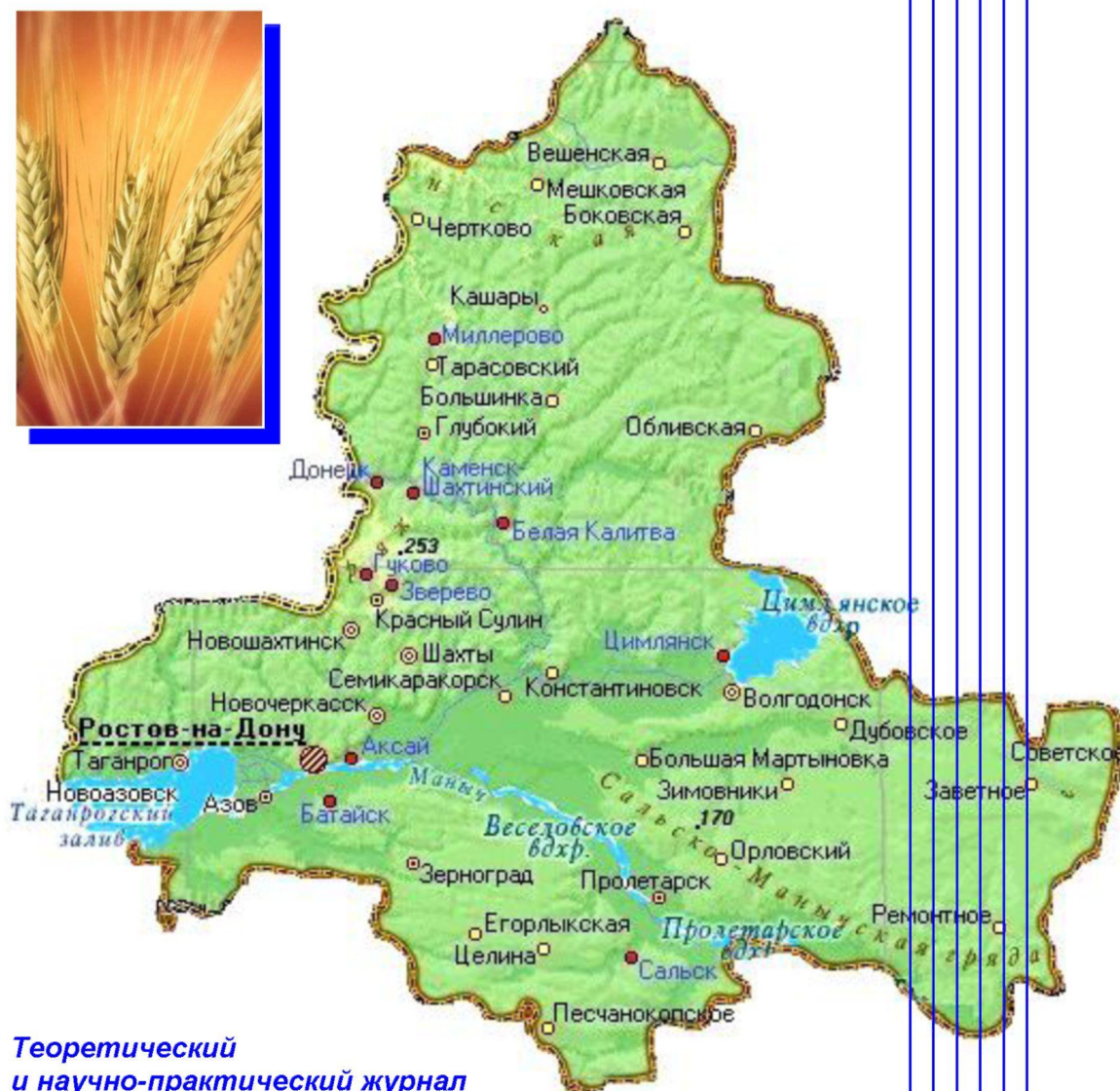
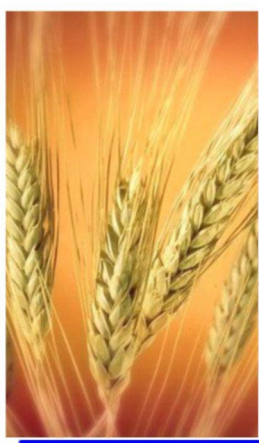


ВЕСТНИК АГРАРНОЙ НАУКИ ДОНА

Don agrarian science bulletin



*Теоретический
и научно-практический журнал*



Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего профессионального образования «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия» (ныне – Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВПО «Донской государственной аграрный университет» в г. Зернограде) в 2011–2013 гг. подготовлено и издано многотомное издание «Сельскохозяйственные машины: теория, конструкция, расчет, использование».

