

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет
им. А.А. Ежевского”**

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ
ЖУРНАЛ**

“ВЕСТНИК ИрГСХА”

Выпуск 81/1

Август

**Материалы VII научно-практической конференции
с международным участием “Чтения И.П. Терских”
“АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО И
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АПК”
24 – 26 мая 2017 года**

**Иркутск
2017**

Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА", 2017, выпуск 81/1, август.

Издается по решению Ученого совета Иркутской государственной сельскохозяйственной академии с 26 ноября 1996 г.

Главный редактор: Б.Ф. Кузнецов, д.т.н., проректор по научной работе ИрГАУ им. А.А. Ежевского.

Зам. главного редактора: Н.А. Никулина, д.б.н.

Ответственный секретарь: О.П. Ильина, д.в.н.

Члены редакционного совета: В.Н. Хабардин, д.т.н.; В.О. Саловаров, д.б.н.; В.И. Солодун, д.с.-х.н.; И.И. Силкин, д.б.н.; Я.М. Иванько, д.т.н.; Л.А. Калинина, д.э.н.; Ш.К. Хуснидинов, д.с.-х.н.; Д.С. Адушинов, д.с.-х.н.; Н.И. Рядинская, д.б.н.; Л.М. Белова, д.б.н. (Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, г. Санкт-Петербург); Э.В. Ивантер – д.б.н., чл.-кор. РАН (Петрозаводский государственный университет Республики Карелия), Ю.Н. Литвинов – д.б.н. (Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск), С.Н. Степаненко, д.ф.-м.н. (Одесский государственный экологический университет, Украина), К. Кузмова, д.б.н. (Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария); Р. Горнович – д.б.н., проф. (Познанский университет жизненных наук, г. Познань, Польша).

В журнале опубликованы работы авторов по разным тематикам: агрономии, мелиорации, биологии, охране природы, ветеринарной медицине, зоотехнии, механизации, электрификации, экономики и организации производства, учебному процессу, юбилею и памятным датам.

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № ФС77-30938.

Подписной индекс 82302 в каталоге агентства ООО "Роспечать" "Газеты. Журналы".

Рукописи, присланные в журнал, не возвращаются. Авторы несут полную ответственность за подбор и изложение фактов, содержащихся в статьях; высказываемые ими взгляды могут не отражать точку зрения редакции. Любые нарушения авторских прав преследуются по закону. Перепечатка материалов журнала допускается только по согласованию с редакцией. Рецензии хранятся в редакции не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий согласно решению Президиума Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России.

Журнал удостоен диплома II степени в конкурсе изданий учреждений ДПО, подведомственных Минсельхозу РФ, "Новые знания – практикам" в номинации "Лучшее серийное издание", диплома III степени Министерства сельского хозяйства РФ, диплом II степени в номинации "Лучшее печатное издание" I Международного конкурса за лучшее учебное и научное издание.

Статьи проверены с использованием Интернет-сервиса "Антиплагиат".

Присвоен DOI: 10.17238/issn1999-3765.2017.81.

Scientific and practical journal "Vestnik IrGSHA", 2017, Issue 81/1, August.

It is published by the decision of the Academic Council of Irkutsk State Agricultural Academy since November 26, 1996

Chief-editor: B.F. Kuznetsov, Doctor of Technical Sc., Vice-rector for scientific work, IrSAU named after A.A. Ezhevsky

Deputy chief-editor: N.A. Nikulina - Doctor of Biological Sc. Executive secretary: O.P. Iljina, Doctor of Veterinary Sc.

Editorial Board Members: V.N. Khabardin, Doctor of Technical Sc.; V.O. Salovarov, Doctor of Biological Sc.; V.I. Solodun, Doctor of Agricultural Sc., I.I. Silkin, Doctor of Biological Sc.; Ya.M. Ivan'o, Doctor of Technical Sc.; L.A. Kalinina, Doctor of Economic Sc.; Sh.K. Khusnudinov, Doctor of Agricultural Sc.; D.S. Adushinov, Doctor of Agricultural Sc.; N.I. Ryadinskaya, Doctor of Biological Sc.; L.M. Belova, Doctor of Biological Sc. (St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, St. Petersburg); E.V. Ivanter, Doctor of Biological Sc., Corresponding Member of Russian Academy of Sc. (Petrozavodsk State University in the Republic of Karelia); Yu.N. Litvinov, Doctor of Biological Sc., (Institute of Animal Systematics and Ecology, Siberian Branch of Russian Academy of Sc., Novosibirsk); S. N. Stepanenko, Doctor of Physical and Mathematical Sc., Odessa State Environmental University (Odessa, Ukraine); K. Kuzmova, Doctor of Biological Sc., Agarian University (Plovdiv, Bulgaria), R. Gornowich, Doctor of Biological Sc., University of Life Sc. in Poznan (Poznan, Poland).

The articles published in the journal are on different topics: agronomy, melioration, biology, nature protection, veterinary medicine, animal husbandry, mechanization, electrification, economics and management, educational process, anniversaries, and memory dates.

The journal is registered by the Federal Supervision Service for Legislation Mass Media and Culture Heritage Protection. Registration certificate of mass medium - ПИ № ФС77-30938.

Subscription index in the catalogue of the Agency "Limited Liability Company "Rospechat", "News-papers. Journals" is 82302.

Manuscripts are not returned to the authors. The authors are fully responsible for the compilation and presentation of information contained in their papers; their views may not reflect the Editorial Board's point of view. All rights protected. No part of the Journal materials may be reprinted without permission from the Editors. Reviews are stored in the editorial office for 5 years in the paper and electronic versions, and can be provided to the Ministry of Education and Science of the Russian Federation on request.

The journal is included in the Russian Federation index of Scientific Citation of electronic library eLIBRARY.RU.

The journal is included in the list of leading peer-reviewed scientific journals and publications in accordance with the decision of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education of Russia.

The journal is awarded by the Diploma of II degree in the competition of publications of the institutions of PVE subordinated to the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, "New knowledge - practice" in the category "Best Issues", diploma of III degree of the Ministry of Agriculture of Russia, diploma of II degree in the nomination "The best print edition" of the 1st International competition for the best educational and scientific publication.

Articles are checked with the use of the Internet service "Anti-plagiarism".

Assigned DOI: 10.17238/ISSN 1999-3765.2017.81.

ISSN 1999-3765

© ФГБОУ ВО "Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского", 2017, август.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

- Виньковская О.П.* Сорно-полевая флора верхнего Приангарья 7
- Зацепина О.С.* К вопросу изучения зимостойкости сортов сливы в условиях пригорода Иркутска. Сообщение 2. 12
- Ли И., Бурлов С.П., Большешапова Н.И.* Экологическое испытание гибридов картофеля в Прибайкалье 20
- Пономаренко Е.А. Рябинина О.В.* Состояние изученности проблемы рекреационного природопользования 27
- Хуснидинов Ш.К., Дмитриев Н.Н.* Сравнительная продуктивность и кормовые достоинства астрагала неожиданного, козлятника восточного и люцерны посевной в условиях Предбайкалья 34

ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА. ЗООТЕХНИЯ

- Петрухина Л.Л., Белозерцева С.Л.* Влияние голштинизации на белковомолочность коров черно-пестрой породы 41
- Шаринов Д.Р., Галимуллин И.Ш., Мухаметшин З.З.* Технологические свойства коров при использовании системы добровольного доения 49

МЕХАНИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ

- Бережнов Н.Н., Сырбаков А.П.* Получение исходной информации для оценки эксплуатационных показателей комбинированного посевного комплекса на основе данных контрольного динамометрирования 56
- Бодякина Т.В., Гергенова Т.П., Болоев П.А., Хороших О.Н.* Растительное сырье как топливо для автотракторных двигателей 63
- Бузина Т.С., Алтухова Т.А., Бузин А.Э.* Разработка и применение электронного учебного пособия на основе гипертекстовой технологии для оптимизации учебного процесса по дисциплине “Предметно-ориентированные информационные системы” 67
- Бузунова М.Ю.* Электрофизические свойства дисперсных сред на примере зерновых 75
- Васильев Ф.А., Васильева А.С., Таханов М.П.* Оценка инвестиций при внедрении технологии анаэробной переработки навозных стоков животноводческого комплекса 80
- Вашукевич Е.В., Петров Ю.И.* Применение информационных технологий в профессиональной деятельности выпускников направления “Биология” 86
- Вржац Е.Э.* Математическая оптимизация эксперимента при нитроцементации стали в электростатическом поле 91

<i>Герасимова М.Н., Логинов А.Ю.</i> Оценка технического состояния центробежного насоса по комплексному показателю	96
<i>Елтошкина Е.В., Ильин П.И., Шелкунова Н.О.</i> Задача конструирования виброзащитной системы твердого тела	102
<i>Ильин С.Н., Бричагина А.А., Купоржанов Д.Э.</i> Метод определения теплоты сгорания и качества биогаза	109
<i>Климов С.М., Гуляев В.П., Александров Н.П., Соловьев Г.А.</i> Использование систем сбора и хранение информации в агропромышленном комплексе	114
<i>Кривцова Т.И., Свирбутович О.А.</i> Измерение тягово-скоростных свойств автомобиля в дорожных условиях	119
<i>Криков А.М., Немцев А.Е., Хабардин С.В., Михайлов Н.А.</i> Определение энергетических параметров тракторов при трогании с места под нагрузкой	127
<i>Кузьмин А.В., Остроумов С.С.</i> Обоснование длины наклонной сепарирующей поверхности картофелеуборочной машины	136
<i>Ланин А.В., Николаенко Е.В.</i> Экономические риски и способы их снижения в электросетевых компаниях	140
<i>Луговнин С.Ю., Бураев М.К., Шистеев А.В.</i> Корректирование расхода запасных частей при техническом сервисе автотракторной техники	148
<i>Попова С.А., Каримов И.И.</i> Экспериментальная фитокамера для исследования факторов роста растений в условиях закрытого грунта	153

CONTENTS

AGRONOMY. LAND-RECLAMATION

- Vinkovskaya O.P.* Weed-field flora of the upper Angara region 7
- Zatsepina O.S.* For the study of winter hardiness of plum varieties in the suburb of Irkutsk. Message 2 12
- Li Yi., Burlov S.P., Bolsheshapova N.A.* Ecological testing of potato gibrides in the Pribaikala 20
- Ponomarenko, E.A., Ryabinina O.V.* The State of knowledge of the problems of recreational nature 27
- Khusnidinov Sh.K., Dmitriev N.N.* Comparative productivity and fodder value of Astragalus unexpected, Galega and Alfalfa in conditions of Predbaikalie 34

VETERINARY MEDICINE. HUSBANDRY

- Petrukhina L.L., Belozertseva S.L.* The influence of holsteinische alcoholocaust cows of black-motley breed 41
- Sharipov D.R., Galimullin I.S., Mukhametshin Z.Z.* Technological properties of cows under a system of voluntary milking 49

MECHANIZATION. ELECTRIFICATION

- Berezhnov N.N., Sherbakov A.P.* Obtaining of baseline information for the assessment of operational indicators of combined seeding machine based on the data of the control dynamometrics 56
- Bodyakina T.V., Gergenova T.P., Boloev P.A., Khoroshikh O.N.* Plant raw material as fuel for automotive engines 63
- Buzina T.S., Altukhova T.A., Buzin A.E.* The development and application of electronic tutorials on the basis of hypertext technology for optimizing the educational process in the discipline "Subject-oriented information systems" 67
- Buzunova M. Yu.* Electrophysical properties of disperse environments on the example of grain 75
- Vasiliev F.A., Vasilieva A.S., Takhanov M.P.* Evaluation of investment in technology of implementation of anaerobic processing of manure channel in stock breeding complex 80
- Vashukevich, E.V., Petrov Yu.I.* Application of information technologies in professional activity of graduates of the specialty "Biology" 86
- Vrzhashch E.Ed.* Mathematical optimization of experiment at nitrocementation of steel in electrostatic field 91

<i>Gerasimova M.N., Loginov A.Yu.</i> Assessment of the technical condition of the centrifugal pump by complex indicator	96
<i>Eltoshkina E.V., Iljin P.I., Shelkunova N.O.</i> The problem of construction of the vibration protection system of the solid body	102
<i>Iljin S.N., Brichagina A.A., Kuporzhanov D.E.</i> Method of determination of heat value and biogas quality	109
<i>Klimov S.M., Gulyaev V.P., Alexandrov N.P., Soloviev G.A.</i> Use of information collection and storage systems in agro-industrial complex	114
<i>Krivtsova T.I., Svirbutovich O.A.</i> Measurement of haulage and speed capacities of the vehicle in road conditions	119
<i>Krikov A.M., Nemtsev A.E., Khabardin S.V., Mikhailov N.A.</i> Determination of energy parameters of tractors moving from a standstill under load	127
<i>Kuzmin A.V., Ostroumov S.S.</i> Foundation of length of the inclined separatory surface of potato-tube machine	136
<i>Lanin A.V., Nikolayenko E.V.</i> Economic risks and methods of risks reduction in electronetwork companies	140
<i>Lugovnin S.Yu., Buraev M.K., Shisteev V.A.</i> Correction of spare parts expense in technical service of autotractor engineering	148
<i>Popova S.A., Karimov I.I.</i> Experimental phitocamera for investigation of factors of plants growth in the conditions of closed soil	153

АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ

УДК 587.527.1(571)

СОРНО-ПОЛЕВАЯ ФЛОРА ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

О.П. Виньковская

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, *Иркутск, Россия*

Приводятся результаты натурного исследования сорно-полевой флоры Верхнего Приангарья на 61 пробной площадке в 9 типах агрофитоценозов (вико-злаковые, картофельные, ячменные, клеверные, свекольные, капустные, пшеничные, кукурузные, топинамбурные поля). Работы проводились в полевые сезоны 2005 – 2008 гг. Обследованы поля в окрестностях д. Ново-Разводная, д. Хомутово, д. Ревякина, п. Мегет, п. Марково, д. Бурдаковка, д. Оёк, д. Карлук, д. Урик, д. Пивовариха. Собрано 700 гербарных листов сосудистых видов растений, не соответствующих задачам культуры (засоряющие посевы и посадки). Выявлено 175 видов из 111 родов и 32 семейств. 119 видов имеют заметное ценотическое значение и указываются в работе. Впервые для территории исследования отмечены такие сорные виды, как *Galium spurium* L. и *Raphanus sativus* L.

Ключевые слова: сорные растения, сорно-полевая флора, Верхнее Приангарье, Иркутская область.

WEED-FIELD FLORA OF THE UPPER ANGARA REGION

Vinkovskaya O.P.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The results of field studies of weed-field flora of the Upper Angara region 61 trial site in 9 types of agrophytocenosis (vetch-cereal, potato, barley, clover, beet, cabbage, wheat, corn, topinambura field). The work was performed in field seasons 2005-2008 Surveyed field in the vicinity of D. Novo-Stacking, in D. Khomutovo, D. Revyakin, p. meget, Markovo p., D. Burdakovka., OEK, D. Karluk, D. Urich, D. Pivovarikha. Collected 700 herbarium sheets of vascular plants that do not meet the objectives of the culture (contaminating crops and planting). Identified 175 species of 111 genera and 32 families. 119 have a significant cenotic value and appear to work. For the first time for the territory of the study noted these weed species like *Galium spurium* L. and *Raphanus sativus* L.

Keywords: weeds, weed-field flora of the Upper Angara, Irkutsk region.

В пределах Верхнего Приангарья находится большая часть сельскохозяйственного фонда Иркутской области. Изучению сорных флор уделялось всегда большое внимание, но тяжелая экономическая ситуация в конце прошлого столетия в нашей стране привела к упадку сельского хозяйства и как следствие – ослаблению интереса к исследованию сорных растений и сорных флор. Последние работы в нашем регионе, содержащие полные перечни сорных видов и анализ флор, имеют 50-летнюю и более давность: И. С. Буддо, В. И. Сигов 1962 [1], Л. И. Туманова, 1968 [4]. За это время появился целый ряд новых сорных видов [2].

Актуальность исследования базируется на его высоком прикладном значении.

В связи с чем **цель** – выявление состава сорно-полевой флоры Верхнего Приангарья.

