
TIKHOMIR PREDIC	Candidate of Biological Sciences, senior researcher, Agricultural Institute of Serbian Republic (Banzha-Luka, Serbia)
Compiler Editor Art editor Computer editors English version executive	Daus Yu.V. Luchinkina N.P. Vdovikina S.P. Kudravtseva G.S. Daus Yu.V.

Signed to publishing – 27.02.2017. Published – 27.03.2017. Format 60×84 1/8. Circulation 1000 copies. Order No. 80.

Editor's address: 347740 Rostov region, Zernograd, 21, Lenin St.
Tel./fax/E-mail: (863-59) 43-8-97, (863-59) 43-3-80; vand2008@mail.ru

According to the decision of Presidium of Higher attestation commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on 29.12.2015 the journal was included into the list of leading peer-reviewed journals and issues where candidate and doctoral degree thesis basic scientific results should be published.

The journal is included into the Russian Science Citation Index (RISC) and is included into AGRIS international data base of FAO UN, the Ulrich's Periodicals Directory database of Bowker american publishing house.

When recopying the materials one must refer to «Don agrarian science bulletin».

This journal deals with the scientific problem of different fields functioning in Agro-Industrial Complex. The material is for scientists, lectures, post-graduates, students of higher educational institutions, heads of agricultural enterprises, students of retraining courses.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

<i>Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование</i>		<i>Technology, mechanization and power equipment</i>	
Глобин А.Н. Моделирование процесса дозированной выдачи измельченных стебельных кормов	5	Globin A.N. Modeling of the process of dosed dispensing of shredded stem feed.....	5
Кузнецов П.Н., Юферев Л.Ю. Повышение эффективности работы фотоэлектрических преобразователей при последовательном подключении.....	15	Kuznetsov P.N., Yuferev L.Yu. Improving operation efficiency of photoelectric converters in consequential connection.....	15
Курочкин В.Н., Гречко М.В. Система технического сервиса в АПК: системное противоречие, энтропия, самоорганизация.....	25	Kurochkin V.N., Grechko M.V. System of technical service in the agro-industrial complex: system contradiction, entropy, self-organization	25
Кравченко В.А., Дурягина В.В., Гамолина И.Э. Анализ результатов аналитических исследований пахотного агрегата на базе трактора класса 1,4 с УДМ в трансмиссии	36	Kravchenko V.A., Duryagina V.V., Gamolina I.E. Analysis of the results of the analytic researches of the plow unit on the basis of the 1.4 class tractor with EDM in the transmission.....	36
Карпов В.В. Математическая модель движения корне- плода по ротационному гофрощеточному рабочему органу.....	42	Karpov V.V. Mathematical model of root-crop movement over rotational corrugated brush working body.....	42
Лебедев В.А., Карабута В.С. Обоснование выбора типа энергоустанов- ки для систем энергоснабжения предпри- ятий агропромышленного комплекса.....	49	Lebedev V.A., Karabuta V.S. Justification of the choice of power plant type for energy supply systems for enterprises of the agro-industrial complex.....	49
Жарков А.В., Королев А.М. Приусадебная солнечная электростанция с охлаждаемыми фотоэлектрическими модулями.....	57	Zharkov A.V., Korolev A.M. Household solar power plant with cooled photoelectric modules.....	57
Ксенз Н.В., Сидорцов И.Г., Белоусов А.В. Анализ методов и технических средств контроля жизнеспособности семян зерновых культур.....	62	Ksenz N.V., Sidortsov I.G., Belousov A.V. Analysis of methods and technical means of viability monitoring of seeds of cereals.....	62

Семенихин А.М., Шварц С.А., Дзряян В.С. Обоснование методики выбора измельчителей-смесителей-раздатчиков... 68	Semenikhin A.M., Schwartz S.A., Dzreyan V.S. Justification of the selection method of grinders-mixers-distributors..... 68
<i>Биологические аспекты производства сельскохозяйственной продукции</i>	<i>Biological aspects of agricultural production</i>
Кононенко С.И., Псхациева З.В., Юрина Н.А. Природная кормовая добавка в рационах животных..... 76	Kononenko S.I., Pskhatsieva Z.V., Yurina N.A. Natural fodder additive in animal diets 76
<i>Техносферная безопасность</i>	<i>Technosphere safety</i>
Шкрабак Р.В., Давлятшин Р.Х., Худяев О.В., Шкрабак А.В., Артемьева Я.М. Травматизм в муниципальных районах Ленинградской области и первоочередные пути его снижения..... 85	Shkrabak R.V., Davlyatshin R.H., Khudyaev O.V., Shkrabak A.V., Artemieva Ya.M. Traumatism in the municipal districts of the Leningrad region and the primary ways of its reduction..... 85
Липкович И.Э., Егорова И.В. Противопожарные действия на предприятиях АПК..... 93	Lipkovich I.E., Egorova I.V. Fire-fighting activities at the enterprises of the agro-industrial complex..... 93

vozdeystvij na MTA [The statistical approach to the study of external influences on the MTU], *Trudy XIX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sovremennye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk»*, 25–26 ijunja 2014 g., Moscow, pp. 46–49.

7. Kravchenko V.A., Durjagina V.V. Vlijanie upругo-dempfirujushhego mehanizma na pokazateli pahotnogo agregata na baze traktora klassa 1,4 [Effect of the elastic-damping mechanism on the parameters of the plow unit on the basis of the 1.4 class tractor], *Vestnik agrarnoj nauki Dona*, 2015, No. 3 (31), pp.13–21.