Работа выполнялась под руководством редакционного совета в составе следующих ученых России:

Липкович Э.И. – академик РАН, д.т.н., профессор;

Долгов И.А. – академик РАН, д.т.н., профессор;

Краснощечков Н.В. – академик РАН, д.т.н., профессор;

Таранов М.А. – член-корреспондент РАН, д.т.н., профессор;

Бондаренко А.М. – д.т.н., профессор;

Зайдинер В.И. – д.и.н., профессор;

Драгайцев В.И. – д.э.н., профессор;

Бельтюков Л.П. – д.с.-х. н., профессор;

Вахрушев Н.А. – д.с.-х. н., профессор;

Краусл В.Р. – д.т.н., профессор;

Шабанов Н.И. – д.т.н., профессор;

Семенухин А.М. – д.т.н., профессор;

Карташов Б.А. – к.т.н., профессор;

Секанов Ю.П. – д.т.н., профессор.

Многотомное издание рассчитано на специалистов агроинжиниринга, создателей и пользователей сельхозтехники новых поколений, полезно аспирантам и студентам старших курсов.

Первое издание фундаментального труда «Сельскохозяйственные машины: теория, конструкция, расчет» в шести томах под редакцией Василия Прохоровича Горячкина и по его инициативе выпущено в конце тридцатых годов XX века. Оно сыграло и продолжает играть выдающуюся роль в деле подготовки кадров высшей квалификации по названному предмету, а также при проектировании сельхозмашин – и не только в нашей стране, но и в мировом сельхозмашиностроении: подобной работы в странах с развитым АПК не готовил никто.

В последней четверти прошлого века выпущена многотомная энциклопедия под редакцией и по инициативе академика РАН Ивана Павловича Ксеновича. В этом издании содержались основы современного расчета конструкций сельхозмашин с включением теоретических положений.

Учитывая накопленный к настоящему времени научно-технический материал по теории, конструкции и расчету сельхозтехники, а также положение, сложившееся в этой отрасли знаний в связи с коренным реформированием экономики России, особое значение имело срастание наук о сельхозмашинах и об их использовании. Оказалось, наконец, понятным, что не конструкция определяет параметры технологических процессов, а технологии должны определять параметры технического оснащения (хотя у нас было наоборот: «мы вам сделали, а вы научитесь использовать!»). Поэтому в настоящее время следует рассматривать создание и использование сельхозтехники одновременно. Собственно этим и вызвано появление настоящего многотомного издания.

Таким образом, у нас в стране за последние семьдесят лет подготовлено третье издание фундаментального труда – теперь уже более широкой комплектации; такой симбиоз модно называть агроинжинирингом.

Мы надеемся, что выполненная работа будет способствовать дальнейшему совершенствованию технического оснащения отечественного АПК, его эффективности и повышению качества подготовки кадров всех уровней.

*Зам. председателя редакционного совета
академик РАН Э.И. Липкович*

По вопросам приобретения многотомного издания обращаться по тел. (86359) 43-8-97 (НИЧ).

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

Редакционная коллегия:
ЛАЧУГА Ю.Ф. доктор технических наук, профессор, академик РАН (г. Москва)
СТРЕБКОВ Д.С. доктор технических наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства» ФАНО России (г. Москва)
ЛИПКОВИЧ Э.И. доктор технических наук, профессор, академик РАН, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде
ЩЕДРИН В.Н. доктор технических наук, профессор, академик РАН, ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации» (г. Новочеркасск)
ТРУХАЧЕВ В.И. доктор сельскохозяйственных наук, доктор экономических наук, профессор, член-корреспондент РАН, ректор ФГБОУ ВО «Ставропольский государственный аграрный университет»
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, 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
САДЫКОВ 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 Вдовикина С.П.
Компьютерная верстка Кудрявцева Г.С.
Перевод Даус Ю.В.