Материалы и методы. Работы проводились в полевые сезоны 2005 – 2008 гг. Обследованы поля в окрестностях д. Ново-Разводная, д. Хомутово, д. Ревякина, п. Меget, п. Марково, д. Бурдаковка, д. Оёк, д. Карлук, д. Урик, д. Пивовариха. Собрано 700 гербарных листов сосудистых видов растений, не соответствующих задачам культуры (засоряющие посевы и посадки). Сделано 61 описание агрофитоценозов методом пробных площадей 100 м². Выбирались места не менее чем для 2 учетных площадок, которые распределялись таким образом, чтобы они как можно полнее представляли агрофитоценоотические особенности всего поля. Больше число описаний сделано в кормовых вико-злаковых посевах и посадках картофеля, поскольку они обеспечивали увеличение списка сорных видов. Участие сорных видов в сложении агрофитоценозов отражено их средним проективным покрытием в % с учетом числа площадок, что удобно для перевода в другие шкалы обилия, например, Друде или Браун-Бланке. Степень засоренности оценена по четырехбалльной шкале А.И. Мальцева [3]. Средняя засоренность пересчитана на число площадок в каждом типе агрофитоценозов. Номенклатура и систематическая принадлежность сорных видов приведена по региональной сводке “Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения)” [2].

Результаты и обсуждение. По полевым и гербарным материалам в описанных нами агрофитоценозах Верхнего Приангарья выявлено не соответствующих задачам культуры (засоряющих посевы и посадки) 175 видов из 111 родов, 32 семейств, из которых 119 видов имеют хоть сколько-нибудь заметное ценоотическое значение, таблица , 56 видов зафиксированы в числе 1 – 2 особей.

Таблица – Проективное покрытие сорных видов в агрофитоценозах, %

Виды	Типы агрофитоценозов, число площадок								
	Вико-злаковые	Картофельные	Ячменные	Клеверные	Свекольные	Капустные	Пшеничные	Кукурузные	Топинамбурные
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Equisetum arvense</i> L.	3.3	1.0	1.1	1.4	–	3.3	–	2.5	–
<i>E. pratense</i> Ehrh.	–	–	0.4	–	–	–	–	–	–
<i>E. sylvaticum</i> L.	0.6	0.7	–	–	–	–	–	–	–
<i>Avena fatua</i> L.	5.4	0.5	1.6	0.2	–	–	1.7	–	–
<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fern.	0.2	–	–	–	–	–	–	–	–
<i>Echinochloa crusgalli</i> (L.) P. Beauv.	0.1	1.6	–	0.6	1.0	1.7	6.0	–	–
<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	0.3	1.7	1.9	4.6	0.2	1.7	–	10.0	2.5
<i>Helictotrichon pubescens</i> (Huds.) Pilg.	–	–	0.1	–	–	–	–	–	–

<i>Panicum miliaceum</i> L.	—	0.2	—	—	2.0	0.7	1.7	—	—
<i>Phleum pretense</i> L.	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Poa palustris</i> L.	—	—	0.6	—	—	—	—	—	—
<i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. et Schult.	0.3	—	—	—	1.2	—	—	—	—
<i>S. viridis</i> (L.) P. Beauv.	1.2	1.3	2.5	—	—	—	4.5	—	—
<i>Juncus salsuginosus</i> Turcz. ex E. Mey.	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—
<i>Cannabis sativa</i> L.	0.3	0.4	—	—	—	0.3	—	1.5	11.5
<i>Urtica cannabina</i> L.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>U. dioica</i> L.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>U. galeopsifolia</i> Wierzb. ex Opiz	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aconogonon alpinum</i> (All.) Schur	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Fagopyrum tataricum</i> (L.) Gaertn.	0.1	—	—	0.4	—	—	—	1.0	—
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A. Löve	0.8	0.1	1.3	0.2	—	—	1.7	1.0	—
<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray	1.1	0.4	1.1	0.2	5.8	0.7	—	11.5	—
<i>Polygonum aviculare</i> L.	0.1	—	0.6	—	1.6	—	—	2.5	—
<i>Axyris amaranthoides</i> L.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Chenopodium album</i> L.	0.3	0.2	0.1	—	—	—	—	1.5	—
<i>Ch. glaucum</i> L.	—	0.1	—	—	0.8	—	—	—	—
<i>Ch. polyspermum</i> L.	0.2	—	0.4	0.4	2.0	—	—	—	—
<i>Amaranthus blitoides</i> S. Watson	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. retroflexus</i> L.	0.3	2.4	0.9	—	—	2.3	—	—	4.0
<i>Cerastium arvense</i> L.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Moehringia lateriflora</i> (L.) Fenzl	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	—	—	0.4	0.2	—	—	—	—	1.5
<i>Spergula arvensis</i> L.	1.6	0.1	0.5	—	—	—	—	—	—
<i>Stellaria crassifolia</i> Ehrh.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. graminea</i> L.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>S. media</i> (L.) Vill.	1.0	0.3	1.8	—	0.2	—	1.7	—	—
<i>Leptopyrum fumarioides</i> (L.) Rchb.	—	0.3	0.4	—	—	—	—	—	—
<i>Fumaria officinalis</i> L.	0.4	—	0.6	—	—	—	—	—	—
<i>F. schleicheri</i> Soy.-Will.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Arabis pendula</i> L.	—	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Barbarea arcuata</i> (Opiz) Reichenb.	1.3	—	1.6	—	—	—	—	—	—
<i>Berteroa incana</i> (L.) DC.	0.3	0.1	—	—	—	—	—	0.5	—
<i>Brassica campestris</i> L.	0.3	—	—	—	—	—	—	2.0	—
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik.	0.1	0.3	0.3	0.2	—	—	—	—	3.0
<i>Erysimum cheiranthoides</i> L.	0.3	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lepidium ruderales</i> L.	—	0.2	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	0.6	0.1	—	—	0.4	—	—	—	—
<i>R. sativus</i> L.	—	0.3	—	—	—	—	—	—	—
<i>Sinapis arvensis</i> L.	—	0.1	—	—	—	1.7	—	—	—
<i>Sisymbrium loeselii</i> L.	0.7	0.1	1.1	—	—	—	—	—	—
<i>S. officinale</i> (L.) Scop.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Thlaspi arvense</i> L.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	1.0
<i>Agrimonia pilosa</i> Ledeb.	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Potentilla anserina</i> L.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>P. chrysantha</i> Trevir.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>P. fragarioides</i> L.	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—

<i>P. tergemina</i> Sojak	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>Amoria hybrida</i> (L.) C. Presl	0.7	—	0.4	—	—	—	—	—	—
<i>A. repens</i> (L.) C. Presl	—	0.4	0.3	—	—	—	—	—	—
<i>Astragalus danicus</i> Retz.	—	—	0.3	—	—	—	—	—	—
<i>Medicago falcate</i> L.	—	0.8	—	—	—	—	—	—	—
<i>M. lupulina</i> L.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>M. sativa</i> L.	—	0.1	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Melilotus albus</i> Medik.	0.1	—	—	1.0	—	—	—	—	—
<i>M. suaveolens</i> Ledeb.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Trifolium arvense</i> L.	0.1	0.4	0.3	—	—	—	—	—	—
<i>Vicia cracca</i> L.	0.3	0.5	0.6	2.0	—	—	—	—	—
<i>V. sepium</i> L.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Acer negundo</i> L. immaturus	—	—	0.1	—	0.2	—	—	0.5	—
<i>Erodium cicutarium</i> (L.) L`Her.	—	0.1	—	—	0.6	1.0	1.7	—	—
<i>E. stephanianum</i> Willd.	0.7	0.7	2.5	—	1.0	1.0	—	1.5	—
<i>Geranium sibiricum</i> L.	—	—	0.3	0.8	—	—	—	—	—
<i>Euphorbia jennisseiensis</i> Baikov	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Malva mohileviensis</i> Downar	—	0.1	—	—	0.2	—	—	—	—
<i>Epilobium palustre</i> L.	—	—	0.4	—	—	—	—	—	—
<i>Anethum graveolens</i> L.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Androsace filiformis</i> Retz.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>A. septentrionalis</i> L.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Lysimachia davurica</i> Ledeb.	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—
<i>Amethystea coerulea</i> L.	0.1	0.2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Galeopsis bifida</i> Boenn.	—	0.6	—	—	—	—	—	—	—
<i>Leonurus deminutus</i> V.I. Krecz.	—	—	—	—	—	—	—	1.0	—
<i>Stachys aspera</i> Michx.	0.4	0.5	—	—	—	—	—	—	—
<i>S. palustris</i> L.	1.6	0.7	1.8	—	—	1.7	2.0	0.5	—
<i>Linaria acutiloba</i> Fisch. ex Reichenb.	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
<i>L. vulgaris</i> Mill.	0.3	0.4	—	0.6	—	—	—	—	—
<i>Odontites vulgaris</i> Moench	—	—	—	1.6	—	—	—	—	—
<i>Rhinanthus vernalis</i> (N. Zinger) Schischk.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Plantago major</i> L.	0.3	—	0.3	0.6	—	—	—	—	—
<i>P. media</i> L.	0.2	0.1	0.3	—	—	—	—	—	—
<i>Galium spurium</i> L.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>G. uliginosum</i> L.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Echinocystis lobata</i> (Michx.) Torr. et Gray	—	—	1.0	—	—	—	—	—	—
<i>Achillea asiatica</i> Serg.	0.3	0.3	—	0.4	—	—	—	—	—
<i>Arctium tomentosum</i> Mill.	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Artemisia absinthium</i> L.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>A. mongolica</i> (Besser) Fisch. ex Nakai	0.2	0.1	0.4	0.4	—	0.3	—	—	—
<i>A. scoparia</i> Waldst. et Kit.	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—
<i>A. sieversiana</i> Willd.	0.1	0.1	—	—	—	—	1.0	—	—
<i>Bidens radiata</i> Thuill.	0.3	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>B. tripartita</i> L.	—	0.2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Cirsium serratuloides</i> (L.) Hill	1.6	1.1	1.3	0.6	0.4	—	—	—	—
<i>C. setosum</i> (Willd.) Besser	0.4	0.2	—	—	—	—	—	—	—
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.	—	0.4	—	1.2	0.4	—	—	—	—

<i>Crepis tectorium</i> L.	3.5	0.1	2.6	—	1.0	—	—	—	—
<i>Hieracium umbellatum</i> L.	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Inula britannica</i> L.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Ixeris graminea</i> (Fisch.) Nakai	—	—	—	0.6	—	—	—	—	—
<i>Jacobaea nemorensis</i> (L.) E.I. Wiebe	0.1	—	—	0.2	—	—	1.0	—	—
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Matricaria recutia</i> L.	0.2	—	—	—	0.6	—	—	—	—
<i>Parasenecio hastatus</i> (L.) H. Koyama	—	0.4	—	—	—	—	—	—	—
<i>Senecio viscosus</i> L.	—	0.4	—	—	—	1.0	—	—	—
<i>S. vulgaris</i> L.	—	—	—	—	1.4	—	—	—	—
<i>Sonchus arvensis</i> L.	0.3	2.9	0.9	1.0	1.2	—	—	4.0	—
<i>S. asper</i> (L.) Hill	—	1.0	—	—	—	—	—	—	—
<i>Taraxacum officinale</i> F.H. Wigg.	—	0.1	0.5	2.0	0.2	—	—	—	—
<i>Tripleurospermum inodorum</i> (L.) Sch. Bip.	0.4	—	0.4	0.8	—	—	—	—	—
<i>Xanthium sibiricum</i> Patr. ex Widder	—	—	—	—	0.4	1.0	—	—	—
Средняя степень засоренности, балл:	2.2	1.7	2.1	1.6	2.0	1.3	1.3	2.8	1.8
Итого видов:	57	65	56	28	22	14	10	15	6

Средняя степень засоренности изученных агрофитоценозов – невысокая и составляет от 1.3 до 2.8 баллов. Самыми массовыми сорными видами, проективное покрытие которых достигает 10 % и более, являются *Elytrigia repens*, *Cannabis sativa*, *Persicaria lapathifolia*. С покрытием 3 % и более отмечены: *Equisetum arvense*, *Avena fatua*, *Crepis tectorium*, *Sonchus arvensis*. Известный сорняк “осот розовый” на обследованных полях представлен двумя видами *Cirsium serratuloides* (бодяк серпуховидный) и *C. setosum* (б. щетинистый), из которых первый зарегистрирован на большем числе площадок. Впервые для территории исследования приводим *Galium spurium* (картофельное поле, 11.07.2005 г., д. Пивовариха) и *Raphanus sativus* (там же), не указанные в региональных флористических сводках [2]. Неожиданностью стала находка на полях имматурных особей *Acer negundo* (посевы ячменя “Соболек”, 13.06.2005 г., д. Ново-Разводная; кукурузное поле, 27.06.2005 г., д. Ревякина; свекольное поле, 23.08.2005 г., д. Марково).

В целом в разных типах агрофитоценозов обнаружено от 6 до 65 видов с разным проективным покрытием. Исследования показали, что состав сорных видов может не повторяться от года к году, а сорно-полевая флора отличается крайней нестабильностью показателей.

Выводы. 1. Сорно-полевая флора Верхнего Приангарья характеризуется относительным таксономическим разнообразием, насчитывает 175 видов из 111 родов и 32 семейств. 119 видов имеют заметное ценотическое значение.

2. Наиболее многовидовым является семейство *Asteraceae*, что согласуется с особенностями флорогенеза территории исследования.

3. Состав видов в описанных агрофитоценозах меняется из года в год, поскольку является лабильным сегетальным компонентом синантропной фракции региональной флоры.

Список литературы

1. Буддо И.С. Сорные растения и борьба с ними в Иркутской области / И.С. Буддо, В.И. Сигов. – Иркутск: Ирк. книжн. изд-во, 1962. – 67 с.
2. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения) / В.В. Чепинога, Н.В. Степанцова, А.В. Гребенюк и др. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2008. – 340 с.
3. Мальцев А.И. Сорная растительность СССР и меры борьбы с ней / А.И. Мальцев - М., Л.: Сельхозиздат, 1962. – 271 с.
4. Туманова Л.И. Сорные растение Прибайкалья / Л.И. Туманова: Автореф. дис. на соиск. уч. степени к. б. н. – Иркутск, 1968. – 24 с.

References

1. Buddo I.S., Sigov V.I. *Sornyye rasteniya i borba s nimi v Irkutskoy oblasti* [Weed plants and their control in the Irkutsk region]. Irkutsk, 1962, 67 p.
2. *Konspekt flory Irkutskoj oblasti (sosudistye rastenija)* [Abstract of the flora of the Irkutsk region (vascular plants)]. Irkutsk, 2008, 327 p.
3. Maltsev A.I. *Sornaya rastitelnost SSSR i mery borby s ney* [Weed vegetation of the USSR and measures to combat it]. Moscow – Leningrad, 1962, 271 p.
4. Tumanova L.I. *Sornyye rasteniye Pribaykalia* [Weed plant of the Baikal region]. Cand. Dis. Thesis, Irkutsk, 1968, 24 p.

Сведения об авторе:

Виньковская Оксана Петровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры технологий охотничьей продукции и лесного дела Института управления природными ресурсами – факультета охотоведения им. проф. В.Н. Скалона. Иркутский государственный университет им. А.А. Ежовского (664007, Россия, г. Иркутск, ул. Тимирязева, 59, тел. 89149066610, e-mail: urbanoflora@yandex.ru).

Information about author:

Vinkovskaya Oksana P. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. of the Department of Technologies of Hunting Products and Forestry, Institute of Management of Natural Resources, Faculty of Hunting Science named after Professor V.N. Scalon. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (59, Timiryazev Str., Irkutsk, Russia, 664007, tel. 891490666, e-mail: urbanoflora@yandex.ru).

УДК 661.162

К ВОПРОСУ ИЗУЧЕНИЯ ЗИМОСТОЙКОСТИ СОРТОВ СЛИВЫ В УСЛОВИЯХ ПРИГОРОДА ИРКУТСКА. СООБЩЕНИЕ 2.