8. Durjagina V.V. Rezul'taty jeksperimental'nyh issledovanij pokazatelej raboty pahotnogo MTA na baze traktora klassa 1,4 s UDM v transmissii [The results of experimental studies of the operation indicators of plow MTU on the basis of a 1.4 class tractor with EDM in the transmission], *Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, Krasnodar, KubGAU, 2015, No. 112, pp. 594–606, available at: <http://ej.kubagro.ru/2015/08/pdf/43.pdf>.

Сведения об авторах

Кравченко Владимир Алексеевич – доктор технических наук, профессор кафедры «Тракторы и автомобили», Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрной университет» в г. Зернограде (Ростовская область, Россия). Тел.: 8 (863-59) 34-4-51. E-mail: 4ye@mail.ru.

Дурягина Вероника Владимировна – старший преподаватель кафедры «Высшая математика», ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в г. Таганроге (Ростовская область, Россия). Тел.: 8 (8634) 37-16-06. E-mail: veranuka@mail.ru.

Гамолина Ирина Эдуардовна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Высшая математика», ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет» в г. Таганроге (Ростовская область, Россия). Тел.: 8 (8634) 37-16-06. E-mail: iegam@rambler.ru.

Information about the author

Kravchenko Vladimir Alekseevich – Doctor of Technical Sciences, professor of the Tractors and cars department, Azov-Black Sea Engineering Institute – branch of FSBEI HE «Don State Agrarian University» in Zernograd (Rostov region, Russia). Phone: 8 (863-59) 34-4-51. E-mail: 4ye@mail.ru.

Duryagina Veronika Vladimirovna – senior lecturer of the Higher mathematics department, FSAEI HE «Southern Federal University» in Taganrog (Rostov Region, Russia). Phone: 8 (8634) 37-16-06. E-mail: veranuka@mail.ru.

Gamolina Irina Eduardovna – Candidate of Technical Sciences, associate professor of the Higher mathematics department, FSAEI HE «Southern Federal University» in Taganrog (Rostov Region, Russia). Phone: 8 (8634) 37-16-06. E-mail: iegam@rambler.ru.

УДК 631.362.333:633/635

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВИЖЕНИЯ КОРНЕПЛОДА ПО РОТАЦИОННОМУ ГОФРОЩЕТОЧНОМУ РАБОЧЕМУ ОРГАНУ

© 2017 г. В.В. Карпов

Целью выполненной работы является построение математической модели движения единичного корнеплода в форме полусфероконуса по наружной поверхности цилиндрической вращающейся гофрошётки. Полученная математическая модель будет использована для теоретического обоснования основных конструктивных и режимных параметров гофрошеточного очистителя кормовых корнеплодов.

Основанием для теоретического анализа движения единичного тела по поверхности ротационного рабочего органа явились труды известных учёных в области прикладной земледельческой механики П.М. Василенко и П.М. Заики. Построение математической модели производим путем получения системы нелинейных дифференциальных уравнений динамики движения корнеплода по поверхности гофрошечного барабана и дифференциального уравнения вращательного движения корнеплода вокруг собственной оси в цилиндрических координатах и её численного интегрирования с помощью метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности. Численное интегрирование системы дифференциальных уравнений производим с помощью встроенных функций математического калькуляционного пакета MathCAD Professional 2001 на ПК. После построения аналитической модели движения единичного корнеплода и ее графического анализа было выявлено, что на протяжении всего времени контакта линейная скорость движения и путь, пройденный корнеплодом от начала отсчёта вдоль гофрошечки, монотонно возрастают. Угловая скорость перемещения $\omega=f(t)$ изменяется по экспоненциальной зависимости, достигая максимальных значений после $t = 1,8$ с (при постоянной угловой скорости вращения гофрошечки $\omega_{\text{ши}} = 20,93 \text{ с}^{-1}$). В момент, когда угловая скорость движения корнеплода становится больше угловой скорости гофрошечки ($t = 1,8-2,4$ с), тело отрывается (покидает) рабочую поверхность. Наибольшее влияние на угловую скорость движения и угол отрыва корнеплода оказывает угловая скорость вращения гофрошечки. На линейную скорость перемещения корнеплода и пройденный путь оказывает наибольшее влияние угол наклона гофрошечки к горизонту.

Ключевые слова: математическая модель, уравнение динамики, корнеплод, гофрошечочный очиститель корнеплодов.

The purpose of the performed work is to design mathematical model of the single root motion in the form of semi sphere cone on the outer surface of rotating cylindrical corrugated brush. The obtained mathematical model will be used for theoretical substantiation of the main design and regime parameters of the corrugated brush root-crop cleaners. The basis for the theoretical analysis of the single body motion over the surface of rotational working body was the works of well-known scientists in the field of applied agricultural mechanics P.M. Vasilenko and P.M. Zaika. The construction of the mathematical model was carried out by obtaining system of nonlinear differential equations of the root-crop movement dynamics along the surface of the corrugated brush drum and the differential equation of the rotational motion of the root-crop around its own axis in cylindrical coordinates and its numerical integration using the Runge-Kutta method of the 4-th order accuracy. Numerical integration of the system of differential equations is performed using the built-in functions of the mathematical calculation package MathCAD Professional 2001 on PC. After constructing an analytical model of the movement of single root-crop and its graphical analysis, it was revealed that during the entire contact time, the linear speed of movement and the path traversed by the root-crop from the start, along the corrugated brush, increase monotonically. The angular movement speed $\omega = f(t)$ varies exponentially, reaching the maximum values after $t = 1,8$ s (at a constant angular speed of the corrugated brush rotation $\omega_g = 20.93 \text{ s}^{-1}$). At the moment when the angular speed of the root-crop becomes larger than the angular speed of the corrugated brush ($t = 1.8-2.4$ s), the body tears off (leaves) the working surface. The angular speed of corrugated brush rotation has the greatest effect on the angular movement speed and the separation angle of the root-crop. The tilt angle of the corrugated brush to the horizon has the greatest effect on the linear movement speed and the traversed path of the root-crop.