Подписано в печать 25.11.2016 г. Выход в свет 23.12.2016 г. Формат 60×84 1/8. Уч.-изд. л. 12,6. Тираж 1000 экз. Заказ № 319.

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.A.	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)
LOBACHEVSKIY 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 – 25.11.2016. Published – 23.12.2016. Format 60×84 1/8. Circulation 1000 copies. Order No. 319.

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

*Технологии, средства механизации
и энергетическое оборудование**Technology, mechanization
and power equipment*

Головань В.Т., Юрин Д.А., Кучерявенко А.В. Оборудование для выращивания телят в молочный период.....	5	Golovan' V.T., Jurin D.A., Kucheryavenko A.V. Equipment for growing calves in the dairy season.....	5
Карпов В.В. Оптимизация основных параметров гофрощёточного очистителя кормовых корнеплодов	11	Karpov V.V. Optimization of main parameters of corrugation brush cleaner of fodder root crops.....	11
Серебряков Р.А. Теплогенератор с вихревой кавитацией рабочего тела.....	17	Serebryakov R.A. Heatgenerator with a vortex cavitation of working body.....	17
Плотницкий И.О., Юдаев И.В. Особенности функционирования системы горячего водоснабжения: солнечные водогрейные коллекторы – тепловой насос в условиях Подмосковья	28	Plotnitskiy I.O., Yudaev I.V. Features of hot water supply system functioning: solar hot water collectors – heat pump under conditions of Moscow region.....	28
Скидело В.В., Краснов И.Н. Оптимизация режима работы малогабаритного шестерённого гранулятора.....	37	Skidelo V.V., Krasnov I.N. Operation mode optimization of small-sized gear granulator.....	37
Кравченко В.А., Стулинь В.А. Математическая модель машинно- тракторного агрегата на базе трактора с гидростатической трансмиссией	44	Kravchenko V.A., Stulin' V.A. Mathematical model of machine- tractor aggregate based on tractor with hydrostatic transmission.....	44
Несмиян А.Ю. Влияние продольных размеров парового культиватора на показатели копирования рельефа поля.....	54	Nesmiyan A.Yu. Effect of longitudinal dimensions of the steam cultivator on the indicators of the field relief copying.....	54
Копица Р.В., Глобин А.Н. Уточнённая методика расчета шлангового вакуумного насоса и показатели экономической эффективности его применения.....	61	Kopitsa R.V., Globin A.N. Specified method of calculating hose vacuum pump and the indicators of economic efficiency of its applications.....	61

Биологические аспекты производства сельскохозяйственной продукции**Biological aspects of agricultural production****Ксенз А.Я., Камбулов С.И.,
Дёмина Е.Б.**

Влияние микроэлементных удобрений на продуктивность озимой пшеницы..... 69

**Ksenz A. Ya., Kambulov S.I.,
Demina E.B.**

Influence of microelement fertilizers on productivity of winter wheat..... 69

Межевова А.С.

Нетрадиционные природные и техногенные удобрения-мелиоранты и их возможности..... 78

Mezhevova A.S.

Unconventional natural and technogenic fertilizers-meliorants and their opportunities..... 78

**Кононенко С.И., Юрина Н.А.,
Юрин Д.А., Утижев А.З.**

Эффективность сорбента на основе аморфного диоксида кремния в рационах крупного рогатого скота.... 83

**Kononenko S.I., Yurina N.A.,
Yurin D.A., Utizhev A.Z.**

Effectiveness of sorbent based on amorphous silicon dioxide in rations of cattle..... 83

Актуально в номер**Actual in the issue****Гарькавый В.В.**

Продовольственная безопасность и независимость: определения, измерение, факторы и пути повышения устойчивости. Некоторые итоги оценки продовольственной независимости и продовольственной безопасности, полученные в соответствии с системой показателей и критериев Доктрины..... 90

Garkaviy V.V.

Food safety and independence: definition, measurement, factors and ways to improve the sustainability. Some results of the assessment of food independence and food security, obtained in accordance with the system of indicators and criteria for the Doctrine..... 90

7. D'Angelino Joso Luiz, Ctargia Man-zicio, Birgel Eduardo Harry. Productive and reproductive performance in cattle integted with bovine leykosis virus, J. Dairy Sci, 1998, Vol. 65, № 24, pp. 693–695.