О.С. Зацепина

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежовского, г. Иркутск, Россия

В статье представлены данные по инвентаризации зимне-весенних повреждений деревьев сливы в условиях пригорода Иркутска. Исследования зимостойкости сортов сливы осуществлялось в период с 2014 по 2016 гг. Отмечены подмерзание коры, однолетних побегов, ветвей и камбия, сортов сливы, которые оценивались в баллах. В результате исследований установлено, что все сорта слив из групп среднего и позднего сроков созревания относятся к зимостойким; из группы раннего срока созревания среднезимостойким является сорт “Хабаровская ранняя”. Из 14 исследованных сортов наиболее зимостойким является сорт “Пониклая”. В целом установлено соответствие сроков созревания основных групп слив с их зимостойкостью.

Ключевые слова: зимостойкость, деревья, слива китайская, сорта.

FOR THE STUDY OF WINTER HARDINESS OF PLUM VARIETIES IN THE SUBURB
OF IRKUTSK. MESSAGE 2.

Zatsepina O.S.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The article presents the data on inventory for winter-spring damage of plum trees in the suburb of Irkutsk. Studies of winter hardiness of plum varieties was carried out in the period from 2014 to 2016. Noted the freezing of the bark of annual shoots, branches, and cambium, varieties of plums, which were estimated in points. As a result of researches it is established that all varieties of plums from the groups of medium and late maturing winter-hardy belong to; from the group of early ripening sredneaziatskom is the sort of "Khabarovsk early". Of the 14 investigated cultivars the most winter-hardy variety is "Drooping". In general, the ripening of the main groups of plums with their hardiness.

Keywords: winter hardiness, tree, plum, Chinese, varieties.

Настоящее сообщение является продолжением работы по изучению морозостойкости различных сортов слив трех групп по срокам созревания.

Развитие садоводства часто осложняется периодически повторяющимися суровыми зимами, приносящими большой вред плодовым питомникам. По сочетанию метеорологических факторов и характеру морозных повреждений неблагоприятные зимы не однотипны. Иногда наблюдается повреждения надземной части деревьев, частые случаи осеннего повреждения камбия и клеток камбиальной зоны ствола и скелетных ветвей.

Гибель растений от мороза чрезвычайно сложный процесс, связанный, прежде всего, с разрушением структуры протоплазмы.

Большое влияние на перезимовку сливы оказывает интенсивность жизнедеятельности процессов в течение периода глубокого и вынужденного покоя и накопление запасных защитных веществ. При снижении температуры осенью и зимой у плодовых деревьев происходит интенсивный гидролиз крахмала.

Проблема зимостойкости плодовых деревьев является одной из наиболее трудных и важных в садоводстве [1].

Каждый сорт сливы имеет свои качественные особенности. Сорта отличаются друг от друга по морозоустойчивости, по срокам начала плодоношения и времени созревания плодов, по их сопротивляемости болезням и действию сельскохозяйственных вредителей. Они отличаются также по урожайности, размеру, вкусу плодов и хозяйственному назначению – одни очень хороши для использования в свежем виде, другие для технической переработки.

Главными требованиями, которые предъявляются к сорту, являются его морозоустойчивость, засухоустойчивость и урожайность. Этими основными свойствами в значительной степени определяется возможность успешного разведения сортов сливы.

Цель исследования – изучение зимостойкости сливы разных сроков созревания в условиях пригорода Иркутска, и выявление наиболее зимостойких

сортов в научно-производственном плодово-ягодном питомнике КФХ “Шичалин В.В.”.

Объект и методики исследований. Исследования зимостойкости сортов сливы проводились в период с 2014 по 2015 гг. на территории НПО плодово-ягодного питомника КФХ “Шичалин В.В.”, расположенного на 8 км Мельничной пади, в Иркутском районе.

Объекты исследования – наиболее востребованные и апробированные сорта сливы из коллекции маточного сада.

Исследование степени повреждения деревьев сливы морозами проводилось визуально после цветения (рис. 1) в соответствии с программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [2]. Нами было отмечено подмерзание коры (А), однолетних побегов (Б), ветвей (В), камбия (Г). Каждый вид повреждения оценивался отдельно по шести бальной шкале (от 0 до 5 баллов).

А) Подмерзание коры (ожоги) (рис. 2) проявляются на штамбах, скелетных ветвях, особенно в развилках скелетных ветвей и учитывались нами по шкале:

- 0 – подмерзания нет;
- 1 – поверхностное подмерзание отдельных небольших участков;
- 2 – глубокое подмерзание коры до древесины, но на небольших участках;



Рисунок 1 – Исследование степени повреждения деревьев морозами (фото автора)

3 – глубокое подмерзание коры до древесины занимает до 5% окружности ствола;

4 – глубокое подмерзание коры до древесины на больших участках ствола или основных скелетных ветвях;

5 – глубокое подмерзание коры с кольцевым охватом штамба, грозящее гибелью дерева.

Б) *Подмерзание однолетних побегов (рис. 3) определяли по степени побурения древесины.*

0 – древесина здоровая светлая;

1 – окраска древесины желтоватая, имеющая отдельные светло-коричневые пятна;

2 – древесина светло-коричневая;

3 – древесина коричневая;

4 – древесина темно-коричневая, слоями;

5 – древесина темно-коричневая или полностью черная.

В) *Подмерзание ветвей (рис. 4) определяли по степени их повреждения:*

0 – нарушений в развитии ветвей не наблюдается;

1 – небольшое усыхание концов отдельных побегов;



Рисунок 2 – Подмерзание коры (балл подмерзания – 3) (фото автора)

2 – частичное усыхание большинства однолетних побегов единичных полускелетных веток;

3 – полное усыхание однолетних побегов и частичное двух – четырехлетних ветвей скелетного и полускелетного типа;

4 – усыхание веток всех возрастов большей части кроны;

5 – усыхание всего дерева до уровня снегового покрова.



Рисунок 3 – Подмерзание однолетних побегов (балл подмерзания – 0) (фото автора)



Рисунок 4 – Подмерзание ветвей (балл подмерзания – 2) (фото автора)

Г) *Степень подмерзания камбия (рис. 5) учитывали по наличию отставания в темпах ростовых процессов и ухудшения состояния дерева:*

0 – из всех верхушечных почек побеги и листья хорошо развиваются, признаков отставания в темпах роста по сравнению с очень зимостойкими сортами нет;

1 – из всех верхушечных почек побеги и листья развиваются с некоторым отставанием в темпах роста;



Рисунок 5 – Подмерзание камбия (балл подмерзания – 2) (фото автора)

2 – лишь 50 % верхушечных почек тронулось в рост, побеги и листья развиваются со значительным отставанием в темпах роста;

3 – меньше 50 % верхушечных почек тронулось в рост, развитие побегов и листьев запоздалое, погибли отдельные скелетные ветви, кора штамба с северной стороны имеет трещины и частичное отслаивание от древесины;

4 – запоздалое распускание лишь части почек, очень слабый рост побегов, значительная гибель скелетных ветвей, растрескивание коры штамба и отслаивание от древесины охватывает половину окружности штамба;

5 – запоздалое набухание почек, отсутствие их распускания, растрескивание коры вдоль штамба, отслаивание коры по всей окружности, полная гибель дерева [2].

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведенных исследований отмечены подмерзание коры, однолетних побегов, ветвей и камбия, сортов сливы в баллах (таблица 1).

Таблица 1 – Подмерзание сортов сливы (в баллах)

Сорт сливы	Подмерзание				Средний балл подмерзания
	коры	однолетних побегов	ветвей	камбия	
1	2	3	4	5	6
1 группа Раннего срока созревания					
“Катунская”	1	2	0	1	2
“Пирамидальная”	1	2	0	0	2
“Пониклая”	0	0	0	0	0

Окончание таблицы 1

“Сиреневая”	0	0	1	1	1
“Урожайная Фомина”	1	1	1	1	1
“Хабаровская ранняя”	3	2	2	1	3
“Шаровая”	2	2	0	0	2
“Юбилейная Солдатова”	2	2	1	0	2
2. Среднего срока созревания					
“Краснощекая”	1	2	1	1	2
“Красный шар”	2	1	2	0	2
“Скороплодная”	1	0	0	1	1
3. Позднего срока созревания					
“Иркутская красавица”	1	0	1	1	1
“Чернослив Иркутский”	1	2	1	0	2
“Янтарная”	1	2	1	1	2

При обработке показателей подмерзания отдельных частей дерева нами был вычислен средний балл подмерзания. Средний балл подмерзания по сорту (таблица 2) определяли по наибольшему баллу подмерзания любой части дерева по общепринятой методике [2].

По степени зимостойкости можно выделить 3 группы подмерзания

1 – очень зимостойкие – не подмерзают даже в суровые зимы;

2 – зимостойкие – имеют повреждения 1-2 балла в суровые зимы;

3 – среднезимостойкие – в суровые зимы повреждаются на 2-3 балла.

В соответствии со средним баллом подмерзания нами было установлена различная степень зимостойкости в трех группах слив (таблица 2).

Таблица 2 – Степень зимостойкости сортов (по среднему баллу)

Степень зимостойкости	Средний балл подмерзания	Сорта сливы
1	2	3
1. Раннего срока созревания		
Очень зимостойкие	0	“Пониклая”
Зимостойкие	1-2	“Катунская”, “Пирамидальная”, “Сиреневая”, “Урожайная Фомина”, “Шаровая”, “Юбилейная Солдатова”.
Среднезимостойкие	3	“Хабаровская ранняя”
2. Среднего срока созревания		
Зимостойкие	1-2	“Краснощекая”, “Красный шар”, “Скороплодная”.
3. Позднего срока созревания		
Зимостойкие	1-2	“Иркутская красавица”, “Чернослив” “Иркутский”, “Янтарная”.

Анализ данных таблицы 2, показывает, что сорта группы раннего срока созревания сильнее повреждаются морозами, т.к. перепады температур ниже 0°C повреждают ранний цвет. Из этой группы очень зимостойким сортом является – “Пониклая” (0 балл подмерзания), а среднезимостойким сортом является – “Хабаровская ранняя” (средний балл подмерзания – 3), а остальные сорта из этой группы относятся к зимостойким.

Все сорта сливы из групп среднего и позднего сроков созревания являются зимостойкими (от 1 – 2 баллов подмерзания). Они меньше всего повреждаются зимне-весенними морозами.

Выводы. 1. Установлено, что 14 сортов сливы коллекции маточного сада научно-производственного плодово-ягодного питомника КФХ “Шичалин В.В.”, по срокам созревания относятся к 3 группам (группы раннего, среднего и позднего сроков созревания).

2. В результате инвентаризации зимне-весенних повреждений деревьев сливы в условиях пригорода Иркутска выявлено, что среднезимостойким является сорт “Хабаровская ранняя” (группа раннего срока созревания).

3. Все сорта слив из групп среднего и позднего сроков созревания относятся к зимостойким. Наиболее зимостойкий сорт “Пониклая”.

Выражаю благодарность за помощь в сборе материала студентке 5 курса агрономического факультета Сарнецкой Т.Г.

Список литературы

1. Зимостойкость плодовых, ягодных культур и их восстановление в связи с повреждением морозами // Сб. науч. трудов // Мичуринск: ВНИИ садоводства, 1982. – 122 с.
2. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. академика РАСХН Е.Н. Седова и д-ра с-х. наук Т.П. Огольцовой – Орел: Изд-во Всеросс. НИИ селекции плодовых культур, 1999. – 608 с.

References

1. *Zimostojkost' plodovyh, jagodnyh kul'tur i ih vosstanovlenie v svjazi s povrezhdeniem morozami* [Winter hardiness of fruit and berry crops and their restoration in connection with frost damage]. Michurinsk, 1982, 122 p.
2. *Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur* [Program and methodology for the variety research of fruit, berry and nut-bearing crops]. Orel, 1999, 608 p.

Сведения об авторе:

Зацепина Ольга Станиславовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники, плодового и ландшафтной архитектуры агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89041304853, e-mail: zipra-os@ya.ru).

Information about author:

Zacepina Olga S. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. of the Department of Botany, Horticulture and Landscape Architecture of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89041304853, e-mail: zipppa-os@ya.ru).

УДК 635.21

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ В ПРИБАЙКАЛЬЕ

И. Ли, С.П. Бурлов, Н.И. Большешапова

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье приводятся исследования по определению урожайности, количественных и качественных свойств гибридов картофеля с высокой адаптивностью к факторам среды, расчет взаимосвязи между важнейшими селекционными и хозяйственными признаками. Установлена положительная корреляционная связь между содержанием крахмала и количеством клубня, отрицательная – между товарностью и количеством клубней, количеством товарных клубней и товарностью в условиях Прибайкалья. По комплексу количественных и качественных признаков выделены 15 гибридов Иркутского ГАУ для дальнейшей работы по селекции и семеноводству картофеля.

Ключевые слова: картофель, гибрид, качество, количество, урожайность, корреляция.

ECOLOGICAL TESTING OF POTATO GIBRIDES IN THE PRIBAIKALA

Li Yi., Burlov S.P., Bolsheshapova N.I.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article presents the study on determination of yield, qualitative and quantitative properties of potato hybrids with high adaptability to the environmental factors, the calculation of the relationship between the most important breeding and economic characteristics. A positive correlation between starch content and number of tuber, and negative between marketability and the number of tubers, number of marketable tubers and marketability in the conditions of Pribaikalye. The complex quantitative and qualitative traits of 15 selected hybrids of the Irkutsk state agricultural university for further work on breeding and seed potatoes.

Keywords: potato, hybrid, quality, quantity, yield, correlation.

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) является одной из важнейших сельскохозяйственных культур с высоким потенциалом урожая (60 – 100 т/га), устойчивостью к неблагоприятным условиям и высоким содержанием полезных веществ.

В селекционной работе очень важно раскрыть непростые корреляции признаков и использовать их в практике по выведению новых сортов [1,3]. Изменение какого-либо признака сопровождается изменением организма в целом. Факторы внешней среды, играющие селекционную роль действуют двояко: в генотипе – на изменение гена, в фенотипе – на действие гена [6].

Раскрытие разницы помогут нам быстро и глубоко понимать принципы наследования картофеля, эффективно проводить работу и получать новые сорта с сочетанием полезных хозяйственных признаков (высокая продуктивность, устойчивость к биотическим и абиотическим факторам внешней среды) и сэкономить затраты энергии, средств и времени.

Цель – исследовать взаимосвязь хозяйственно-ценных признаков с урожайностью лучших гибридов картофеля.

Задачи исследований: - определить урожайность, структуру и товарность гибридов картофеля; - выяснить взаимосвязь между хозяйственно-ценными признаками лучших гибридов с урожайностью картофеля.

Методики исследований. В работе использовались методики исследований картофеля [4, 5]. Уборка урожая проводилась сплошным методом, крахмалистость клубней определяли по удельному весу; сухое вещество методом высушивания, статистическую обработку результатов исследований по Доспехову [2].

Почва опытного участка – серая лесная среднесуглинистая с тяжелым механическим составом, слабокислой реакцией почвенного раствора pH – 4.9 – 5.6, низкой степенью обеспеченности гумусом, содержание гумуса 2.4 %, фосфора 36 – 38 мг/100 г почвы, калия 5.2 мг/100 г почвы. Содержание поглощенных оснований 20 – 40 мг.экв./100 г почвы, гидролитическая кислотность 2 – 4 мг.экв./100 г почвы, степень насыщенности основаниями 80 – 90 % [4].

Картофель размещался в севообороте: пар – картофель – пшеница. Обработка почвы и технология выращивания были обычными для зональных условий. Удобрения на опытный участок под картофель вносились весной 2015 года в дозах $N_{60}P_{90}K_{90}$ 250 кг/га с последующей заделкой предпосевной культивацией, в 2016 году минеральные удобрения не вносили. Нарезка гребней высотой 10 – 12 см проводилась перед посадкой культиватором КОН – 2.8. Посадка 18-25 мая, 70 x 35 см. Уход – окучивание после всходов КОН – 2.8. В опытах использовались гибриды, полученные на кафедре земледелия и растениеводства Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского. За контроль выбраны районированные в Иркутской области сорта – “Сарма” и “Снегирь”.