Keywords: mathematical model, equation of dynamics, root-crop, corrugated brush cleaner of root-crops.

Введение. Нами разрабатывается устройство щётчного типа для сухой (безводной) очистки кормовых корнеплодов при подготовке их к скармливанию сельскохозяйственным животным. Основу разрабатываемой нами конструкции составляют рабочие органы в виде четырех наклонно расположенных вращающихся щеточных барабанов, набранных из комплектов рабочих элементов криволинейной (гофрированной) формы «пильчатого» профиля, изготовленных из капрона, эластана или резины [1, 2, 3]. Актуальность проводимых нами исследований обуславливается тем, что скармливание сельскохозяйственным животным кормовых корнеплодов в неочищенном виде не эффективно, т.к. это приводит к желудочным забо-

леваниям животных и снижению продуктивности скота [4].

В настоящее время ведется научно-исследовательская работа по усовершенствованию существующих и созданию новых способов и технических средств для безводной (сухой) очистки кормовых корнеплодов перед закладкой их на хранение или перед скармливанием сельскохозяйственным животным. Общие вопросы движения плоских и сферических частиц довольно подробно рассмотрены в трудах известных учёных в области прикладной земледельческой механики П.М. Василенко и П.М. Заики [5, 6]. Их теоретические разработки, с уточнением для конкретных условий, позволят получить математическую модель движения тела в форме полу-

сфероконуса по наружной поверхности наклонного вращающегося цилиндрического гофрощёточного барабана.

Методика исследования. В связи с отсутствием основных аналитических зависимостей для теоретического расчета гофрощёточного очистителя кормовых корнеплодов необходимо построение математической модели движения единичного корнеплода в форме полусфероконуса по наружной поверхности цилиндрической вращающейся гофрощётки. Построение математической модели производим путем получения системы нелинейных дифференциальных уравнений динамики движения корнеплода по поверхности гофрощёточного барабана и дифференциального уравнения вращательного движения корнеплода вокруг собственной оси в цилиндрических координатах и её численного интегрирования с помощью метода Рунге-Кутты 4-го порядка точности. Численное интегрирование системы дифференциальных уравнений производим с помощью

встроенных функций математического калькуляционного пакета MathCAD Professional 2001 на ПК [7].

Результаты и их обсуждение. Процесс очистки корнеплодов гофрощёточным устройством осуществляется вследствие контакта головок единичных корнеплодов с поверхностями наклонных вращающихся цилиндрических гофрированных щёток. При этом за счёт принудительного вращательного движения гофрощёток и организации циклического движения корнеплодов по их поверхностям осуществляется ссывание связанных с корнеплодами примесей (налипшей почвы и растительных остатков).

Для построения математической модели движения единичного корнеплода по наружной наклонной поверхности цилиндрической гофрощётки рассмотрим эквивалентную схему движения корнеплода по её поверхности, представленную на рисунке 1.

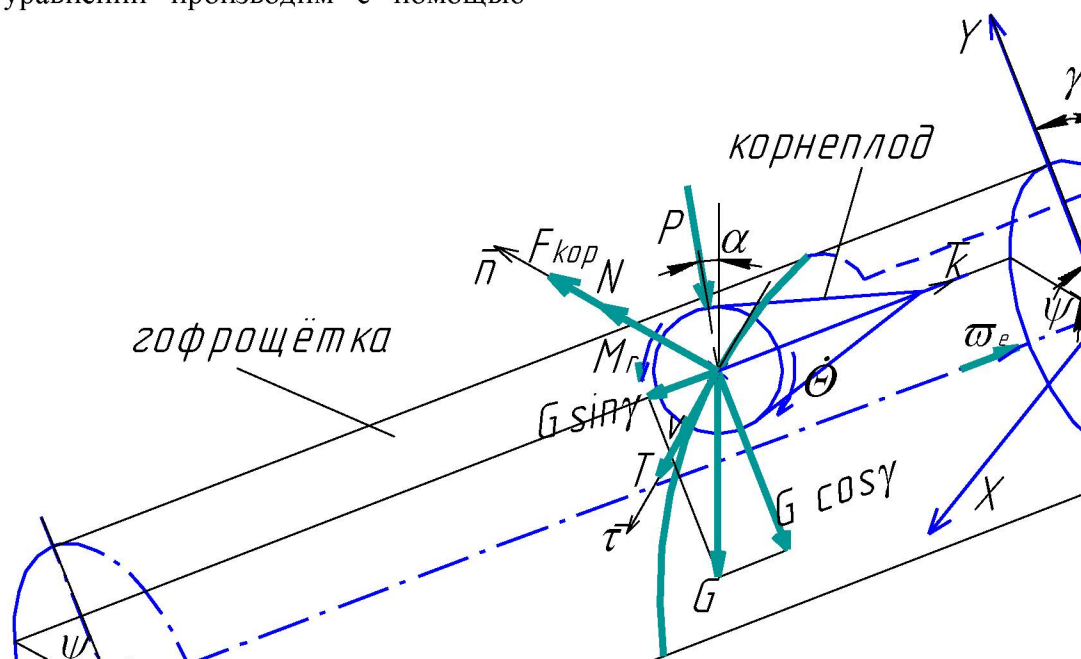


Рисунок 1 – Эквивалентная схема движения корнеплода по наружной поверхности вращающейся наклонной гофрощётки