8. Rodenburg J., Kairis F.A. Hutch Housing for calves, Fachsheet.ministry of Agriculture and Food, Ontario, USA, 2002, pp. 12–34.

9. Silanicove Nissim. Effect of heats stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants, Livestock Prat. Sci, 2000, 67, № 1–2, pp. 1–18.

10. Ueno Takashi, Tacemura Yuji, Shiji-maya Kishiro, Ohtani Fumihiko, Furacawa Ri-ohci. Effects of high environmental temperature and exercise on cardiorespiratory function and metabolic responses in steers, JARO: Jap. Agr. Res. Qnart, 2001, 35, № 2, pp. 137– 144.

Сведения об авторах

Головань Валентин Тимофеевич – доктор сельскохозяйственных наук; профессор, главный научный сотрудник отдела технологии животноводства, ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства» (Краснодар, Россия). Тел.: +7-964-892-35-50. E-mail: 4806144@mail.ru.

Юрин Денис Анатольевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии животноводства, ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства» (Краснодар, Россия). Тел.: +7-918-480-61-44. E-mail: 4806144@mail.ru.

Кучерявенко Алексей Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, главный ветврач ФГУП РПЗ «Красноармейский им. А.И. Майстренко», ВНИИ риса Россельхозакадемии (пос. Октябрьский, Краснодарский край, Россия). Тел.: +7-918-296-76-60. E-mail: 4806144@mail.ru.

Information about authors

Golovan' Valentin Timofeevich – Doctor of Agricultural Sciences, professor, chief researcher of the Livestock technology department, FSBSI "North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry" (Krasnodar, Russia). Phone: +7-964-892-35-50. E-mail: 4806144@mail.ru.

Jurin Denis Anatolievich – Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher of the Livestock technology department, FSBSI "North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry" (Krasnodar, Russia). Phone: +7-918-480-61-44. E-mail: 4806144@mail.ru.

Kucheryavenko Alexey Viktorovich – Candidate of Agricultural Sciences, chief veterinarian of FSUE RTP «A.I. Maystrenko Krasnoarmeysky», All-Russian Scientific Research Institute of Rice, Russian Academy of Agricultural Sciences (Oktyabrsky, Krasnodar region, Russia). Phone: +7-918-296-76-60. E-mail: 4806144@mail.ru.

УДК 631.362.333:633/635

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГОФРОЩЁТЧОГО ОЧИСТИТЕЛЯ КОРМОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ

© 2016 г. *В.В. Карнов*

Целью выполненной работы является анализ результатов оптимизации основных параметров гофрощётчного очистителя для механической (безводной) очистки кормовых корнеплодов перед их переработкой или закладкой на хранение. Особенность проведения оптимизации параметров исследуемого объекта состоит в необходимости одновременного рассмотрения трех параметров оптимизации: показателя эффективности очистки Y_1 , удельной энергоёмкости Y_2 и потерь корнеплодов Y_3 при очистке. В этом случае необходимо решение компромиссной задачи нетрадиционными методами – нетрудоемкими, точными и эф-

фактивными. Нами выполнено решение компромиссной задачи с помощью опции «Профили отклика желательности» в прикладной программе для ПК «STATISTICA» версия 6.0. Решение компромиссной задачи в среде «STATISTICA» состоит в нахождении такого сочетания уровней входящих факторов X_i , которые максимизируют функцию общей желательности исхода J . Процедура вычислений в данной программе основана на симплекс-методе оптимизации, позволяющем определять функцию общей желательности исхода J как среднее геометрическое из преобразованных отдельных желательностей показателей оптимизации. Итогом программного решения компромиссной задачи является определение оптимальных значений трех параметров оптимизации, максимизирующих значение функции общей желательности исхода J . Максимальное значение функции общей желательности исхода $J = 0,74379$ обеспечивается при установке входящих факторов на их оптимальные значения: частоты вращения барабанов гофрощеточного очистителя $\omega = 16,186 \text{ с}^{-1}$, диаметра барабанов $D = 0,42168 \text{ м}$, длины барабанов $L = 0,80019 \text{ м}$ и высоты утолщений на дисках $h = 0,01507 \text{ м}$. Кроме того, анализ кривых на составном графике позволяет выявить наиболее «активные» компоненты, влияющие как на отклики каждого показателя оптимизации, так и на функцию общей желательности исхода J .