Результаты и их обсуждение. Из опытных данных следует, что почвенно-климатические условия оказали существенное влияние на продуктивность картофеля и формирование хозяйственных признаков сортов картофеля. Из 120 гибридов картофеля выделены 15 гибридов с высокой урожайностью. В 2015 году урожайность образцов колебалась на уровне 25.5 – 51.1 т/га, при средней 37.3 т/га. Наибольшая урожайность клубней отмечалась у гибридов: “27037-3” и “24923-2” (49.3 и 51.1 т/га), а самая низкая у гибридов “2825-15” и “9635-30” (25.5 и 30.2 т/га).

Количество клубней составило от 5.0 до 35.8 шт./куст, при среднем 10.6 шт./куст и стандартной ошибке 1.89. Большое количество клубней наблюдалось у “28038-8” – 35.8 шт./куст, небольшое количество у “4778-32” и “2131-2” от 5.0 до 5,5 шт./куст. У остальных количество клубней составило 6.7-12.8 шт./куст. Товарности гибридов 67.4 – 95.2%, при средней 87.7% и стандартной ошибке 0.02. Высокие товарности наблюдались у “23321” и “24923-2” (94.7%) и “24923-2” – 95.2%; а низкая у гибрида “27037-3” – 67.4%; остальные образцы показали от 81.4 до 94.2%.

Количество товарных клубней небольшое от 3.3 до 8.3 шт./куст, при среднем 6.2 шт./куст и стандартной ошибке 0.41. Большое количество товарных клубней в гибриде “27037-3” до 8.3 шт./куст. Меньшее количество товарных клубней у “27004”, “2131-2” от 3.3 до 3.8 шт./куст. Остальные имели от 5.7 до 7.5 шт./куст.

Масса товарного клубня гибридов является средней и варьирует в пределах 125-333 г, при средней 193 г и стандартной ошибке 0.01. Высокая масса товарного клубня (333 г) характерна для гибрида “24923-2”.

Среднее содержание в клубнях крахмала 14.8%, при стандартной ошибке 0.01. Повышенное содержание крахмала имели гибриды “2131-2”, “23321” и “28038-8” – 17.4-17.5 и 18.1%, а низкое показали “24923-2”, “27037-3” – 10.2-10.6%.

У гибридов оценка вкуса 4,1-4,8 баллов. Вкусные “27004”, “Астр-4” – 4.7 – 4.8 балл. Низкие оценки вкуса у гибрида “2825-1” – 4.1 балл (табл.1).

**Таблица 1 – Продуктивность гибридов картофеля и хозяйственные признаки
в 2015 году**

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га	Количество клубней, шт/куст	Товарность, %	Количество товарных клубней, шт/куст	Масса товарного клубня, г	Содержа- ние крахмала, %	Вкус
“24923-2”	51.1	9.0	95.2	7.5	250	10.2	4.2
“2601-11”	41.2	10.5	87.4	6.1	125	15.5	4.4
“27037-3”	49.3	12.0	67.4	8.3	333	10.6	4.2
“26645”	35.4	9.2	94.2	7.8	167	13.9	4.6
“4778-32”	42.3	5.0	93.8	3.4	200	14.4	4.5
“21350-2”	35.9	10.8	85.0	6.8	200	15.1	4.3
“27004”	42.1	7.0	86.7	3.3	250	16.1	4.7
“2131-2”	32.2	5.5	88.9	3.8	125	17.4	4.6
“28011-45”	35.8	10.5	85.9	7.3	167	17.0	4.5
“9635-30”	30.2	9.0	91.2	6.5	167	13.3	4.2
“28034-7”	35.3	7.9	90.2	5.5	125	16.1	4.3
“28038-8”	35.0	35.8	81.8	6.4	200	18.1	4.4
“2825-15”	25.5	6.7	92.5	5.7	167	13.4	4.1
“Астр-4”	37.4	12.8	81.4	7.5	250	13.7	4.8
“23321”	30.9	7.7	94.7	6.3	167	17.5	4.5
“Сарма (ст)”	30.2	7.9	85.4	4.1	143	15.8	4.4
“Снегирь (ст)”	32.0	9.5	71.1	3.7	167	15.0	4.2
Среднее	37.3	10.6	87.7	6.2	193	14.8	4.4
Стандартная ошибка	1.79	1.9	0.02	0.4	0.01	0.01	0.05

В 2016 г. урожайность гибридов от 25.5 – 39.1 т/га, при средней 31.5 т/га и стандартной ошибке 0.18. Количество клубней от 4.6 до 11.6 шт./куст, при среднем 7.4 шт./куст и стандартной ошибке 0.59. Большое количество клубней у “23321”, “28011-45”, “26645” – 10.0 – 11.6 шт./куст

Товарность составила 81 – 99%, при средней 91.3%, стандартной ошибке 0.01. Количество товарных клубней от 3.6 шт./куст до 7.8 шт./куст. Многоклубневые гибриды – “23321”, “2825-15”.

Масса товарного клубня средняя от 125 до 250 г. Крупные клубни характерны для “4778-32”. Остальные образцы показали массу в пределах от 125 до 200 г.

Среднее содержание в клубнях крахмала 16.8% Высокое содержание крахмала у “2825-15”, “4778-32” – 20.4 и 21.0%, Остальные гибриды имели содержание крахмала 12.8-18.6% (табл.2).

Таблица 2 – Продуктивность гибридов картофеля и некоторые хозяйственные признаки в 2016 году

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га	Количество клубней, шт./куст	Товарность, %	Количество товарных клубней, шт./куст	Масса товарного клубня, г	Содержание крахмала, %	Вкус
“24923-2”	34.1	7.2	90	5.8	167	16.2	4.3
“2601-11”	39.1	7.5	86	5.7	167	17.3	4.3
“27037-3”	25.5	4.7	99	4.3	167	12.8	4.4
“26645”	37.8	11.6	81	7.0	200	15.1	4.5
“4778-32”	28.4	5.3	94	4.5	250	21.0	4.7
“21350-2”	31.9	7.4	88	5.6	143	13.1	4.2
“27004”	25.7	5.2	94	3.6	200	18.0	4.5
“2131-2”	34.2	6.0	94	5.3	143	18.0	4.4
“28011-45”	30.2	11.3	92	7.0	167	17.7	4.4
“9635-30”	34.6	6.1	96	5.6	111	14.4	4.3
“28034-7”	28.9	7.8	86	6.0	125	16.2	4.5
“28038-8”	28.9	7.3	83	4.7	143	19.0	4.5
“2825-15”	38.1	9.3	95	7.8	167	20.4	4.3
“Астр-4”	25.6	4.6	96	4.6	125	14.4	4.7
“23321”	30.4	10.0	92	7.6	200	18.6	4.4
“Сарма (ст)”	30.1	8.7	82	5.4	143	17.4	4.5
“Снегирь (ст)”	28.0	7.7	86	5.0	143	15.3	4.3
среднее	31.5	7.4	91.3	5.7	164.9	16.8	4.4
Стандартная ошибка	0.18	0.59	0.01	0.3	0.01	0.01	0.04

Вкусные клубни у “27004”, “Астр-4” – 4.7 балла. У остальных гибридов оценка вкуса составила 4.2 – 4.6 балла.

Из 120 гибридов картофеля выделены 15 гибридов с высокой урожайностью от 30.7 до 42.6 т/га, при средней 34.4 т/га. Высокая урожайность у “24923-2” и “2601-11” – 42.6 и 40.2 т/га. Количество клубней от 5.1 до 21.5 шт./куст.

Большое количество клубней у “28011-45”, “28034-8” от 10.9 до 21.5 шт./куст. Товарность колебалась от 81.5 до 94%. Количество товарных клубней от 3.4 шт./куст до 7.2 шт./куст. Масса товарного клубня гибридов средняя 125 – 250 г.

В 2016 году среднее содержание крахмала 15.8%. Гибриды были вкусные 4.2 – 4.8 балла (табл.3).

Как видно (табл.4, 5), в 2015 г, в отличие от 2016 г, масса товарного клубня и урожайность сильно положительно коррелируют (0.87); количество товарного клубня и количество клубня (0.30), масса товарного клубня и количество товарного клубня (0.32) имеют положительную корреляцию в средней степени; а количество товарного клубня и урожайность (0.17), содержание крахмала и товарность (0.15) имеют слабую корреляцию.

Таблица 3 – Продуктивность гибридов картофеля и хозяйственные признаки

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га	Количество клубней, шт./куст	Товарность, %	Количество товарных клубней, шт./куст	Масса товарного клубня, г	Содержание крахмала, %	Вкус
“24923-2”	42.6	8.1	93	6.7	208	13.2	4.3
“2601-11”	40.2	9.0	82	5.9	146	16.4	4.4
“27037-3”	37.4	8.3	83	6.3	250	11.7	4.3
“26645”	36.6	10.4	88	7.4	183	14.5	4.6
“4778-32”	35.4	5.1	94	4.0	225	17.7	4.6
“21350-2”	33.9	9.1	86	6.2	171	14.1	4.3
“27004”	33.9	6.1	90	3.4	225	17.0	4.6
“2131-2”	33.2	5.8	92	4.5	134	17.7	4.5
“28011-45”	33.0	10.9	89	7.2	167	17.4	4.5
“9635-30”	32.4	7.6	94	6.0	139	13.9	4.3
“28034-7”	32.1	7.8	88	5.8	125	16.2	4.4
“28038-8”	31.9	21.5	82	5.6	171	18.6	4.5
“2825-15”	31.8	8.0	94	6.8	167	16.9	4.2
“Астр-4”	30.5	8.7	91	6.1	188	14.1	4.8
“23321”	30.7	8.8	93	7.0	183	18.0	4.5
“Сарма (ст) ”	30.2	8.3	84	4.8	143	0.166	4.5
“Снегирь (ст) ”	30.0	8.6	78	4.3	155	0.151	4.3
среднее	34.4	9.0	89.5	5.9	179	15.8	4.4
Стандартная ошибка	0.88	0.98	0.98	0.3	0.01	0.54	0.04

Количество клубня и урожайность (0.01), вкус и хозяйственные признаки, как урожайность (0.01), количество клубня (-0.03), товарность (0.01), масса товарного клубня (-0.02) не коррелируют. Масса товарного клубня и товарность (-0.62), содержание крахмала и урожайность (-0.53), количество товарного клубня (-0.45), масса товарного клубня (-0.60) имеют среднюю отрицательную корреляцию (табл.4,5).

В 2016 г, в отличие от 2015 г количество товарного клубня и хозяйственные признаки, как урожайность (0.62), количество клубня (0.87), содержание крахмала и масса товарного клубня (0.51), вкус и масса товарного клубня (0.32) имеют положительную корреляцию. Между содержанием крахмала и хозяйственным признакам, как урожайность (0.13) и количеством

товарных клубней (0.20), вкусом и товарностью (0.17) имеется слабая положительная корреляция.

Таблица 4 – Корреляционные связи между урожайностью и характеристиками гибридов картофеля в селекционных питомниках в 2015 году

Параметры	Количество клубней	Товарность	Количество товарных клубней	Масса товарного клубня	Содержание крахмала	Вкус
Урожайность	0.01	-0.35	0.17	0.87	-0.53	0.01
Количество клубней	-	-0.41	0.30	0.16	0.27	-0.03
Товарность	-	-	-0.34	-0.62	0.15	0.01
Количество товарных клубней	-	-	-	0.32	-0.45	-0.27
Масса товарного клубня	-	-	-	-	-0.60	-0.02
Содержание крахмала	-	-	-	-	-	0.45

Таблица 5 – Корреляционные связи между урожайностью и характеристиками гибридов картофеля в селекционных питомниках в 2016 году

Параметры	Количество клубней	Товарность	Количество товарных клубней	Масса товарного клубня	Содержание крахмала	Вкус
Урожайность	0.52	-0.42	0.62	-0.04	0.13	-0.57
Количество клубней	-	-0.56	0.87	0.16	0.20	-0.29
Товарность	-	-	-0.28	-0.07	-0.09	0.17
Количество товарных клубней	-	-	-	0.02	0.20	-0.37
Масса товарного клубня	-	-	-	-	0.51	0.32
Содержание крахмала	-	-	-	-	-	0.25

Масса товарного клубня и урожайность (-0.04), товарность (-0.07), количество товарных клубней (0.02), содержание крахмала и товарность (-0.09) не коррелируют; а вкус и урожайность (-0.57), количество клубней (-0.29) имеют отрицательную корреляцию.

В 2015-2016 годах масса товарного клубня и количество клубня (0.16 , содержание крахмала и количество клубня (0.27 и 0.20), вкус и содержание крахмала (0.45 и 0.25) имеют слабую положительную корреляцию; товарность и урожайность (-0.35 и -0.42), количество клубня (-0.41 и -0.56), количество товарного клубня и товарность (-0.34 и -0.28), вкус и количество товарного клубня (-0.27 и -0.37) имеют среднюю отрицательную корреляцию.

Выводы. 1. За двухлетний период исследования, по урожайности выделены гибриды, которые превышают контроли “Сарма” и “Снегирь”. Их

урожайность составляет от 30.7 до 42.6 т/га. Гибриды имели высокую оценку вкуса 4.2 – 4.8 баллов.

2. Урожайность, крахмалистость и вкус зависит в средней и слабой положительной степени от количества и массы товарных клубней. Установлена положительная корреляционная связь между содержанием крахмала и количеством клубня, отрицательная – между товарностью и количеством клубней, количеством товарных клубней и товарностью в условиях Прибайкалья.

3. По комплексу хозяйственных признаков с лучшими хозяйственными признаками отобраны 15 гибридов.

Список литературы

1. Альсмик П.И. Селекция картофеля в Белоруссии / П.И. Альсмик – Мн.: Урожай, 1979. – 127 с.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Кирюхина Н.В. Изменчивость некоторых признаков в питомнике конкурсного сортоиспытания картофеля / Н.В. Кирюхина // Науч. техн. бюл.: ВАСХНИЛ. – 1986. – Т. 3. С. 26-28.
4. Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Россельхозакадемия, 1975. – 186 с.
5. Методика исследований культуры картофеля. – М.: Агропромиздат. – 1967. – 412 с.
6. Darwin Ch. Proishozhdenie vidov [Origin of species]. Moscow, 1937, 608 p.

References

1. Alsmik P.I. *Selekciya kartofelia v Belorussii* [Selection of potatoes in Belarus]. Mink, 1979, 127 p.
2. Dosphehov B.A *Metodika polevogo opyta* [Methodology of field experience]. Moscow, 1985, 315 p.
3. Kiriuhina N.V. *Izmenchivost nekotarih priznakov v pitovnike konkursnogo sortoispytaniya kartofelya* [Variability of some traits in the potato competition potato variety testing]. Nauh. Tehn. Bul, 1986, vol. 3, pp. 26-28.
4. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skhozajstvennyh kul'tur* [Methodology of the State Variety Testing of Agricultural Crops]. Moscow, 1975, 186 p.
5. *Metodika issledovaniya kultury kartofekya* [Method for studying potato culture]. Moscow, 1967, 412 p.
6. Darwin Ch. *Proishojdenie vidov* [Origin of species]. Moscow, 1937, 608 p.

Сведения об авторах:

Большешапова Надежда Ивановна – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им.А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89086623363, e-mail: nade1982@mail.ru).

Бурлов Сергей Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89501298375, e-mail: nade1982@mail.ru).

Ли И. – аспирант кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия,

Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89041256536, e-mail: li05161020@163.com).

Information about authors:

Bolsheshapova Nadezhda I. – Ph.D student, Department of Agriculture and Plant Science of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russia, tel. 89086623363, e-mail: nade1982@mail.ru).

Burlov Sergey P. – Candidate of Agriculture Sciences, Ass. Prof., Department of Agriculture and Plant Science of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk, Irkutsk region, 664038, Russia, tel. 89501298375, e-mail: nade1982@mail.ru).

Li Yi. – Ph.D student, Department of Agriculture and Plant Science of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, 664038, Russia, tel. 89041256536, e-mail: li05161020@163.com).

УДК 332.234.4:338.486:711.2(282.256.341)

СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.А. Пономаренко, О.В. Рябинина

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье рассматриваются разные методологические и методические подходы к оценке рекреационного воздействия на территорию. Основой для изучения послужили научные источники и популярные в России, и за рубежом методики антропогенного воздействия на природные комплексы. При их анализе можно увидеть, что рекреационное природопользование оказывает влияние, практически, на все компоненты окружающей среды, особенно на почвенный и растительный покров. Уровень негативных экологических последствий рекреационной деятельности зависит от величины, периодичности, характера и пространственного распределения рекреационных нагрузок, а также от природных особенностей рекреационных территорий.