Рассмотрим относительное движение единичного корнеплода. Примем в первом приближении, что модель корнеплода образована объединением двух геометрических объектов – полусферы и конуса – по радиусу r в широкой части. Гофрощеточка наклонена к горизонту под углом γ к гори-

зонт, имеет радиус R (рисунок 1) и вращается с постоянной угловой скоростью ω . Допустим, что начальная скорость корнеплода при попадании на гофрощётку будет равна нулю, а окружная скорость гофрощётки будет всегда больше окружной скорости движения v_r корнеплода по ней. При

этом на корнеплод при движении будут действовать следующие силы:

$G = mg$ – сила тяжести корнеплода массой m ;

N – нормальная реакция поверхности гофрошётки, направлена по нормали к траектории относительного движения тела;

$T = fN$ – сила трения скольжения корнеплода по поверхности гофрошётки (полезная сила счёсывания);

здесь f – коэффициент сопротивления движению тела в среде податливой гофрошётки, имеющей разрывы [8]: когда окружная скорость гофрошётки больше окружной скорости корнеплода по ней, сила T направлена в сторону вращения гофрошётки [6];

$F_{кор} = 2m \cdot \omega \cdot v_r \cdot \sin(\omega \hat{v}_r)$ – сила Кориолиса, направлена по нормали к траектории относительного движения корнеплода;

$P = (2^n - 1) \cdot mg / 2 \cos \alpha$ – сила давления n вышележащих корнеплодов, α – угол между линией, соединяющей центры корнеплодов, и вертикалью (для шарообразных в сечении тел $\alpha = 30^\circ$);

$M_r = \delta \cdot N = r \cdot \operatorname{tg} \mu \cdot N$ – момент силы трения качения, где δ – коэффициент трения качения, μ – угол трения качения.

Введём абсолютную неподвижную систему координат XYZ с началом в точке O (рисунок 1), причём ось OZ направлена параллельно продольной оси гофрошётки, а ось OX направлена в сторону относительного корнеплода. Применим также относительную систему координат, задаваемую ортами $\bar{\tau}$, \bar{n} , \bar{k} , жёстко связанную с вращающейся гофрошёткой [6]. Для определения положения тела на гофрошётке в любой рассматриваемый момент времени используем также цилиндрическую систему коор-

динат z и ψ , где ψ – угловой параметр, отсчитываемый от вертикальной оси (рисунок 1).

Тогда выражение для абсолютной скорости движения корнеплода v_a имеет вид:

$$\dot{r} = \dot{\bar{v}}_a = \rho \dot{\psi} \bar{\tau} + \dot{z} \bar{k}, \quad (1)$$

где ρ – радиальный параметр положения центра тяжести корнеплода относительно оси гофрошётки.

Продифференцировав (1) по времени, получим выражение для абсолютного ускорения тела:

$$\ddot{w}_a = \rho \ddot{\psi} \bar{\tau} + \rho \dot{\psi}^2 \bar{n} + \ddot{z} \bar{k}. \quad (2)$$

Основное уравнение динамики движения корнеплода по поверхности гофрошётки в векторной форме имеет вид:

$$m \ddot{w}_a = \bar{G} + \bar{N} + \bar{T} + \bar{F}_{кор} + \bar{P}. \quad (3)$$

Для определения проекций внешних сил на оси подвижной системы координат необходимо найти относительную скорость тела $\bar{v}_r = \bar{v}_a - \bar{v}_b$, где \bar{v}_a – абсолютная скорость движения тела; $\bar{v}_b = \rho \omega \bar{\tau}$ – переносная скорость тела. С учётом (1) составим выражение для относительной скорости тела в виде $\bar{v}_r = \rho (\dot{\psi} - \omega) \bar{\tau} + \dot{z} \bar{k}$

или

$$|\bar{v}_r| = \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}. \quad (4)$$

С учётом (1), (2) и (4) после некоторых преобразований основное уравнение динамики в цилиндрической системе координат примет вид:

$$\left. \begin{aligned} m \rho \ddot{\psi} &= mg \cos \gamma \sin \psi + P (\cos \alpha \cos \gamma \sin \psi + \sin \alpha \cos \psi) + fN \frac{\rho (\dot{\psi} - \omega)}{\sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \\ m \rho \dot{\psi}^2 &= P (\sin \alpha \sin \psi - \cos \alpha \cos \gamma \cos \psi) + N + 2m\omega \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2} \sin \gamma - mg \cos \gamma \cos \psi \\ m \ddot{z} &= mg \sin \gamma + P \cos \alpha \sin \gamma - fN \frac{\dot{z}}{\sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \end{aligned} \right\}. \quad (5)$$

Кроме того, запишем дифференциальное уравнение вращательного движения корнеплода вокруг собственной оси:

$$I \dot{\theta} = Tr - Mr = fNr - \delta N = (fr - \delta)N, \quad (6)$$

где I – момент инерции корнеплода относительно центральной оси.