Ключевые слова: гофрощеточный очиститель кормовых корнеплодов, программное решение компромиссной задачи, оптимизация основных параметров.

The purpose of the performed work is the results analysis of optimizing main parameters of corrugated brush cleaner for mechanical (anhydrous) cleaning of fodder root crops before their recycling or storage laying. The peculiarity of parameters optimization of the object under study is necessity of simultaneous consideration of three optimization parameters, that are indicator of purification efficiency Y_1 , energy intensity Y_2 and root crop losses Y_3 during cleaning. In this case, the compromise issue must be solved by non-traditional methods and be no time-consuming, precise and effective. We have carried out compromise solution to the problem with the "Profiles of desirability response" option in the applied program for the PC "STATISTICA" of 6.0 version. Compromise decision of the issue in the «STATISTICA» medium is to find such a levels combination of incoming X_i factors that maximizes the function of the overall desirability of the J outcome. Computing procedure in this program is based on a simplex-method optimization, that allows to define the function of the J outcome overall desirability as geometric average of the transformed individual desirabilities of optimization indicators. The result of software solutions of compromise task is to determine the optimal values of the three optimization parameters, maximizing the value of the overall desirability of the J function outcome. The maximum value of total desirability outcome function is $J = 0,74379$ that is provided when outside factors are equal to their optimal values: rotation frequency of corrugated brush cleaner drums is $w = 16,186 \text{ s}^{-1}$, drums diameter is $D = 0,42168 \text{ m}$, drums lengths are $L = 0,80019 \text{ m}$, the thickening height on disk is $h = 0,01507 \text{ m}$. Moreover, analysis of the curves on the composite chart reveals the most "active" components, affecting both the responses of each optimization parameter and the function of the J outcome overall desirability.

Keywords: corrugated brush cleaner of fodder root crops, software solution of compromise task, the optimization of basic parameters.

Введение. Наиболее ответственной операцией при переработке корнеплодов является очистка их от загрязнений. Очистка кормовых корнеплодов от загрязнений может осуществляться двумя основными способами: механическим (безводным) и гидромеханическим (мойкой). С экологической точки зрения механический (безводный) способ очистки является более выгодным, т.к. отпадает необходимость в очистке отработанной воды и появляется возможность возвратить обратно на поля отделенные остатки почвы. [1]. Совершенствование рабочих органов для механической (безводной) очистки кормовых корнеплодов путем оптимизации их режимных параметров является актуальной научной задачей [2].

Теоретические и методологические основы конструирования машин для под-

готовки кормовых корнеплодов к скормливанью животным и использования машин в технологических линиях кормоцехов приведены в работах ученых С.В. Мельникова, Н.В. Брагинца, В.Ю. Фролова, Н.Н. Колчина, И.И. Ревенко, В.А. Мухина и др. [3, 4]. Исследования вышеуказанных авторов позволили обосновать режимные и конструктивные параметры машин для гидромеханической и безводной очистки кормовых корнеплодов от загрязняющих их примесей. Однако дальнейшая разработка и совершенствование очистителей кормовых корнеплодов невозможна без использования математических методов оптимизации параметров и технологий современного анализа данных на компьютере [5, 8].

Методика исследования. При изучении гофрощеточного очистителя корнеплодов как объекта исследования [6, 7]

возникает необходимость в одновременном рассмотрении трех параметров оптимизации: показателя эффективности очистки Y_1 , удельной энергоемкости Y_2 и потерь корнеплодов Y_3 при очистке. В этом случае необходимо решение компромиссной задачи, т.к. на экстремум для одной поверхности отклика налагаются ограничения другими поверхностями отклика [5].