Ключевые слова: рекреационное воздействие, методика, природопользование, природные компоненты.

THE STATE OF KNOWLEDGE OF THE PROBLEMS OF RECREATIONAL NATURE

Ponomarenko E.A., Ryabinina O.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article describes methodological and methodic approaches to the evaluation of recreational impact on the area. The basis for the study of scientific sources and popular in Russia and abroad methods of anthropogenic influence on natural complexes. In their analysis, you can see that the recreational use of nature has an effect on practically all components of the environment, especially on soil and vegetation. The level of negative environmental impacts of recreational activities depends on the magnitude, frequency, nature and spatial distribution of recreational pressure, as well as natural features of recreational areas.

Keywords: recreation impacts, methodology, nature, natural components.

В настоящее время проблема деградации природных ландшафтов и отдельных природных объектов, используемых при рекреации, становится весьма актуальной. Все возрастающая туристская активность населения приводит к увеличению площади и интенсивности разноплановых нарушений компонентов окружающей среды и обуславливает необходимость регламентации природопользования в туристской отрасли, которая должна базироваться на данных изучения и мониторинга экологического состояния рекреационных территорий.

Существующие политико-экономические предпосылки к росту спроса на внутреннем туристском рынке России стимулируют развитие туристской инфраструктуры в ряде рекреационно-ориентированных регионов страны, в частности, в Иркутской области. В настоящее время для региона характерна низкая обеспеченность туристской инфраструктурой, что способствует широкому проявлению неорганизованного отдыха – наиболее “агрессивного” вида рекреации, характеризующегося высоким уровнем негативного воздействия на окружающую среду [3, 5, 7, 8].

В свете вышеизложенного, одной из основных научно-прикладных задач рационализации рекреационного природопользования как фактора антропогенного воздействия на окружающую природную среду является выработка методических подходов для его ориентации на экологически безопасные формы.

Цель – проанализировать методологические и методические подходы к оценке рекреационного воздействия на территории.

Методы и материалы. Основой для анализа послужили литературные данные и популярные методики антропогенного воздействия на окружающую среду как в России, так и за рубежом [2, 4, 6, 12].

Обсуждение результатов. Как показывает анализ специальной литературы, в настоящее время нет общепринятых методов оценки экологического состояния рекреационных территорий, однако большинство исследователей при их изучении руководствуются близкими по содержанию подходами. Из них можно выделить наиболее распространенные: оценка текущей экологической обстановки по показателям состояния растительного и/или почвенного покрова; сравнение участков рекреации разного уровня нарушенности и контроля; эксперименты по вытаптыванию почвенно-растительного покрова с последующей оценкой уровней устойчивости почв и/или травянистой растительности.

В нашей стране наиболее распространенным методическим подходом является диагностика стадий рекреационной дигрессии, основанная на определении степени изменения почвенно-растительного покрова – основного реципиента рекреационного воздействия. При этом большинство исследователей [3, 4] отдают предпочтение визуально определяемым индикаторам состояния растительного покрова, несмотря на их причинно-следственную “вторичность” по отношению к деградации почвенного покрова. Это обусловлено тем, что оценка состояния почв более трудоемка и носит

количественно выраженный характер, а ее унифицированные критерии пока не разработаны.

Количество выделяемых разными исследователями стадий состояния почвенно-растительного покрова варьируется, как правило, от трех до пяти.

При этом минимальные значения вытоптанности территории до минерального горизонта почвы, соответствующие слабо измененному состоянию исходного биогеоценоза, изменяются по разным авторам от 5 % [3, 4] до 20 %.

Большинство отечественных [1, 3] и зарубежных [9, 10, 12, 13] исследователей придерживается пятиуровневой классификации дигрессии почвенно-растительного покрова, то есть выделяют 5 стадий – от 1-й стадии (ненарушенное состояние) до 5-й (очень сильно нарушенное).

Интересна методика определения уровней изменения почвенно-растительного покрова, предложенная И.В. Эмсом [6]. В отличие от распространенных стадий дигрессии, оцениваемых преимущественно по 2-3 параметрам, он предлагает рассчитывать коэффициенты измененности лесных природных комплексов исходя из площади (в баллах от 1 до 10, где 1 балл равен 10 %) проявления на оцениваемой территории основных и второстепенных признаков (в баллах от 0 до 3, где 0 – признак не наблюдается, а 3 – весьма значителен). К основным признакам относятся: доля площади, лишенной напочвенного покрова; тоже с оголенной почвообразующей породой; тоже с растениями, не свойственными данному типу леса. К второстепенным признакам – степень нарушенности подлеска и подроста, оголенности корней деревьев, загрязнения бытовыми отходами, количество механических повреждений деревьев, кострищ и мест разбивки палаток, пикников и др. С учетом повышающих и понижающих коэффициентов по формуле рассчитываются коэффициенты измененности природного комплекса, по которым определяются стадии рекреационной дигрессии и классы изменений (таблица).

Таблица – Коэффициентов измененности, стадий рекреационной дигрессии и классов изменений лесных природных комплексов [6]

Классы изменений	Коэффициенты измененности	Стадии дигрессии
Низкий	0.0 – 0.9	I
	1.0 – 1.2	I+
Средний	1.3 – 1.4	II
	1.5 – 1.6	III
Высокий	1.7 – 1.9	IV
	≥ 1.9	V

Этот подход позволяет оценить не только прямые последствия влияния рекреационных нагрузок (вытаптывания), но и негативные второстепенные признаки изменений, возникающие в результате низкой культуры

природопользования рекреантов, что повышает информативность метода оценки коэффициента измененности природных комплексов в сравнении с традиционными подходами к оценке стадий дигрессии напочвенного покрова. В то же время балльный метод оценки, особенно в условиях отсутствия опыта у исследователя, может привести к завышению или занижению полученных коэффициентов, то есть к снижению достоверности оценочных данных.

Близкий по содержанию методологический подход к диагностике текущих изменений исходных природных ландшафтов используется при оценке классов состояния кемпинговых зон в национальных парках США [11].

Анализ публикаций по теме работы [2, 3, 12, 13] показывает, что в зависимости от задач исследований и от специфики природных условий рекреационных территорий, комплекс изучаемых показателей и методы их оценки заметно различаются. Наиболее часто используются следующие параметры состояния почвенно-растительного покрова: физические свойства, химический состав и биологическая активность почв; жизненное, санитарное состояние и радиальный прирост древостоя, его полнота и степень повреждений.

Необходимо также отметить, что как в отечественных, так и в зарубежных методических подходах, в зависимости от того, проводится или нет мониторинг состояния объектов рекреации, для исследований используют постоянные или временные площадки соответственно, которые закладываются также и на фоновых территориях (контрольные площадки).

Одной из целей практического “выхода” существующих методик оценки состояния рекреационных территорий является принятие мер по минимизации нанесенного им экологического вреда. При этом можно выделить два принципиально различных в этом вопросе подхода. Первый из них широко распространен в нашей стране и основан на количественной регламентации рекреационных нагрузок. Второй подход (качественный) применяется в нацпарках США и предполагает организационно-управленческие меры по сохранению (улучшению качества) определенных свойств компонентов природных биогеоценозов, необходимых с экологической и рекреационной точек зрения.

В основе отечественных подходов лежат принципы и методы определения рекреационных нагрузок, разработанные в 1970-1980-х гг. Институтом географии АН СССР и Институтом лесного хозяйства Минлесхоза СССР, в соответствии с которыми допустимые нагрузки могут быть установлены методом пробных площадей или экспериментально [2]. На пробных площадях проводят цикл натурных наблюдений за фактической посещаемостью территорий с третьей, так называемой стабилизированной стадией дигрессии, и по ним рассчитывают предельно допустимые среднегодовые рекреационные нагрузки.

При эксперименте путем искусственного вытаптывания моделируются разные уровни повреждения почв с последующим количественным сравнением

причины (величина допустимой рекреационной нагрузки) и следствия (экологическое состояние или степень дигрессии почвенного покрова).

В целом эти подходы, особенно метод пробных площадей, относительно просты в применении и в случае соблюдения научно обоснованных норм рекреационных нагрузок позволяют предотвратить деградацию природных биогеоценозов. Их недостатком является сложность контроля на практике рекреационных нагрузок в условиях неорганизованного массового отдыха.

Основные принципы качественного подхода изложены в методике “Предельно допустимых изменений” (“Limits of Acceptable Change”) или ПДИ (LAC) [12], предполагающей разработку и реализацию последовательной схемы управления рекреационной территорией (рисунок). Необходимо отметить, что эта методика редко применяется в ее оригинальной теоретической форме, а чаще используется как концептуальная основа планируемого изучения.

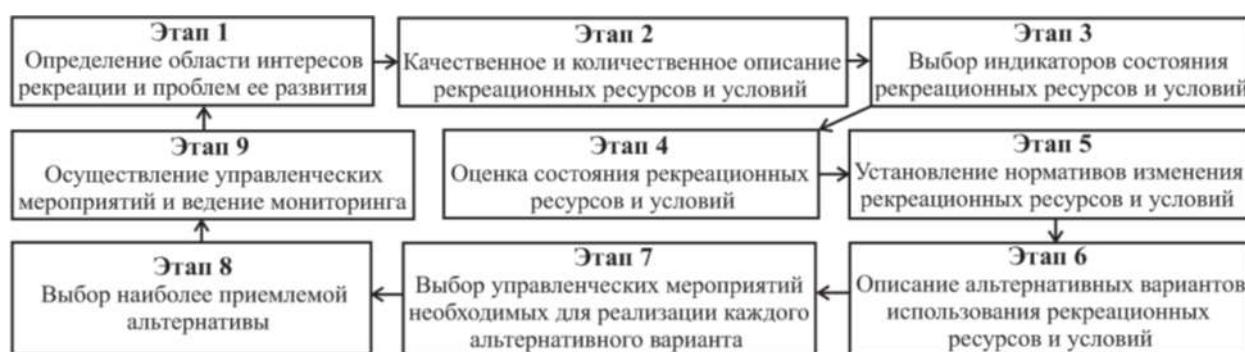


Рисунок – Схематический план пошаговой реализации методики ПДИ [12]

На практике ее использование сводится к реализации следующих этапов: 1) инвентаризация рекреационных условий и ресурсов территории; 2) выбор и оценка индикаторов экологического состояния территории; 3) выбор экологически приемлемых условий рекреационного использования территории и их реализация; 4) ведение программ экологического мониторинга и оценки эффективности действий по управлению рекреационной территорией.

Эти основные этапы, как и этапы полной версии методики ПДИ, связаны в единый последовательный цикл, в котором мониторинг экологического состояния и качества управления является одним из главных условий контроля допустимости изменений. Вместе с тем мониторинг и управленческие мероприятия также требуют значительных финансовых и трудовых затрат, что в условиях неорганизованного отдыха представляет серьезную проблему [49].

Выводы. 1. Диагностика уровней изменения исходных биогеоценозов (стадий дигрессии, классов состояния) является основным методом оценки состояния рекреационных территорий, достоверность которой повышается при дополнительном изучении количественных показателей состояния почв и растительности.

2. Негативные изменения, наблюдаемые в природных комплексах рекреационных территорий, считаются допустимыми, если они не приводят к нарушению устойчивости экосистем, а процессы разрушения биогеоценозов компенсируются их самовосстановлением.

3. Прогрессирующий процесс рекреационной дигрессии биогеоценозов, как правило, опережает процесс его самовосстановления, поэтому на участках рекреации необходимо проведение превентивных и восстановительных мер.

4. Уровень негативных экологических последствий рекреационной деятельности зависит от величины, периодичности, характера и пространственного распределения рекреационных нагрузок, а также от природных особенностей рекреационных территорий.

5. Между рекреационными нагрузками и уровнем их последствий не всегда имеется прямая зависимость, поэтому при оценке экологического состояния рекреационных территорий целесообразно совместное использование количественного и управленческого подходов, а также дополнительное изучение состояния природных сред.

Список литературы

1. *Большаков Н.М.* Рекреационное лесопользование / *Н.М. Большаков* – Сыктывкар: СЛИ, 2006. – 312 с.
2. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – М.: Госкомлесхоз, 1987. – 34 с.
3. *Казанская Н.С.* Рекреационные леса / *Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин* – М.: Лесная промышленность, 1977. – 96 с.
4. ОСТ 56-100-95 “Методы и единицы измерения рекреационных нагрузок на лесные природные комплексы” [Электронный ресурс] / Юридическая База РФ. – Режим доступа: <http://www.jurbase.ru/index.htm>.
5. *Тарасов А.И.* Рекреационное лесопользование / *А.И. Тарасов* – М.: Агропромиздат, 1986. – 187 с.
6. *Эмсис И.В.* Рекреационное использование лесов Латвийской ССР / *И.В. Эмсис* – Рига: Зинатне, 1989. – 133 с.
7. *Boyle S.A.* Effects of Nonconsumptive Recreation on Wildlife: A Review / *S.A. Boyle, F.B. Samson* // *Wildlife Society Bulletin*. – Vol. 13. – № 2 (Summer, 1985). – pp. 110-116.
8. *Cole David N.* Recreational impacts on backcountry campsites in Grand Canyon National Park, Arizona, USA / *David N. Cole* // *Environmental Management*. – 1986. – № 10. – pp. 651–659.
9. *Cole David N.* Wilderness Campsite Monitoring Methods: A Sourcebook [Online Article] / *David N. Cole*. – April 1989. – Found at: <http://leopold.wilderness.net/pubs/179.pdf>.
10. *Cole David N.* Recreational trampling of vegetation: standard experimental procedures / *David N. Cole, Neil G. Bayfield* // *Biological Conservation*. – 1993. Vol. 63. – Pp. 209 – 215.
11. *Cole David N.* Changing conditions on wilderness campsites: Seven case studies of trends over 13 to 32 years [Online Article] / *David N. Cole*. – Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-300. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2013. – Found at: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr300.pdf.
12. *Foti P.E.* Grand canyon national park – rapid site inventory of backcountry campsites [Online Article] / *P.E. Foti et al.* – 2004-2006. – Found at: http://www.nps.gov/grca/parkmgmt/upload/GRCA_RapidSiteInventorySummary.pdf.

13. Nicholls S. Outdoor Recreation and Tourism [Online Article] / S. Nicholls. – Found at: http://glisa.msu.edu/docs/NCA/MTIT_RecTourism.pdf.

References

1. Bolshakov N.M. *Rekreacionnoe lesopol'zovanie* [Recreational forest management] Syiktyivkar, 2006, 312 p.
2. *Vremennaya metodika opredeleniya rekreacionnyh nagruzok na prirodnye komplekсы pri organizacii turizma, ehkskursij, massovogo povsednevnogo otдыha i vremennye normy ehlih nagruzok* [Temporary methodology for determining recreational loads on natural complexes in the organization of tourism, excursions, mass casual rest and the time norms of these loads]. Moscow, 1987, 34 p.
3. Kazanskaya N.S. et all. *Rekreacionnye lesa* [Recreational forest]. Moscow, 1977, 96 p.
4. *OST 56-100-95 Metody i edinicy izmereniya rekreacionnyh nagruzok na lesnye prirodnye komplekсы* [ОСТ 56-100-95 “Methods and units of measurement of recreational loads on forest natural complexes”]: <http://www.jurbase.ru/index.htm>.
5. Tarasov A.I. *Rekreacionnoe lesopol'zovanie* [Recreational forest management]. Moscow, 1986, 187 p.
6. Emsis I.V. *Rekreacionnoe ispol'zovanie lesov Latvijas SSR* [Recreational use of forests of the Latvian SSR]. Riga, 1989, 133 p.

Сведения об авторах:

Пономаренко Елена Александровна – кандидат биологических наук, доцент кафедры землеустройства, кадастров и сельскохозяйственной мелиорации агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, тел. 89086699223, e-mail: alyona-1975@rambler.ru).

Рябинина Ольга Викторовна – кандидат биологических наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, тел. 8-914-910-449-7, e-mail: OLYA.RIABININA@yandex.ru).