Для корнеплода в форме полусфероконуса [7]

$$I = m r^2 (3l_k + 8r) / 10(l_k + 2r),$$

где l_k – длина конусной части корнеплода.

$$N = \frac{P(\sin \alpha \sin \psi - \cos \alpha \cos \gamma \cos \psi) + 2m\omega \sin \gamma \sqrt{\rho^2(\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2} - mg \cos \gamma \cos \psi}{1 - \lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2}} \quad (7)$$

С учётом (7) получим следующую систему дифференциальных уравнений движения корнеплода по наружной цилиндрической вращающейся гофрошётке:

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\psi} = & 0,5 \left[\frac{g}{\rho} \cos \gamma \sin \psi + \frac{P}{m\rho} (\cos \alpha \cos \gamma \sin \psi + \sin \alpha \cos \psi) + \lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2} \dot{\psi} + \right. \\ & + \frac{f(\dot{\psi} - \omega)}{m \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \left[P(\sin \alpha \sin \psi - \cos \alpha \cos \gamma \cos \psi) + 2m\omega \sin \gamma \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2} - \right. \\ & - mg \cos \gamma \cos \psi \left. \right] - \sqrt{\frac{g}{\rho} \cos \gamma \sin \psi + \frac{P}{m\rho} (\cos \alpha \cos \gamma \sin \psi + \sin \alpha \cos \psi) + \lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2} \dot{\psi} +} \\ & + \frac{f(\dot{\psi} - \omega)}{m \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \left[P(\sin \alpha \sin \psi - \cos \alpha \cos \gamma \cos \psi) + 2m\omega \sin \gamma \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2} - \right. \\ & - mg \cos \gamma \cos \psi \left. \right]^2 - 4 \left[\lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2} \dot{\psi} \left(\frac{g}{\rho} \cos \gamma \sin \psi + \frac{P}{m\rho} (\cos \alpha \cos \gamma \sin \psi + \sin \alpha \cos \psi) \right) - \right. \\ & \left. - \frac{f(\dot{\psi} - \omega) \dot{\psi}}{\rho \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \right]; \\ \ddot{z} = & \frac{\left(g \sin \gamma + \frac{P}{m} \cos \alpha \sin \gamma \right) \left(1 - \lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2} \right) - \frac{f \dot{z}}{m \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \left[P(\sin \alpha \sin \psi - \right. \\ & \left. - \cos \alpha \cos \gamma \cos \psi) + 2m\omega \sin \gamma \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2} - mg \cos \gamma \cos \psi \right],}{1 - \lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2} +} \\ & \left. + \frac{f \dot{z}^2}{\rho \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2}} \right], \\ \ddot{\Theta} = & \frac{10(f\dot{r} - \delta)(l_k + 2r)}{mr^2(3l_k + 8r)} \left[\frac{P(\sin \alpha \sin \psi - \cos \alpha \cos \gamma \cos \psi) + 2m\omega \sin \gamma \sqrt{\rho^2 (\dot{\psi} - \omega)^2 + \dot{z}^2} -}{1 - \lambda \sqrt{\rho^2 \dot{\psi}^2 + \dot{z}^2}} \right. \\ & \left. - \frac{mg \cos \gamma \cos \psi}{\rho} \right]. \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Система уравнений (8) описывает движение корнеплода в форме полусфероконуса по наклонной вращающейся гофрошётке. В связи со значительной нелинейностью данной системы её интегрирование выполнено численным методом Рунге-Кутта 4-го порядка точности с помощью встроенных функций математического калькуляционного пакета MathCad Professional 2001 на ПК. Данный метод является более совершенным и позволяет при меньшем объёме вычислений получать более точный результат. Метод Рунге-Кутта обладает значительной точностью и, несмотря на свою трудоёмкость, широко используется при численном решении диф-

ференциальных уравнений и систем. Важным преимуществом этого метода является возможность применения переменного шага, что позволяет учитывать локальные особенности искомой функции.

В современных программах, реализующих методы Рунге-Кутта, обязательно используется некоторый алгоритм автоматического изменения шага интегрирования. На участках плавного изменения решения счет можно вести с достаточно крупным шагом. На участках, где происходят резкие изменения поведения решения, необходимо выбирать более мелкий шаг интегрирования. Изменение шага для методов Рунге-Кутта сложности не представляет. Оценить

погрешность достаточно сложно, так как простые способы оценки погрешности отсутствуют.

При сравнении результатов расчёта скоростей и перемещений корнеплода с шагами интегрирования $h = 100$ и $h = 50$ погрешность метода составила не более 7%. При численном интегрировании в пакете MathCad примем постоянными следующие величины: угловая скорость гофрошётки $\omega = 20,93 \text{ с}^{-1}$, масса корнеплода $m = 2 \text{ кг}$, коэффициент сопротивления движению $f = 1,49$, угол наклона гофрошётки к

горизонту $\gamma = 3^\circ$, сила давления от веса вышележащих корнеплодов $P = 79 \text{ Н}$, радиальный параметр $\rho = 0,25$, параметр $\lambda = 16,6$ со следующими начальными условиями: угол контакта корнеплода с гофрошёткой $\psi_0 = -0,5236$, угловая скорость корнеплода $\dot{\psi}_0 = 0,01 \text{ с}^{-1}$, путь корнеплода $z_0 = 0,01 \text{ м}$, линейная скорость $\dot{z}_0 = 0 \text{ м/с}$. По полученным данным построен график изменения угловой ω и линейной v скорости движения, а также перемещения s корнеплода вдоль гофрошётки (рисунок 2).