Как известно, компромиссные задачи в основном решают двумя известными способами: графическим – с помощью двумерных сечений и аналитическим – с помощью неопределенных множителей Лагранжа. Однако решение компромиссной задачи данными методами, с одновременным рассмотрением трех и более критериев оптимизации, становится трудоемким и слишком громоздким. В нашем случае решение компромиссной задачи производим с помощью опции «Профили отклика желательности» в прикладной программе для ПК «STATISTICA» версия 6.0 [8]. В основе построения обобщенного отклика при оптимизации параметров гофрощеточного очистителя лежит идея преобразования натуральных значений частных откликов в безразмерную шкалу желательности или предпочтительности. Функция общей желательности исхода J , обладая такими свойствами, как адекватность, эффективность и статистическая чувствительность, может являться количественным, однозначным, единым и универсальным показателем качества работы исследуемого очистителя.

Результаты и их обсуждение. Решение компромиссной задачи в среде «STATISTICA» состоит в нахождении та-

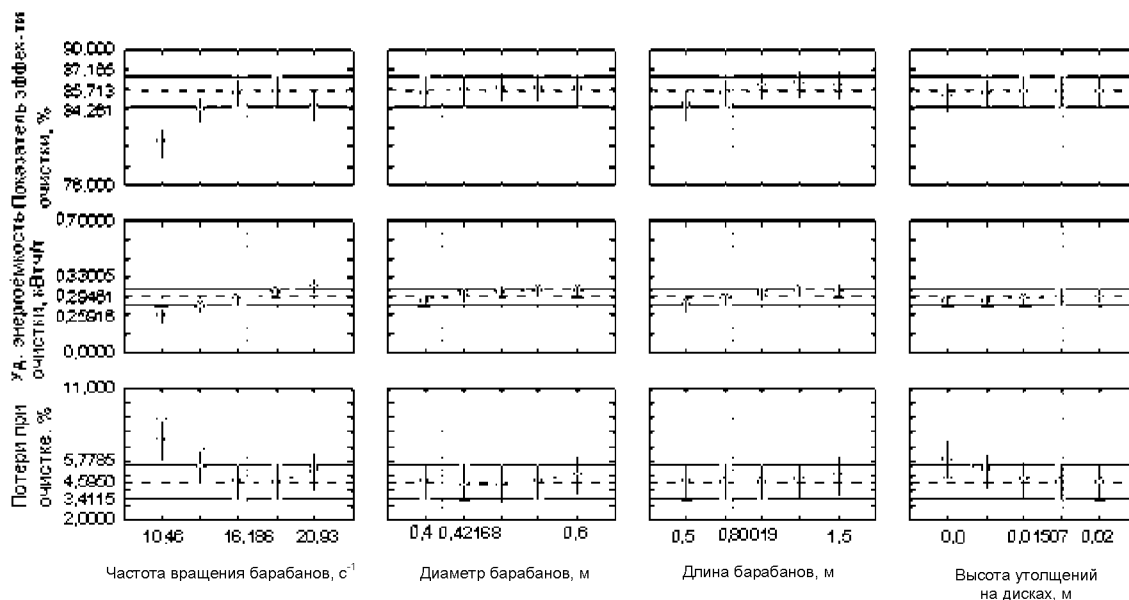
кого сочетания уровней входящих факторов X_i , которые максимизируют функцию общей желательности исхода J . Процедура вычислений в данной программе основана на симплекс-методе оптимизации [3], позволяющем определять функцию общей желательности исхода J как среднее геометрическое из преобразованных отдельных желательностей показателей оптимизации. Симплексный метод, так же как и другие методы оптимизации, является локальным методом поиска экстремума. Если существует несколько экстремумов критерия оптимальности, то этот метод позволяет найти тот из них, который расположен ближе к точкам исходного симплекса. В нашем исследовании, при подозрении о существовании нескольких экстремумов критерия оптимальности, мы осуществляли их поиск, каждый раз начиная оптимизацию из новой области факторного пространства. Затем сравнивали между собой найденные оптимальные условия и из всех вариантов выбирали наилучший. При оптимизации с использованием симплексного метода мы также принимали во внимание ограничения, наложенные на влияющие факторы и функции отклика. Важно отметить, что при использовании симплексного метода не обязательно дублировать опыты. Дело в том, что ошибка в отдельном опыте может только несколько замедлить оптимизацию. Если же последующие опыты выполняются безупречно, то движение к оптимуму продолжается [5]. Преобразование предсказанных значений частных показателей оптимизации в индивидуальные показатели желательности представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Спецификация преобразованных значений показателей оптимизации