Information about authors:

Ponomarenko Elena A. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. of the Department of Land Management, Inventories and Agricultural Reclamation of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk, Irkutsk region, 664038, Russia, tel. 89086699223, e-mail: alyona-1975@rambler.ru).

Ryabinina Olga V. – Candidate of Biological Sciences, Ass. Prof. of the Department of Agriculture and Crop Production of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk, Irkutsk region, 664038, Russia, tel. 89149104497, e-mail: OLYA.RIABININA@yandex.ru).

УДК 663.26/.29

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КОРМОВЫЕ ДОСТОИНСТВА АСТРАГАЛА НЕОЖИДАННОГО, КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО И ЛЮЦЕРНЫ ПОСЕВНОЙ В УСЛОВИЯХ ПРЕДБАЙКАЛЬЯ

Ш.К. Хуснидинов, Н.Н. Дмитриев

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В публикации представлены результаты сравнительной продуктивности зелёной массы и кормовых достоинств астрагала неожиданного (*Astragalus inopinatus* Boriss) и многолетних бобовых трав, возделываемых в Иркутской области: козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.) и люцерны посевной (*Medicago sativa* L.). Проведённые исследования показали, что средняя урожайность зелёной массы астрагала неожиданного за 2015 – 2016 гг. составила 18.1 т/га, что было выше урожайности козлятника восточного и люцерны посевной. По выходу сухого вещества астрагал превосходил козлятник восточный на 81.9 %, люцерну посевную – на 18.0 %.

Ключевые слова: астрагал неожиданный, козлятник восточный, люцерна посевная, интродукция, многолетие, засухоустойчивость, урожайность, зелёная масса, сухое вещество, химический состав, кормовая ценность, питательность.

COMPARATIVE PRODUCTIVITY AND FODDER VALUE OF ASTRAGALUS UNEXPECTED, GALEGA AND ALFALFA IN CONDITIONS OF PREDBAIKALIE

Khusnidinov Sh.K., Dmitriev N.N.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

This publication presents the results of the comparative productivity of green mass and fodder advantages of unexpected Astragalus (*Astragalus inopinatus* Boriss) and perennial legume cultivated in the Irkutsk region: Galega (*Galega orientalis* Lam.) and alfalfa (*Medicago sativa* L.). Studies have shown that the average yield of green mass of Astragalus unexpected for 2015 – 2016 amounted to 18.1 t/ha, which was higher than the yield of Galega and alfalfa. The dry matter yield Astragalus superior to a milk vetch East at 81.9 %, alfalfa – 18.0 %.

Keywords: unexpected Astragalus, milk vetch East, alfalfa, introduction, longevity, drought tolerance, productivity, green mass, dry matter, chemical composition, feeding value, nutritive value.

Одним из важнейших направлений совершенствования зонального земледелия и кормопроизводства является биологизация и экологизация, заключающиеся в использовании в условиях производства потенциала многолетних бобовых трав, обладающих высокой продуктивностью, надёжным семеноводством, многофункциональностью хозяйственного использования, поиск и расширение биоразнообразия возделываемых растений.

Одной из перспективных ранее не изученных многолетних бобовых трав в условиях Предбайкалья является астрагал неожиданный (*Astragalus inopinatus* Boriss.). Произрастая в естественной флоре региона, он обладает рядом признаков, ценных для производства: многолетием, неприхотливостью к

почвенным условиям, засухоустойчивостью. Однако продуктивность полевых фитоценозов астрагала неожиданного в настоящий момент не изучена.

Цель – изучить и дать сравнительную оценку продуктивности и кормовых достоинств зелёной массы астрагала неожиданного и многолетних бобовых трав, возделываемых в Иркутской области: люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) и козлятника восточного (*Galega orientalis* Lam.).

Материалы и методы. Исследования по заданной проблеме проводились в период 2015 – 2016 гг. на опытном поле Иркутского государственного университета им. А.А. Ежевского. Объекты изучения - посевы астрагала неожиданного, козлятника восточного и люцерны посевной первого и второго года жизни.

Площадь опытных делянок 12 м² (3×4 м). Повторность вариантов четырёхкратная. Размещение делянок последовательное. Опытные посевы размещались по чистому раннему пару, обработанному по общепринятой для региона технологии. Перед посевом проводилось закрытие влаги, боронование и прикатывание. Посев трав проводился вручную, широкорядным способом (с междурядиями 60 см) в первой декаде мая. В исследуемых посевах применялась рекомендуемая для региона норма высева многолетних трав. Уборка и учёты зелёной массы проводились поделяночно вручную.

Химический анализ и изучение питательности зелёной массы опытных растений проводилось в лаборатории ФГБУ "Центре Агрохимической Службы "Иркутский" (ЦАС "Иркутский") (аналитики Скорнякова Г.П., Михальцова Т.И.).

Почва опытного участка светло-серая лесная среднесуглинистая с низким естественным плодородием. Содержание гумуса – 2.0 %, рН_{сол}=4.8, содержание общего азота – 0.17 %, подвижного фосфора – 25 мг/100 г почвы, обменного калия – 6.5 мг/100 г почвы. Минеральные удобрения в опытах не использовались.

Агроклиматические условия в 2015-2016 гг. были близки к средним многолетним характеристикам. Климат Иркутской области резко континентальный. Среднее многолетнее количество осадков – 345 мм. Сумма активных температур выше 10 °С – 1500 – 1700 °С. Однако отмечалось повышение температур воздуха при снижении суммы атмосферных осадков в летний период 2015 года, что ниже среднемноголетних и составило 213.3 мм. В 2016 году уровень осадков за вегетационный период составил 428.5 мм.

Математическая обработка экспериментальных данных проводилась по методике Б.А. Доспехова [2].

Результаты исследований. В первый год жизни (2015), как известно, многолетние бобовые травы в условиях региона формируют корневую систему, а урожайность хозяйственно приемлемой надземной вегетативной массы бывает низкой. Однако по результатам наблюдений можно сделать вывод о том, что при ранних сроках сева при беспокровных посевах исследуемые многолетние бобовые травы способны обеспечить получение сравнительно высокой урожайности зелёной массы (табл. 1).

Таблица 1 – Урожайность зелёной массы многолетних бобовых трав, т/га

Культура	Урожайность зелёной массы		
	2015 г.	2016 г.	Средняя
Астрагал неожиданный (<i>Astragalus inopinatus</i> B.)	8.3	27.9	18.1
Козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i> Lam.)	6.5	16.1	11.3
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i> L.)	7.0	29.1	18.0
НСР ₀₅	0.45	1.1	-

В конкурсном сравнении урожайности зелёной массы астрагала неожиданного с другими многолетними бобовыми травами в первый год их продуцирования была на 27.7 % выше, чем у козлятника и на 18.5 % выше, чем у люцерны.

Во второй год жизни (2016) наиболее высокую урожайность зелёной массы обеспечила люцерна посевная, она была выше урожайности астрагала неожиданного на 4.3 % и козлятника восточного – на 80.7 %. Однако, в среднем за два года астрагал неожиданный обеспечил получение равной с люцерной посевной урожайности зелёной массы. Оба этих растения превосходили по урожайности зелёной массы козлятник восточный.

Таблица 2 – Химический состав зелёной массы многолетних бобовых трав

Виды трав	Влага, %	Сухое вещество, %	Сырой жир, %	Клетчатка, %	Зола, %	Азот, %	Фосфор, г	Кальций, г
Астрагал неожданный (<i>Astragalus inopinatus</i> B.)	38.5	61.5	4.5	20.3	4.2	0.7	0.8	9.9
Козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i> Lam.)	45.7	54.3	4.6	19.9	4.8	0.7	0.9	20.7
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i> L.)	50.3	49.7	2.8	14.1	3.9	0.4	1.1	6.5

Анализ химического состава опытных многолетних трав показал, что в зелёной массе астрагала неожиданного было значительно меньше влаги, чем в зелёной массе других изучаемых растений и, наоборот, больше сухого вещества. С точки зрения оценки питательности зелёной массы это очень важный и очень ценный показатель её качества. Это свидетельствует о

скороспелости этого растения, т.к., при прочих равных условиях, астрагал быстрее, чем другие многолетние бобовые травы созревает. Длина вегетационного периода, в этой связи, важнейший биологический показатель, учитываемый при интродукции растения в ограниченных агроклиматических условиях.

Содержание сырого жира в зелёной массе астрагала неожиданного и козлятника восточного было примерно равное. Люцерна посевная по этому показателю химического состава уступила этим культурам. По его содержанию сырого жира можно судить об уровне обеспеченности организма животным протеином, т.к. при вычислении протеинового отношения количество жира умножали на коэффициент 2.25 (т.к. калорийность жира выше калорийности углеводов в 2.25 раза) [4, 5].

Содержание клетчатки и азота в зеленой массе астрагала и козлятника было равным, в зелёной массе люцерны содержание клетчатки и азота – значительно меньшим. Эти показатели также учитывали при оценке качества корма, в том числе и при расчёте содержания сырого протеина. В этом случае содержание общего азота в зелёной массе умножали на коэффициент 6.25. По содержанию микроэлементов (фосфора и кальция) в зелёной массе многолетних бобовых трав следует выделить козлятник восточный. Содержание кальция в зелёной массе козлятника было значительно выше, чем в других травах [4, 5].

Зоотехническая оценка кормов, полученных при использовании исследуемых многолетних трав, представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Питательность зелёной массы многолетних бобовых трав (2016 г.)

№ п/п	Виды трав	Питательность 1 кг корма		
		Кормовых единиц, кг	Перевариваемого протеина, г	Кормопротеиновых единиц, кг
1.	Астрагал неожиданный (<i>Astragalus inopinatus</i> B.)	0.41	20.15	0.29
2.	Козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i> Lam.)	0.31	23.55	0.25
3.	Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i> L.)	0.39	13.09	0.25

Содержание кормовых единиц в зелёной массе астрагала и люцерны было одинаковым (чуть выше в зелёной массе астрагала). Однако, самое высокое содержание переваримого протеина отмечено в зелёной массе козлятника восточного. Наиболее объективную оценку питательности зелёной массы изучаемых многолетних бобовых трав даёт проведенный нами расчёт содержания кормопротеиновых единиц. Зелёная масса астрагала по этому показателю превосходила другие опытные растения на 16 %.

Таблица 4 – Оценка продуктивности многолетних бобовых трав
(среднее за 2015 – 2016 гг.), т/га

Культура	Урожайность зелёной массы, т/га	Выход сухого вещества	Кормовых единиц	Перевариваемого протеина	КПЕ
Астрагал неожиданный (<i>Astragalus inopinatus</i> B.)	18.1	11.1	7.4	0.36	5.2
Козлятник восточный (<i>Galega orientalis</i> Lam.)	11.3	6.1	3.5	0.25	2.9
Люцерна посевная (<i>Medicago sativa</i> L.)	18.0	9.4	7.0	0.23	4.5

При оценке сравнительной продуктивности астрагала неожиданного с другими многолетними бобовыми травами был применён комплекс показателей. Кроме урожайности зелёной массы, рассчитывался выход сухого вещества, кормовых и кормопротеиновых единиц, переваримого протеина (табл. 4).

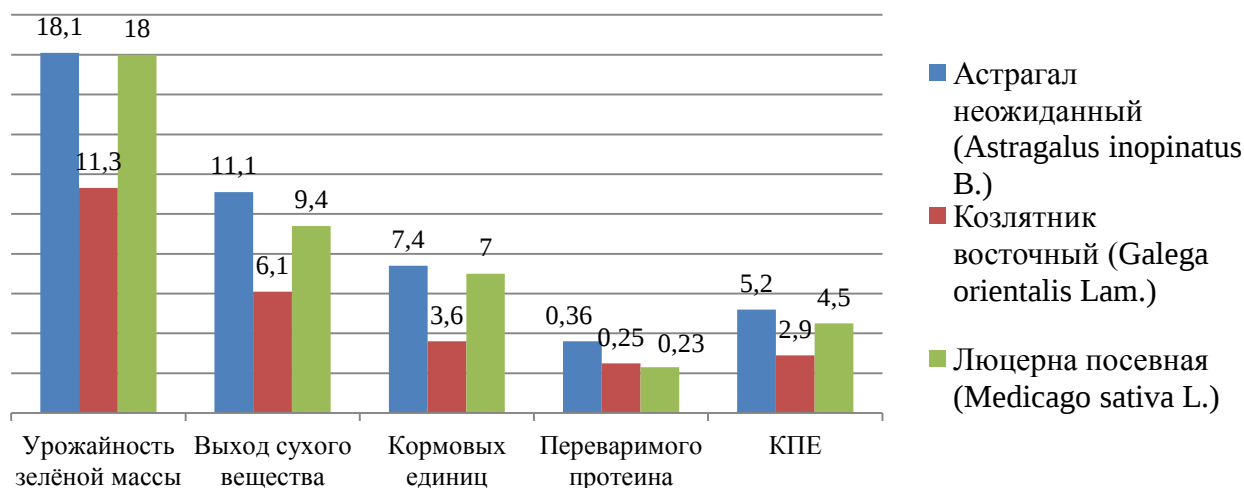


Рисунок 1 – Оценка продуктивности многолетних бобовых трав
(среднее за 2015 – 2016 гг), т/га

Проведённые расчёты показали, что по выходу сухого вещества с единицы посевной площади астрагал превосходил козлятник на 81.9 %, люцерну – на 18.0 %, кормовых единиц – на 111.4 % и 5.7 % соответственно, переваримого

протеина – на 44.0 % и 56.5 % и кормопротеиновых единиц – на 79.3 % и 15.5 %.

Выводы. 1. Проведённые исследования показали, что астрагал неожиданный не уступал и даже превосходил люцерну посевную и козлятник восточный по уровню продуктивности. По выходу сухого вещества с единицы посевной площади астрагал превосходил козлятник на 81.9%, люцерну – на 18.0%, по выходу кормовых единиц – на 111.4% и 5.7% соответственно, переваримого протеина – на 44.0% и 56.5% и кормопротеиновых единиц – на 79.3% и 15.5%.

2. В зелёной массе астрагала было значительно меньше влаги и, наоборот, больше сухого вещества. Содержание сырого жира, клетчатки и азота в зелёной массе изучаемых растений было равное. По содержанию кальция астрагал неожиданный превосходит люцерну посевную на 65 %, азота – на 62 %, сырого жира – на 61 %. По показателю содержания перевариваемого протеина астрагал неожиданный превосходит люцерну посевную на 54 %, клетчатки - на 43 %.

3. По комплексу показателей продуктивности астрагал неожиданный превосходил козлятник восточный и люцерну посевную. Однако полученные результаты очевидного превосходства астрагала неожиданного перед другими многолетними бобовыми травами не повод отрицать значение козлятника восточного и люцерны посевной как кормовых культур и как культур, имеющих большое агротехническое значение в севооборотах региона. Астрагал неожиданный, в данном случае, рассматривается нами как дополнительный резерв развития кормопроизводства.

Список литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования) / Б.А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Кузнецова А.И. Многолетние травы в Восточной Сибири / Б.А. Доспехов, А.И. Капитонова – Иркутск: Вост.-Сиб. книж. изд-во, 1966 – 278 с.
3. Майсuryян Н.А. Растениеводство (лабораторно-практические занятия) / Н.А. Майсuryян – М.: Колос, 1964. – 399 с.
4. Томмэ М.Ф. Корма СССР. Состав и питательность / М.Ф. Томмэ – М.: Колос, 1964. – 448 с.
5. Томмэ М.Ф. Аминокислотный состав кормов / М.Ф. Томмэ, Р.В Мартыненко – М.: Колос, 1972. – С. 58-70.
6. Хуснидинов Ш.К. Сельскохозяйственная экология: Учеб. пособие / Ш.К. Хуснидинов – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – 111 с.

References

1. Dospehov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya)* [Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results)]. Moscow, 1985, 351 p.
2. Kuznecova A.I. *Kapitonova A.I. Mnogoletnie travy v Vostochnoj Sibiri* [Perennial herbs in Eastern Siberia]. Irkutsk, 1966, 278 p.
3. Majsurjan N.A. *Rastenievodstvo* [Crop production]. Moscow, 1964, 399 p.
4. Tommje M.F. *Korma SSSR. Sostav i pitatel'nost'* [Forage of the USSR. Composition and Nutrition]. Moscow, 1964, 448 p.