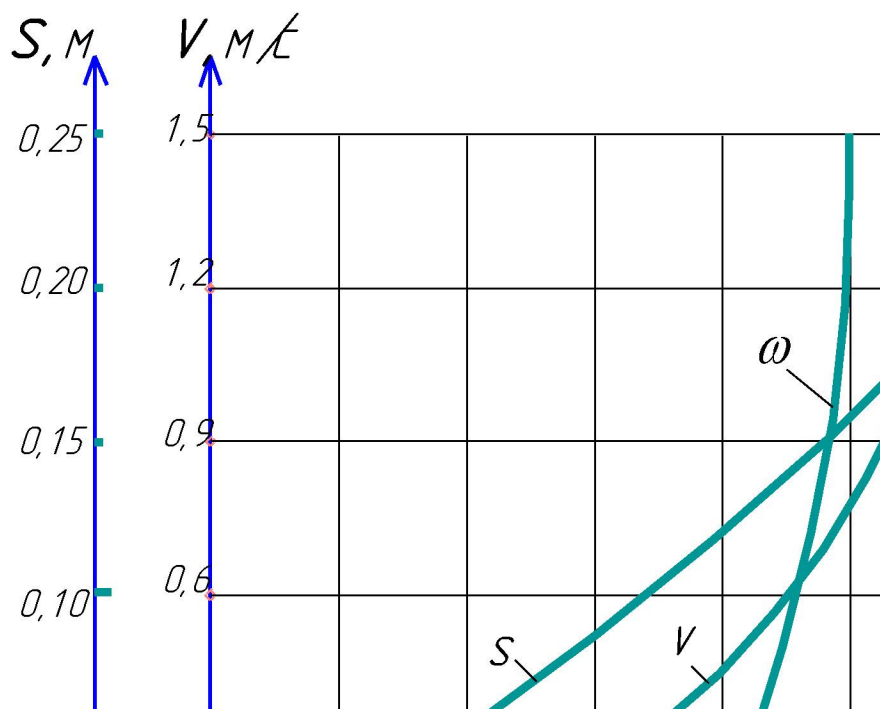


Рисунок 2 – График изменения угловой ω , линейной v скорости движения и перемещения s корнеплода вдоль гофрошётки

Как показывают полученные графики, на протяжении всего времени контакта линейная скорость движения и путь, пройденный корнеплодом от начала отсчёта вдоль гофрошётки, монотонно возрастают. Угловая скорость перемещения $\omega = f(t)$ изменяется по экспоненциальной зависимости, достигая максимальных значений после $t = 1,8 \text{ с}$ (при постоянной угловой скорости вращения гофрошётки $\omega_{\text{гш}} = 20,93 \text{ с}^{-1}$). В момент, когда угловая скорость движения корнеплода становится больше угловой скорости гофрошётки ($t = 1,8\text{--}2,4 \text{ с}$), тело отрывается (покидает рабочую поверхность). Наибольшее влияние на угло-

вую скорость движения и угол отрыва корнеплода оказывает угловая скорость вращения гофрошётки. На линейную скорость перемещения корнеплода и пройденный путь наибольшее влияние оказывает угол наклона гофрошётки к горизонту.

Выводы

1. Предложены новые математические зависимости, позволяющие на основе полученных дифференциальных уравнений движения корнеплода обосновать основные параметры гофрошёточного очистителя.

2. Установлена аналитическая зависимость кинематических характеристик

движения корнеплода вдоль гофрощётки (скорости, ускорения и перемещения) от основных конструктивно-технологических параметров устройства и физико-механических свойств очищаемых корнеплодов: частоты вращения и угла наклона гофрощёток, силы давления вышележащих корнеплодов, геометрических размеров гофрощётки и корнеплодов.

Литература

1. Патент 76128 Украина, МПК А01D33/08(2006.01). Гофрощёточный очиститель корнеклубнеплодов / Карпов В.В.; заявитель и патентообладатель ГУ «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко». – № 201206787; заявл. 05.06.12; опубл. 25.12.12, Бюл. № 24.
2. Карпов, В.В. Упругие свойства гофрированного ворса пильчатого профиля / В.В. Карпов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2013. – № 12(110). – С. 87–90.
3. Карпов, В.В. Построение номограммы для определения параметров гофрощёточного очистителя корнеклубнеплодов / В.В. Карпов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1 (111). – С. 91–93.
4. Гриб, В.К. Техническое обеспечение в животноводстве: учебник / В.К. Гриб, Л.С. Герасимович, С.С. Жук. – Минск: Бел. наука, 2004. – С. 190–208.
5. Василенко, П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко. – Киев: Укр. акад. с.-х. наук, 1960. – 283 с.
6. Заика, П.М. Избранные задачи земледельческой механики: практ. пособие / П.М. Заика. – Киев: Изд-во УСХА, 1992. – 512 с.
7. Макаров, Е.Г. Mathcad: Учебный курс / Е.Г. Макаров. – Санкт-Петербург: Питер, 2009. – 384 с.
8. Ма, С.А. Сухое трение при наличии разрывов и больших упругих деформаций в одном из трущихся тел / С.А. Ма, Т.С. Скакун, Н.М. Флайшер // Сб. науч. трудов ВНИИМСХ. – 1983. – Т. 98. – С. 29–49.