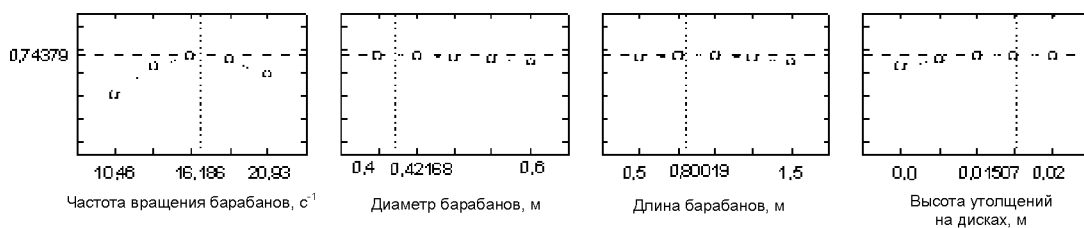
Наименование показателя оптимизации	Нижний уровень		Средний уровень		Верхний уровень		Кривизна нижняя s	Кривизна верхняя t
	значение	желательность	значение	желательность	значение	желательность		
Показатель эффективности очистки, %	78,52	0,00	83,15	0,50	87,78	1,00	1,0	1,0
Удельная энергоемкость очистки, кВт·ч/т	0,140	1,00	0,335	0,50	0,529	0,00	1,0	1,0
Потери корнеплодов при очистке, %	3,902	1,00	6,761	0,50	9,619	0,00	1,0	1,0

Степень кривизны «уменьшения» желательности между флективными точками 1,00; 0,50 и 0,00 принята для нижней границы $s = 1$ и верхней границы $t = 1$, т.е. задано линейное изменение желательности между ними.

Итогом программного решения компротиссной задачи при оптимизации основных режимных параметров гофрошечного очистителя является построение составного графика профилей предсказанных значений показателей оптимизации (рисунок).



а – Профиль предсказанных значений показателей оптимизации



б – Функция общей желательности исхода J

Составной график профилей предсказанных значений показателей оптимизации и функции общей желательности исхода J

Из рисунка следует, что максимальное значение функции общей желательности исхода равно $J = 0,74379$ при установке входящих факторов на их оптимальные значения: частоты вращения барабанов $\omega = 16,186 \text{ с}^{-1}$, диаметра барабанов $D = 0,42168 \text{ м}$, длины барабанов $L = 0,80019 \text{ м}$ и высоты утолщений на дисках $h = 0,01507 \text{ м}$. Причем общая желательность исхода уменьшается до $J = 0,655159$ при установке

входящих факторов на их средние значения. Характер кривых на составном графике (рисунок) также указывает на то, что наиболее «активным» компонентом, влияющим как на отклики каждого показателя оптимизации, так и на общую желательность исхода, является частота вращения гофрошечных барабанов. Результаты расчета общей желательности исхода представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета общей функции желательности

Оптимальные значения факторов				Показатель эффективности очистки, %			Удельная энергоёмкость очистки, кВт·ч/т			Потери корнеплодов при очистке, %			Функция желательности J
ω , с ⁻¹	D, м	L, м	h, м	Значение	-95%	+95%	Значение	-95%	+95%	Значение	-95%	+95%	
16,186	0,42168	0,80019	0,01507	85,71328	84,26148	87,16508	0,294605	0,259159	0,330051	4,59499	3,411469	5,778522	0,74379

Выводы

1. Использование программной системы STATISTICA (StatSoft) позволяет производить решения компромиссных задач с одновременным рассмотрением трех и более критериев оптимизации, что снижает трудоемкость соответствующих аналитических расчетов и графических построений.

2. Анализ кривых на составном графике (рисунок) позволяет выявить наиболее «активные» компоненты, влияющие как на отклики каждого показателя оптимизации, так и на функцию общей желательности исхода J.

3. После определения координат оптимума, т.е. центра фигуры с оптимальным соотношением факторов, необходимо выполнить контрольные опыты в центре с целью определения относительной погрешности описания процесса механической (безводной) очистки соответствующими аналитическими уравнениями и проверки совпадения расчетных данных с экспериментальными.

Литература

1. Машины и оборудование для животноводства: пособие-практикум / И.И. Ревенко, Н.В. Брагинец, О.О. Заболотько и др. – Киев: Кондор, 2012. – С. 142–150.