5. Tommje M.F., Martynenko R.V. *Aminokislotnyj sostav kormov* [Amino acid composition of feeds]. Moscow, 1972, pp. 58 - 70.

6. Husnidinov Sh.K. *Sel'skhozjajstvennaja jekologija* [Agricultural ecology]. Irkutsk, 2014, 111 p.

Сведения об авторах:

Дмитриев Николай Николаевич – аспирант кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, 6-3, тел. 8-924-837-60-20, e-mail: brianbaitano@mail.ru).

Хуснидинов Шарифзян Кадирович – профессор, доктор сельскохозяйственных наук кафедры агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений агрономического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодёжный, 4-14, тел. 89501321919, e-mail: agro@igsha.ru).

Information about authors:

Dmitriev Nikolay N. – Ph.D student of Department of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Plant Protection of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (6-3, Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 64038, tel. 89248376020, e-mail: brianbaitano@mail.ru).

Khusnidinov Sharifzyan K. –Doctor of Agricultural Sciences, Professor of Department of Agroecology, Agrochemistry, Physiology and Plant Protection of Agronomy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 64038, tel. 89501321919, e-mail: agro@igsha.ru).

УДК 0.63.636.2.088

ВЛИЯНИЕ ГОЛШТИНИЗАЦИИ НА БЕЛКОВОМОЛОЧНОСТЬ КОРОВ ЧЕРНО – ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Л.Л. Петрухина, С.Л. Белозерцева

Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФАНО,
г. Иркутск, Россия

В статье приводятся результаты влияния голштинизации и удоя на белковомолочность коров черно – пестрой породы. Показана корреляционная зависимость и коэффициент изменчивости между такими показателями как кровность и процент содержания белка, удой и массовая доля белка в молоке. Выявление резервов повышения качества молока, а в частности белковомолочности, позволит отечественной продукции стать более конкурентоспособной в рыночных условиях, результаты исследований будут использованы при совершенствовании молочного скота по содержанию массовой доли белка в молоке.

Ключевые слова: черно-пестрая порода крупного рогатого скота, белковомолочность, молочная продуктивность, кровность.

THE INFLUENCE OF HOLSTEINISCHE ALCOHOLOCAUST COWS OF BLACK – MOTLEY BREED

Petrukhina L.L., Belozertseva S.L.

Irkutsk Research Institute of Agriculture FASO, Irkutsk, Russia

The article presents the results of the impact of holsteinische and alcoholocaust milk yield for cows of black – motley breed. Shows the correlation and the coefficient of variation among the indicators as rovnosti and percentage protein content, milk yield and mass fraction of protein in milk. Identification of reserves of improvement of quality of milk, and in particular alcoholocaust will enable domestic products to become more competitive in a market environment, the results will be used in the improvement of dairy cattle on the content of the mass fraction of protein in milk.

Keywords: black-motley breed of cattle, alcoholocaust, milk yield, crownest.

В мире издавна существует значительный дефицит белка, как продукта питания человека. В нашей стране, как и в большинстве зарубежных государств, в последнее время наблюдалось снижение белка в молоке коров при повышении или стабильном содержании в нем жира. Поэтому увеличение белковомолочности коров будет способствовать росту запасов белков животного происхождения а, следовательно, и нормализации питания человечества.

В связи с тем, что молочная промышленность предъявляет к молоку, как сырью для производства продукции, все более высокие требования и в условиях конкуренции большую прибыль могут получать только предприятия, производящие более качественный продукт.

Поэтому в рамках Госпрограммы развития сельского хозяйства до 2020 года меры государственной поддержки концентрируются на постепенный переход от прямого субсидирования производства к поддержке доходности отрасли - субсидии на 1 л реализованного товарного молока в зависимости от его качества. Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации № 8 от 14 января 2013 года были утверждены показатели идентификации молока по содержанию жира и белка на 2016 – 2020 годы – 3.8 % жира и 3.2 % белка [3]. Поэтому изучение проблемы белковомолочности стало еще более актуальным.

Для цельномолочной и сыродельной промышленности важно использовать молоко, характеризующееся повышенным количеством сухих веществ и, главное, высоким содержанием белка, поэтому ищутся пути повышения белковости молока. Происходит повышение требований к составу и свойствам молока. В связи с тем, что возрос спрос на белковые молочные продукты, за молоко с повышенным содержанием сухих веществ осуществляется надбавка к цене. Эта система оплаты будет способствовать улучшению состава молока и повышению его питательности.

Животные, характеризующиеся высоким содержанием массовой доли белка в молоке, являются весьма ценными и максимально используются для разведения [2].

Объект исследований - племенной крупный рогатый скот черно-пестрой породы различной кровности.

Материалы и методика исследований. Работа выполнена на базе СХ ПАО “Белореченское”. С целью изучения племенных и продуктивных качеств сформированы группы телок, клинически здоровых и нормально развитых различной кровности.

Материалом исследований служили племенные карточки коров (ф-2мол), карточки племенных быков (ф-1мол), данные бонитировок по стаду, которые объединены в единую базу данных при помощи программы СЕЛЭКС.

Изучение влияния голштинизации на показатели белковомолочности проводили на первотелках. Для этой цели сформировали 4 группы коров. В первую группу вошли коровы черно – пестрой породы с кровностью по голштинской породе до 75 %, во вторую - с кровностью 76 – 87 %, в третью – 88 – 94 %, в четвертую 95 % и выше.

Результаты исследований. В результате исследований получены экспериментальные данные о взаимосвязи белковомолочности коров с кровностью и продуктивностью.

Для оценки молочной продуктивности коров различной кровности по голштинам была изучена массовая доля белка и жира в молоке за 100 и 305 дней лактации (табл. 1).

Согласно проведенным исследованиям с увеличением кровности коров по голштинам наблюдается увеличение молочной продуктивности коров. Наивысший удой за 305 дней лактации был у коров с кровностью 95 % и

более (8024 кг), с массовой долей белка 3.29 % и жира 3.74 %.

Таблица 1 – Удой, массовая доля жира и белка в молоке коров разной кровности по голштинам

Группа	удой, кг		Массовая доля в молоке, %			
			белка		жира	
	X±Sx	Cv%	X±Sx	Cv%	X±Sx	Cv%
За 100 дней лактации						
До 75 %	2993±204	34.7	3.30±0.000	3.1	3.68±0.009	1.1
76-87 %	3255±71.3	26.2	3.28±0.001	3.22	3.74±0.006	1.6
88 – 94 %	3380±56	24.6	3.26±0.001	3.34	3.75±0.004	1.3
95 % и >	3684±104	22.1	3.28±0.003	3.2	3.74±0.01	2.4
За 305 дней лактации						
До 75 %	7340±94.6	23.1	3.33±0.004	3.27	3.69±0.005	1.6
76 – 87 %	7763±123	19.3	3.30±0.005	3.31	3.72±0.003	2.3
88 – 94 %	7775±84.2	19.1	3.27±0.005	3.31	3.76±0.005	2.5
95 % и >	8024±154	18.5	3.29±0.01	3.13	3.74±0.008	2.1

С увеличением доли крови по голштинам наряду с увеличением молочной продуктивности наблюдается снижение содержания массовой доли белка в молоке на 0.04 %.

Максимальная массовая доля жира в молоке в группе коров с кровностью по голштинам 88 – 94 % (3.76 %) в сравнении с кровностью до 75 % она больше на 0.07 ($P \leq 0.05$), массовая доля белка в молоке больше в группах коров с кровностью до 75 % по голштинской породе (3.33 %), минимальные (3.27 – 3.29 %) в группах с кровностью: 88 – 94 %, 95 % и выше.

За период лактации 100 дней прослеживается та же тенденция. Максимальная молочная продуктивность за данный период была у коров с кровностью 95 % и более, она составила 3084 кг, что больше удоя коров с более низкой долей кровности на 14.5 % ($P \leq 0.05$) с массовой долей белка в молоке 3.28 % и жира 3.74 %.

Самый высокий процент белка в молоке за 100 дней был у первотелок первой группы – 3.30 %. Большой процент жира в молоке за 100 дней лактации был у коров с кровностью 88 – 94 % – 3.75 %.

Удой за 100 дней лактации у коров с кровностью 95 % и выше превышал продуктивность сверстниц на 304 – 691 кг.

Коэффициенты изменчивости по содержанию белка находятся в пределах 3.1 – 3.34 %. Вариабельность содержания жира несколько ниже и принимает значение от 1.1 до 2.5 %. Изменчивость по удою несколько выше (34.7 – 18.5 %), нежели содержание жира и белка в молоке.

Как известно, изменчивость лежит на основе эволюционного процесса и совершенствования животных, в частности сельскохозяйственных. Успех селекции, ее эффективность непосредственно связаны со степенью изменчивости селекционного признака: чем большую изменчивость по своей природе имеет секционированный признак, тем легче и быстрее можно его

улучшить, и наоборот. Чем выше коэффициент изменчивости, тем больше вариабельность признака. При небольшой изменчивости признака селекционер не всегда может найти в стаде особей, отвечающих определенным требованиям, или выявить необходимое их количество, но и излишне большая изменчивость также нежелательна, так как в последующем поколении она приводит к большой величине регрессии (R), то есть возврату потомства к средним показателям популяции. Ориентировочно считают, что если $C_v < 5\%$ -изменчивость низкая, при C_v от 5 до 10 % – средняя и при $C_v > 10\%$ – высокая [4].

В таблице 2, представлены данные по изменению показатели массовой доли белка и жира в зависимости от уровня удоя и кровности животных.

В независимости от кровности у коров с увеличением продуктивности массовая доля белка в молоке снижается, так у коров с кровностью до 75 % понижение составило 0.9 %, с кровностью 76 – 87 % понижение составило 2.1 %, у животных с кровностью 95 % и более – 1.2 %. Что касается массовой доли жира в молоке, то здесь наблюдается увеличение показателей до 2 %.

Таблица 2 – Массовая доля белка и жира в молоке коров в зависимости от уровня удоя и кровности

Группа животных по уровню надоя (кг)	п	Массовая доля в молоке, %			
		белка		жира	
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v\%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v\%$
До 75% кровности					
До 6000	52	3.36±0.03	3.7	3.69±0.01	1.5
6001 – 6500	19	3.35±0.03	3.4	3.68±0.01	1.4
Более 6501	187	3.33±0.007	2.7	3.69±0.004	1.6
76 – 87 % кровности					
До 6000	23	3.36±0.02	2.1	3.67±0.01	1.3
6001 – 6500	67	3.31±0.02	3.1	3.72±0.02	2.4
Более 6501	310	3.29±0.006	3.3	3.73±0.005	2.4
88 – 94 % кровности					
До 6000	13	3.30±0.04	4.0	3.75±0.03	2.5
6001 – 6500	85	3.30±0.02	2.9	3.74±0.02	2.2
Более 6501	250	3.26±0.006	3.1	3.77±0.006	2.5
95 % и более кровности					
До 6000	12	3.32±0.05	2.7	3.72±0.04	2.2
6001 – 6500	16	3.38±0.03	1.7	3.66±0.006	0.3
Более 6501	65	3.28±0.01	3.1	3.74±0.009	2.1

Количество молочного белка и жира находится в прямой зависимости от уровня молочной продуктивности, т.е., чем выше надой, тем больше мы получаем молочного белка и жира. Эти данные приведены в таблице 3.

У коров разной кровности с ростом молочной продуктивности идет увеличение выхода молочного белка и молочного жира.

Животные с кровностью до 75 % при увеличении молочной

продуктивности имеют прибавку в выходе молочного белка до 75.2 кг, а молочного жира до 84.7 кг. У коров с кровностью 76 – 87 % прибавка составляет 82.2 и 100.9 кг ($P \leq 0.05$) соответственно. У коров с кровностью 84 – 94 % прибавка составляет 87.6 и 97.3 кг соответственно. У животных с кровностью 95 % и более прибавка составила 87.8 и 105.5 кг ($P \leq 0.005$) соответственно.

Таблица 3 – Содержание молочного белка и молочного жира в молоке в зависимости от уровня молочной продуктивности и кровности по голштинам

Группа животных по уровню удоя (кг)	п	Количество, кг			
		Молочного белка		Молочного жира	
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v\%$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$C_v\%$
До 75% кровности					
До 6000	52	192.3±1.8	4.1	212.6±1.3	2.5
6001 – 6500	19	231.5±2.1	3.0	210.8±1.6	4.3
Более 6501	187	268.5±2.8	12.8	297.3±2.8	13.0
76 – 87 % кровности					
До 6000	23	193.3±1.1	2.8	211.9±1.2	2.7
6001 – 6500	67	207.6±1.1	3.0	233.9±1.3	3.4
Более 6501	310	275.5±2.1	13.3	312.8±2.6	14.5
88 – 94 % кровности					
До 6000	13	189.6±2.3	4.4	215.6±2.6	4.3
6001 – 6500	85	206.4±1.6	4.0	234.1±1.6	3.6
Более 6501	250	270.8±2.3	13.1	312.9±2.8	13.9
95 % и более кровности					
До 6000	12	189.4±4.7	5.0	212.1±3.4	3.0
6001 – 6500	16	212.4±3.1	3.0	229.8±2.6	2.3
Более 6501	65	277.2±3.7	11.9	317.6±4.8	13.5

Наиболее существенными при селекции молочного скота являются коэффициенты корреляции между удоем и массовой долей жира и белка в молоке, живой массой [1].

Установлено, что коровы с кровностью до 75 % за 100 дней имеют положительную корреляционную связь между массовой долей белка и такими показателями как удой, массовая доля жира и молочный белок, а так же молочным белком с удоем, массовой долей жира и с молочным жиром (табл. 4). За 305 дней лактации положительная корреляция у коров с кровностью до 75 % отмечена при взаимосвязи массовой доли белка с удоем и массовой долей жира в молоке, а также между молочным белком и молочным жиром.

При увеличении кровности животных взаимосвязь между показателями меняется. За период лактации 100 дней коэффициент корреляции между массовой долей белка и удоем; массовой долей белка и молочным белком у коров с кровностью от 76 % имел слабую отрицательную связь (-0.13; -0.05; -0.12 и -0.12; -0.05; -0.09 соответственно).

Положительная корреляционная связь в период за 100 дней лактации наблюдается между показателями: массовая доля белка с массовой долей жира и молочный белок: а) с удоем; б) с массовой долей жира в молоке и в) с молочным жиром по всем кровностям. Надо отметить, что в период за 100 дней лактации установлена достоверно положительная ($P < 0.001$) и высокая корреляция между показателями молочный белок с удоем и молочный белок с молочным жиром ($r = +1.0$).

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции между показателями молочной продуктивности у коров разной кровности по голштинам

Группа	п	Коэффициент корреляции (г) между					
		МДБ,%			молочным белком, кг		
		удоем, кг	МДЖ, %	молочным белком, кг	удоем, кг	МДЖ. %	молочным жиром, кг
За 100 дней лактации							
До 75 % кровности	258	+0.12	+0.21	+0.12	+1.0	+0.05	+1.0
76 – 87 %	400	-0.13	+0.16	-0.12	+1.0	+0.07	+1.0
88 – 94 %	348	-0.05	+0.14	-0.05	+1.0	+0.02	+1.0
95 % и >	93	-0.12	+0.40	-0.09	+1.0	0.06	+1.0
За 305 дней лактации. кг							
До 75 % кровности	258	+0.20	+0.24	-0.27	-0.20	-0.10	+1.0
76 – 87 %	400	-0.13	-0.03	-0.19	-0.19	-0.02	+1.0
88 – 94 %	348	-0.05	+0.10	-0.03	-0.27	+0.12	+1.0
95 % и >	93	+0.15	+0.24	-0.02	-0.28	-0.12	+1.0

В период лактации за 305 дней высокая положительная корреляционная связь была у коров с кровностью 76 – 87 % между показателями молочный белок и молочный жир ($r = +1.0$), корреляционная связь между остальными показателями носила слабый отрицательный характер. У коров с кровностью 88 % и более коэффициенты корреляции положительные значения между показателями массовой доли белка и массовой доли жира в молоке (+0.10 – +0.24); молочным белком и молочным жиром (+1.0).