References

1. Karpov V.V. Patent 76128 UA, MPK A01D33/08(2006.01). Gofroshhetochnyj ochistitel' korneklubneplodov [Corrugated brush root-crop cleaner], zajavitel' i patentobladatel' GU «Luganskij nacional'nyj universitet imeni Tarasa Shevchenko», No. 201206787, zajavl. 05.06.12, opubl. 25.12.12, Bjul. No. 24.
2. Karpov V.V. Uprugie svojstva gofrovannogo vorsa pil'chatogo profilja [Elastic properties of the corrugated pile of the serrated profile], *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, No. 12 (110), pp. 87–90.
3. Karpov V.V. Postroenie nomogrammy dlja opredelenija parametrov gofroshhetochnogo ochistitelja korneklubneplodov [Construction of nomogram for determining the parameters of corrugated brush root-crop cleaner], *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 1 (111), pp. 91–93.
4. Grib V.K., Gerasimovich L.S., Zhuk S.S. Tehnicheskoe obespechenie v zhivotnovodstve: uchebnik [Technical support in livestock: textbook], Minsk, Bel. navuka, 2004, pp. 190–208.
5. Vasilenko P.M. Teorija dvizhenija chasticy po sherohovatym poverhnostjam sel'skohozjajstvennyh mashin [The theory of particle motion on rough surfaces of agricultural machinery], Kiev, Ukr. akad. s.-h. nauk, 1960, 283 p.
6. Zaika P.M. Izbrannye zadachi zemleledel'cheskoj mehaniki: prakticheskoe posobie [Selected issues of agricultural mechanics: practical guide], Kiev, Izd-vo USHA, 1992, 512 p.
7. Makarov E.G. Mathcad: uchebnyj kurs [Mathcad: training Course], St. Petersburg, Piter, 2009, 384 p.
8. Ma S.A., Skakun T.S., Flajsher N.M. Suhoe trenie pri nalichii razryvov i bol'shih uprugih deformacij v odnom iz trushhihsja tel [Dry friction in the presence of discontinuities and large elastic deformations in one of the rubbing bodies], *Sb. nauch. trudov NIIMSH*, 1983, Vol. 98, pp. 29–49.

Сведения об авторе

Карпов Владислав Викторович – старший преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности» ГОУ ВПО «Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко» (Луганск). Тел.: +38-095-443-31-43. E-mail: vip_belyy@mail.ru.

Information about author

Karpov Vladislav Viktorovich – senior lecture of the Safety of life activities department, SEI NPE «Luhansk Taras Shevchenko National University» (Luhansk).
Phone: +38-095-443-31-43. E-mail: vip_belyy@mail.ru.

УДК 662.6(075)

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА ЭНЕРГОУСТАНОВКИ
ДЛЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

© 2017 г. *В.А. Лебедев, В.С. Карабута*

На сегодняшний день перед энергетикой в сельском хозяйстве стоит множество проблем, требующих комплексного подхода для их решения в данной отрасли экономики. Помимо высокого процента износа оборудования и коммуникаций, энергетика в сельском хозяйстве столкнулась с серьезной зависимостью от топливно-энергетических ресурсов и их дефицитом, а также с постоянным ростом цен на топливо, что сказывается на стоимости производства. В отрасли преобладает высокая энергоемкость перед низкой энергоэффективностью, а также существуют проблемы с надежностью электроснабжения отдельных территорий и хозяйств. Поэтому энергетика в сельском хозяйстве терпит постоянные убытки, что отрицательно сказывается не только на стоимости продукции, но и на ее качестве и конкурентоспособности. В связи с этим Правительством РФ сегодня разрабатываются различные программы по развитию энергосбережения в агропромышленном комплексе страны, направленные на развитие отрасли. В частности, разработана концепция развития энергетического комплекса сельского хозяйства в соответствии с «Основными положениями энергетической стратегии России на период до 2030 г.». Приоритетом является повышение эффективности использования энергии в народном хозяйстве, что определяет направления развития электрификации и энергетики отрасли на период до 2020 года. Стратегической задачей является формирование направлений развития энергетической базы сельского хозяйства, которые в максимальной степени способствуют эффективности сельхозпроизводства. В статье рассматривается вопрос повышения энергоэффективности систем энергоснабжения предприятий агропромышленного комплекса. В настоящее время в системах энергоснабжения используются различные типы энергетических установок. В настоящее время при проектировании и выборе энергоустановки используется критерий энергоэффективности. Главным показателем при этом является эффективный КПД, рассчитываемый методом тепловых балансов. В статье предлагается использовать эксергетический метод определения энергоэффективности, позволяющий выполнить как относительную (эксергетический КПД), так и абсолютную оценку степени термодинамического совершенства системы на примере паротурбинной энергоустановки.

Ключевые слова: эксергетический анализ, энергоэффективность, энергоустановка, теплосиловая установка, энергообеспечение.

Energy in agriculture today has faced a lot of problems that require comprehensive approach to solving them in this sector of the economy. Besides high percentage of wear and tear of equipment and communications, the energy sector in agriculture has faced serious dependence on fuel and energy resources and their deficit, as well as the constant increase in fuel prices, which affects the production cost. In the industry, high energy intensity prevails over low energy efficiency, and there are also problems with the reliability of electricity supply for individual territories and farms. Therefore, energy sector in agriculture suffers constant losses, which negatively affects not only the cost of production, but also its quality and competitiveness. In this connection the Government of the Russian Federation is currently designing various programs to develop energy conservation in the country's agro-industrial complex, aimed at industry progress. In particular, concept for the development of the agriculture energy complex was designed, in accordance with the «Basic Provisions of the Energy Strategy of Russia for the period until 2030». The priority is increase of the energy use efficiency in the national economy, which determines the

ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ СТАТЕЙ в журнале «Вестник аграрной науки Дона»

Рекомендуемый объем статьи – минимум 5 и не более 10 страниц, включая пристатейный список использованных источников. Материал в статье следует излагать структурированно: *введение; методика исследования; результаты и их обсуждение; выводы (заключение); литература.*

Статья должна быть набрана в соответствии с правилами компьютерного набора. Авторы высылают в редакцию 1 экземпляр статьи на бумажном и электронном носителе или по электронной почте (название файла – по фамилии автора(ов)).