2. Гриб, В.К. Техническое обеспечение в животноводстве: учебник / В.К. Гриб, Л.С. Герасимович, С.С. Жук. – Минск: Бел. наука, 2004. – С. 190–208.

3. Колчин, Н.Н. Состояние и перспективы развития отделителей примесей для послеуборочной обработки картофеля и овощей / Н.Н. Колчин, В.М. Фурлетов, Д.А. Арсеньев. – Москва: ЦНИИТЭИтракторсельмаш, 1983. – 64 с.

4. Дусенов, М.К. Устройство для очистки корнеклубнеплодов / М.К. Дусенов // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. – № 4. – С. 12–13.

5. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – Ленинград: Колос, 1980. – 166 с.

6. Карпов, В.В. Форма рабочих элементов гофродискового очистителя кормовых корнеплодов / В.В. Карпов // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Проблемы конструирования, производства и эксплуатации сельскохозяйственной техники». – Вып. 1. – Кировоград: КНТУ, 2013. – С. 151–153.

7. Карпов, В.В. Повышение эффективности технологического процесса подготовки кормовых корнеплодов к скармливанию животным / В.В. Карпов // Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко «Технические системы и технологии животноводства». – Харьков: ХНТУ, 2014. – № 144. – С. 232–235.

8. Боровиков, В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере. Для профессионалов / В. Боровиков. – 2-е изд. – Санкт-Петербург: Питер, 2003. – 688 с.

References

1. Revenko I.I., Braginec N.V., Zabolot'ko O.O. and others. Mashiny i oborudovanie dlja zhivotnovodstva: posobie-praktikum [Machines and equipment for animal husbandry: manual-practical work], Kyiv, Kondor, 2012, pp. 142–150.
2. Grib V.K., Gerasimovich L.S., Zhuk S.S. Tehnicheskoe obespechenie v zhivotnovodstve: uchebnik [Technical maintenance in the livestock: textbook], Minsk, Bel. nauka, 2004, pp. 190–208.
3. Kolchin N.N., Furletov V.M., Arsen'ev D.A. Sostojanie i perspektivy razvitiya otdelitel'ej primesej dlja posleuborochnoj obrabotki kartofelja i ovoshhej [Status and development prospects of impurities separators for post-harvest treatment of potatoes and vegetables], Moscow, CNITJeI-traktorsel'mash, 1983, 64 p.
4. Dusenov M.K. Ustrojstvo dlja ochistki korneklubneplodov [Device for cleaning root crops], *Tehnika v sel'skom hozjajstve*, 2011, No. 4, pp. 12–13.
5. Mel'nikov S.V., Aleshkin V.R., Roshhin P.M. Planirovanie jeksperimenta v issledovanijah sel'skhozjajstvennyh processov [Experiment planning in the research of agricultural processes], Leningrad, Kolos, 1980, 166 p.
6. Karpov V.V. Forma rabochih jelementov gofrodiskovogo ochistitelja kormovyh korneplodov [The form of work elements of corrugated disk cleaner of fodder root crops], *Materialy IX Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Problemy konstruirovanija, proizvodstva i jekspluatacii sel'skhozjajstvennoj tehniki»*, Issue 1, Kirovograd, KNTU, 2013, pp. 151–153.
7. Karpov V.V. Povyshenie jeffektivnosti tehnologicheskogo processa podgotovki kormovyh korneplodov k skarmlivaniju zhivotnym [Improving the efficiency of the preparation process of fodder root crops for animals feeding], *Vestnik Har'kovskogo nacional'nogo tehnicheskogo universiteta sel'skogo hozjajstva imeni Petra Vasilenko «Tehnicheskie sistemy i tehnologii zhivotnovodstva»*, Har'kov, HNTU, 2014, No. 144, pp. 232–235.
8. Borovikov V. STATISTICA. Iskusstvo analiza dannyh na komp'jutere. Dlja professionalov [STATISTICA. Art of the data analysis on a computer. For professionals], 2-e izd, St. Petersburg, Piter, 2003, 688 p.

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 HPE «Luhansk Taras Shevchenko National University» (Luhansk). Phone: +38-095-443-31-43. E-mail: vip_belyy@mail.ru.