Статья должна быть оформлена в формате редактора *Word* одного из вариантов офисов *Microsoft Office (2003, 2007 или 2010)* через 1 интервал, шрифтом Times New Roman размером 12 пт. Поля: сверху и снизу – 2 см, слева – 3 см, справа – 1,5 см. Использование других шрифтов возможно только в виде исключения, если они внесены в код файла.

Для записи формул применять **только встроенный в *Microsoft Office (2003, 2007 или 2010)* редактор формул**. При этом формула должна помещаться только на половине строки. Большие формулы необходимо разбить на несколько строк, причем каждая новая строка – новый объект. Запрещается масштабировать формулы. При наборе формул необходимо придерживаться следующих размеров: *текст – 14 пт, крупный индекс – 8 пт, мелкий индекс – 6 пт, крупный символ – 12 пт, мелкий символ – 10 пт*. Формулы не должны включать знаки пунктуации.

Статья должна содержать лишь самые необходимые формулы, от промежуточных выкладок желательно отказаться. Нумеруются только те формулы, на которые имеются ссылки. Нумерация формул должна быть сквозная по всей статье.

Таблицы должны иметь заголовки; в них допускаются только общепринятые сокращения. Желательно, чтобы таблицы не превышали одной страницы текста.

Рисунки, графики и схемы располагаются в отдельной папке "Рисунки". Рисунки и схемы представляются в формате *jpg*, размером не менее 800*600 точек (но не более 1024*800) разрешением 300 пикселей на дюйм. Все подписи оформляются отдельными текстовыми файлами с указанием места размещения. Графики должны быть оформлены в формате *Microsoft Office (2003, 2007 или 2010)* и только отдельным файлом (каждый график на новом листе либо в новом файле). Чертежи и графики должны быть выполнены четко, в формате, обеспечивающем ясность передачи всех деталей на белой бумаге, и быть пригодными для прямого воспроизведения. Размер рисунков по ширине рекомендуется не более 15–17 см. На обратной стороне бумажного экземпляра указывают авторов, название статьи и номер рисунка, а на полях рукописи помечают место рисунка; в тексте на него дают ссылку.

Единицы измерения следует давать в соответствии с Международной системой (СИ).

В тексте статьи должна быть выполнена автоматическая расстановка переносов. Не следует использовать знаки **принудительного переноса и дополнительных пробелов**.

Статья должна включать:

- УДК (шрифт 12 пт, обычный, выравнивание по левому краю, без абзацного отступа);
- название статьи (шрифт 12 пт, полужирный, выравнивание по центру, без абзацного отступа, заглавными буквами, без переносов, межстрочный интервал одинарный);
- инициалы и фамилии авторов (шрифт 12 пт, полужирный, выравнивание по правому краю, без абзацного отступа, межстрочный интервал одинарный);
- полное официальное название места работы, город, страна (шрифт 12 пт, обычный, выравнивание по правому краю, без абзацного отступа, межстрочный интервал одинарный);
- реферат на русском и английском языках (шрифт 10 пт, обычный, выравнивание по ширине, с абзацным отступом), содержащий 200–250 слов (1500–2000 знаков). Реферат должен включать в себя: предмет, тему, цель работы; метод или методологию проведения исследований; результаты; область применения результатов; выводы; ключевые слова на русском и английском языках (10–12 слов или терминов);
- сведения об авторе(ах) приводятся в конце статьи на русском и английском языках (ФИО, ученая степень, должность, место работы, город, страна (все перечисленное – *без сокращений*), контактный телефон, e-mail).

Автоматизированный перевод с помощью программных систем запрещается.

Среднее число ссылок в **списке литературы** должно составлять 10–15 источников, из них 40% – иностранные источники; не допускаются ссылки на учебники, учебные пособия, на диссертации и авторефераты диссертаций (малодоступные источники); возраст ссылок на российские периодические издания не должен превышать 5–10 лет. Ссылки на старые источники должны быть логически обоснованы в тексте статьи; ссылки на нормативную документацию желательно включать в текст статьи; библиография обязательно должна быть транслитерирована.

Обязательно наличие двух рецензий на публикуемую статью.

Статья на бумажном носителе обязательно подписывается автором (авторами) следующим образом: «Материал вычитан, цифры, факты сверил с первоисточниками». При согласии автора на размещение его статьи в сети Интернет: «Согласен на публикацию моей статьи в свободном электронном доступе». Далее ставятся дата и подпись. Для соискателей ученой степени кандидата наук: «Текст статьи согласован с научным руководителем». Далее – дата, Ф.И.О. руководителя, подпись.

Для аспирантов публикация статей в журнале бесплатная.

Несоблюдение правил оформления рукописи задерживает ее публикацию.

РУКОПИСИ НАПРАВЛЯТЬ ПО АДРЕСУ: 347740, г. Зерноград, ул. Ленина, 21,

Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО Донской ГАУ (НИЧ).

Тел. 8(86359) 43-8-97. E-mail: vand2008@mail.ru.

Адрес страницы электронной версии журнала в сети Интернет, где размещена бесплатная

полнотекстовая его версия: <http://achraa.pf/jurnal-vestnik-dona>; <http://cyberleninka.ru/journal/n/vestnik-agrarnoy-nauki-dona>; <http://elibrary.ru/titles.asp>; http://e.lanbook.com/journal/element.php?pl10_id=2527; <http://global5.com/Zhurnaly/Selskoe-lesnoe-i/Vestnik-agrarnoy-nauki-Dona>.