Таким образом, наиболее ценными оказались коровы с кровностью до 75 % и 95 % и более, имеющие положительную корреляцию между показателями массовая доля белка и удой, массовая доля белка и массовая доля жира, молочный белок и молочный жир, за период лактации 100 и 305 дней.

Влияние продуктивности, при разной кровности коров, на такие показатели как массовая доля белка (%) и жира, молочный белок и жир (кг) и взаимосвязь между массовой долей белка и массовой долей жира представлена в таблице 5.

Отрицательная корреляция между удоем и массовой долей белка отмечена у коров с кровностью до 94 % и уровнем продуктивности до 6000 кг и более 6500 кг, у животных с кровностью 95 % и более, при продуктивности до 6000 кг корреляционная связь носит положительный характер ($r = +0.45$).

Взаимосвязь между удоем и массовой долей жира в молоке, при продуктивности 6000 кг и выше – слабая положительная (+0.09 – +0.48). Достоверно положительную высокую корреляционную связь ($P < 0.01$) между удоем и молочным белком показали животные всех кровностей, за исключением животных с кровностью до 75 % и 88 – 94 % продуктивностью до 6000 кг – корреляционная связь слабая положительная ($r = +0.36$ и $+0.44$), а также животных с кровностью 76 – 87 % и уровнем продуктивности до 6000 кг – корреляционная связь средняя ($r = +0.66$).

Таблица 5 – Изменение связи между удоем, массовой долей белка и жира и количеством молочного белка и жира в молоке коров в зависимости от величины удоя

Группа животных по уровню удоя (кг)	п	Количество, кг				между МДБ-МДЖ
		между удоем и				
		МДБ,%	МДЖ,%	молочным белком, кг	молочным жиром, кг	
До 75% кровности						
До 6000	18	-0.25	-0.18	+0.36	+0.90	+0.15
6001 – 6500	19	+0.23	+0.48	+0.64	+0.90	-0.60
Более 6501	187	-0.07	+0.06	+0.98	+0.99	-0.29
76 – 87 % кровности						
До 6000	23	-0.18	+0.11	+0.66	+0.87	-0.52
6001 – 6500	35	-0.42	+0.09	+0.29	+0.71	-0.58
Более 6501	310	-0.22	+0.25	+0.97	+0.99	+0.94
88 – 94 % кровности						
До 6000	13	-0.21	+0.37	+0.44	+0.85	-0.67
6001 – 6500	26	+0.17	+0.23	+0.71	+0.81	+0.27
Более 6501	250	-0.15	+0.15	+0.98	+0.98	-0.71
95 % и более кровности						
До 6000	4	+0.45	-0.40	+0.88	+0.76	-0.81
6001 – 6500	4	+0.36	+0.88	+0.86	+1.0	+0.65
Более 6501	79	-0.32	+0.34	+0.97	+1.0	-0.71

Высокий положительный коэффициент корреляции отмечен при взаимосвязи между удоем и молочным жиром, он составил +0.71 – +1.0. Взаимосвязь между массовой долей белка и массовой долей жира носит разнообразный характер. Отрицательный коэффициент корреляции у коров с кровностью до 75 % при надое 6000 кг и более ($r = -0.29$ – -0.60), у коров с кровностью 76 – 87 % и продуктивностью до 6500 кг ($r = -0.52$ – -0.58), у животных с кровностью 88 % и более при надое до 6000 кг и более 6500 кг ($r = -0.67$ – -0.81).

Таким образом, в наших исследованиях с увеличением удоев наблюдалось снижение положительной связи между массовой долей жира и белка в молоке коров. Это объясняется снижением концентрации жира и белка в молоке с повышением удоев.

Выводы. 1. С увеличением кровности наблюдается снижение

содержания массовой доли белка в молоке на 0.04 %, но увеличивается выход кг молочного белка и молочного жира.

2. Животные, с продуктивностью более 6500 кг, имеют высокий коэффициент изменчивости, что дает большую возможность проводить селекцию скота.

2. Количество молочного белка и жира находится в прямой зависимости от уровня молочной продуктивности. С повышением массовой доли жира в молоке содержание массовой доли белка в среднем по группам понижается.

3. Наиболее ценными оказались коровы с кровностью до 75 % и 95 % и более, имеющие положительную корреляцию между показателями массовая доля белка и удой, массовая доля белка и массовая доля жира, молочный белок и молочный жир, за период лактации 100 и 305 дней.

4. Влияние величины удоя на количество массовой доли белка имеет в основном отрицательную корреляционную связь.

Список литературы

1. *Всяких А.С.* Методы ускорения селекции молочного скота / *А.С. Всяких* – М.: Агропромиздат, 1990. – 191 с.
2. *Дунин И.М.* Перспективы развития молочного скотоводства и конкурентоспособность молочного скота, разводимого в Российской Федерации / *И.М. Дунин, А. Данкверт, А. Кочетков* // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 2. – С.1 – 5.
3. *Маркова К.В.* Улучшение состава и свойств молока/ *К.В. Маркова* – М.: Россельхозиздат, 1969. – 128 с.
4. *Петухов В.Л.* Генетические основы селекции животных / *В.Л. Петухов, Л.К. Эрнст, И.И. Гудилин* – М.: Агропромиздат, 1983. – С. 142 – 143.

References

1. *Vsyakikh A.S. Metody uskoreniya seleksii molochnogo skota* [Methods for accelerating the selection of dairy cattle]. Moscow, 1990, 191 p.
2. *Dunin I.M. et all. Perspektivy razvitiya molochnogo skotovodstva i konkurentosposobnost molochnogo skota. razvodimogo v Rossiyskoy Federatsii* [Prospects for the development of dairy cattle breeding and the competitiveness of dairy cattle bred in the Russian Federation]. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo*, 2013, no. 2, pp.1 – 5.
3. *Markova K.V. Uluchsheniye sostava i svoystv moloka* [Improving the composition and properties of milk]. Moscow. 1969, 128 p.
4. *Petukhov V.L. et all. Geneticheskiye osnovy seleksii zhivotnykh* [Genetic basis of animal breeding]. Moscow, 1983, pp. 142 – 143.

Сведения об авторах:

Белозерцева Светлана Леонидовна – научный сотрудник лаборатории животноводства. Иркутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства (664511, Россия, Иркутская область, Иркутский район, с. Пивовариха ул. Дачная, 14, тел. 89832480583, e-mail: gnu_iniish_risc@mail.ru).

Петрухина Лидия Леонидовна – аспирант кафедры кормления, селекции и частной зоотехнии факультета биотехнологии и ветеринарной медицины. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный) тел. 89832480639, e-mail: gnu_iniish_risc@mail.ru).

Information about authors:

Belozertseva Svetlana L. – researcher of Laboratory of Animal Husbandry. Irkutsk Research Institute of Agriculture (14, Dachnaya Str., Pivovarikha, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89832480583, 664511, e-mail: gnu_iniish_risc@mail.ru).

Petrukhina Lydiya L. – Ph.D student, Department of Feeding, Breeding and Private Animal Science of Biotechnology and Veterinary Medicine Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89832480639, e-mail: gnu_iniish_risc@mail.ru).

УДК 636.2:637.115

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРОВ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИСТЕМЫ ДОБРОВОЛЬНОГО ДОЕНИЯ**

¹Д.Р. Шарипов, ¹И.Ш. Галимуллин, ²З.З. Мухаметшин

¹Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана,
г. Казань, Россия

²КФХ “Мухаметшин З.З.” Сабинского района Республики Татарстан,
д. Ст. Икшурма, Россия

В статье представлены технологические свойства коров при роботизированном доении. Исследования молочной продуктивности и технологических свойств животных проведены в КФХ “Мухаметшин З.З.” Сабинского района Республики Татарстан на коровах голштино-фризской породы датской селекции с применением роботизированной системы доения “Lely Astronaut A4”. Средняя продолжительность пребывания коров на доильной станции 7.8 ± 0.16 мин с колебаниями от 4.3 до 16.3 мин, при этом преддоильная подготовка вымени занимает 2.06 ± 0.05 мин. Основными причинами удлиненных сеансов преддоильной подготовки вымени являются качества функционирования робота-дояра и несоответствие некоторых животных по параметрам вымени и сосков. 62.2 % животных выдаиваются за первые 6 мин. доения, при средней интенсивности молоковыведения – 1.84 кг/мин.

Ключевые слова: дойная корова, система добровольного доения, частота доения, молочная продуктивность, морфологические и функциональные свойства вымени, время доения, четверть вымени.

**TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF COWS
UNDER A SYSTEM OF VOLUNTARY MILKING**

¹Sharipov D.R., ¹Galimullin I.Sh., ²Mukhametshin Z.Z.

¹Kazan State Academy of veterinary medicine named after N. E. Bauman, *Kazan, Russia*

²Peasant farm “Mukhametshin Z.Z.” Sabinsky district of the Republic of Tatarstan,
D. St. Ikshurma, Russia

The article presents the technological properties of cows at the milking robot. Studies of dairy efficiency and technological properties of animals held in the farm “Mukhametshin Z.Z.” Sabinsky district of the Republic of Tatarstan on cows Holstein-Friesian Danish selection with the use of robotic milking system “the Lely Astronaut A4”. The average length of stay of cows in the milking station 7.8 ± 0.16 min varying from 4.3 to 16.3 minutes, with pradolina udder preparation is 2.06 ± 0.05 min. The main reasons for extended sessions freddolino the preparation of the udder are the quality of functioning of a robot milker and meet some animals in the parameters of udder

and teats. 62.2 % of the animals are milked dry for the first 6 minutes of milking, at an average intensity of lactation – 1.84 kg/min.

Keywords: dairy cow, voluntary milking system, milking frequency, milk yield, morphological and functional properties of the udder, milking time, udder quarter.

В современных условиях развития молочного скотоводства основной стратегией модернизации молочных ферм России является внедрение технологии производства молока на основе беспривязного способа содержания и добровольного принципа доения коров. Такие современные предприятия с беспривязным способом содержания созданы в большинстве субъектах Российской Федерации, а фермы с добровольной системой доения таких компаний, как “De Laval” (Швеция) и “Lely” (Нидерланды) успешно функционируют в Вологодской, Липецкой, Калужской, Свердловской областях, Республиках Татарстан и Удмуртии [4, 8, 10].

Наряду с этим происходит совершенствование стада по пригодности к новой технологии, которая является одним из главных критериев оценки приспособленности скота к использованию на механизированных фермах и комплексах [2].

Цель – изучить молочную продуктивность и технологические свойства коров при системе добровольного доения.

Материал и методы. Исследования молочной продуктивности и технологических свойств животных проведены в КФХ “Мухаметшин 3.3.” Сабинского района Республики Татарстан на коровах голштино-фризской породы датской селекции с применением роботизированной системы доения “Lely Astronaut A4”.

Кормление коров осуществлялось сбалансированным рационом, состоящим из 10 компонентов, 3 раза в сутки, составленным с учетом физиологического состояния и уровня продуктивности.

В качестве материала для анализа молочной продуктивности и технологических свойств были использованы данные из информационной системы управления стадом “Lely T4C” (Time for Cows) [3]. Оценку изменчивости показателей проводили посредством расчета коэффициента вариации (C_v), статистическую обработку данных – по общепринятым методам [7] с использованием MS Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. При эксплуатации доильных роботов, как отмечают исследователи, одним из положительных качеств является их способность обеспечить добровольное доение в любое время суток, частота которого устанавливается самими животными в зависимости от их физиологического состояния и молочной продуктивности [6, 11]. Основным правилом при этом является соблюдение схемы передвижения животных: “отдых – доение – кормление”, что соответствует условиям их комфортности. Как показал проведенный анализ, разработанная схема движения коров позволяет довести посещение доильной станции до 3.0 ± 0.03 раз в сутки ($C_v = 13.5 \%$), большая часть коров (56.5 %) доится чаще, чем 2 раза в сутки, 41.6 % коров – более 3 раз и около 2.0 % животных – более

4 раз в течение суток. Главным критерием установления кратности доения является молочная продуктивность, т. е. емкостная функция молочной железы (табл. 1).

Таблица 1 – Молочная продуктивность и технологические свойства коров в зависимости от частоты доения

Частота доений в сутки	Среднесуточный удой, кг		Разовый удой, кг		Продолжительность доения, мин		Интенсивность молоковыведения, кг/мин	
	M±m	C _v , %	M±m	C _v , %	M±m	C _v , %	M±m	C _v , %
2	30.5±0.76	27.2	10.5±0.22	30.3	6.0±0.21	37.6	1.75±0.05	30.6
3	35.8±1.05	27.6	10.4±0.37	32.9	5.3±0.21	36.6	1.96±0.05	23.4
4	43.8±7.01	27.7	9.4±0.38	18.0	6.5±1.67	44.4	1.45±0.29	29.2

Установлено, что животные со среднесуточным удоём 30.5 ± 0.76 кг доились более 2 раз в сутки, 35.8 ± 1.05 – более 3 раз, 43.8 ± 7.01 кг – более 4 раз в сутки. Коровы выдаивались от 5.3 ± 0.21 (C_v = 36.6 %) до 6.5 ± 1.67 мин (C_v = 44.4 %), интенсивность молоковыведения колеблется от 1.45 ± 0.29 кг/мин (C_v = 29.2 %) при посещении дояра-робота более 4 раз за сутки до 1.96 ± 0.05 кг/мин (C_v = 23.4 %) при посещении более 3 раз в течение суток.

Снижение интенсивности молокоотдачи и разового удоа является следствием увеличения кратности доения, что подтверждается данными других исследований [1]. Средняя интенсивность молоковыведения по стаду 1.84 кг/мин, что соответствует среднему типу интенсивности [5].

Продолжительность нахождения коров в доильном боксе робота складывается из времени, затрачиваемого на следующие технологические процессы: вход коровы, идентификацию и позиционирование, преддоильную подготовку вымени, надевание доильных стаканов, доение, дезинфекцию сосков и выход коровы. Средняя продолжительность пребывания коровы на доильной станции 7.8 ± 0.16 мин (C_v = 30.1 %) с колебаниями от 4.3 до 16.3 мин. Менее 6 мин в боксе находилось 25.2 % коров, 6 - 8 мин – 37.4 %, 8 – 10 мин – 19.6 %, 10 – 12 мин – 12.1 %, более 12 мин – 5.7 %. При этом преддоильная подготовка вымени занимает в среднем 2.06 ± 0.05 мин (C_v = 35.8 %) с колебаниями от 1.25 до 5.40 мин, при стимуляции вымени оптимальным временем образования окситоцина составляет 1 мин, а достижение пика концентрации наступает в среднем через 2 мин, а при ее отсутствии – через 5 мин [12].

На наш взгляд, основными причинами удлинённых сеансов преддоильной подготовки вымени, могут быть проблемы, связанные, как с качеством функционирования робота-дояра, так и с несоответствием некоторых животных по параметрам вымени и сосков, что не позволяет манипулятору “Lely Astronaut” с системой TDS (Teat Detection System) [3], оснащённой технологией трехмерного сканирования более точно распознавать местонахождение сосков вымени коровы. Анализ времени

распознавания и надевания стаканов показал, что в среднем роботизированной системе необходимо 41.5 ± 0.4 сек ($C_v = 13.9$ %).

Продолжительный сеанс преддоильной подготовки вымени повлиял и на удлинение второй фазы латентного периода рефлекса молокоотдачи, так от момента надевания доильного стакана до момента сокращения альвеол составила в левой задней четверти – 17.4 ± 0.53 сек, правой задней – 16.5 ± 0.50 сек, левой передней – 16.2 ± 0.50 сек и правой передней четверти – 14.2 ± 0.53 сек, что с физиологической точки зрения можно считать отклонением.

Распределение продолжительности доения коров показывает, что менее 4 мин доится 22.0 % коров, 4 - 6 мин – 40.2 %, 6 – 8 мин – 22.4 %, 8 – 10 мин – 11.2 %, 10 – 12 мин – 3.7 % и более 12 мин – 0.5 %. При этом максимальное время доения достигает 12.25 мин, а минимальное составляет 2.03 мин (рисунок).

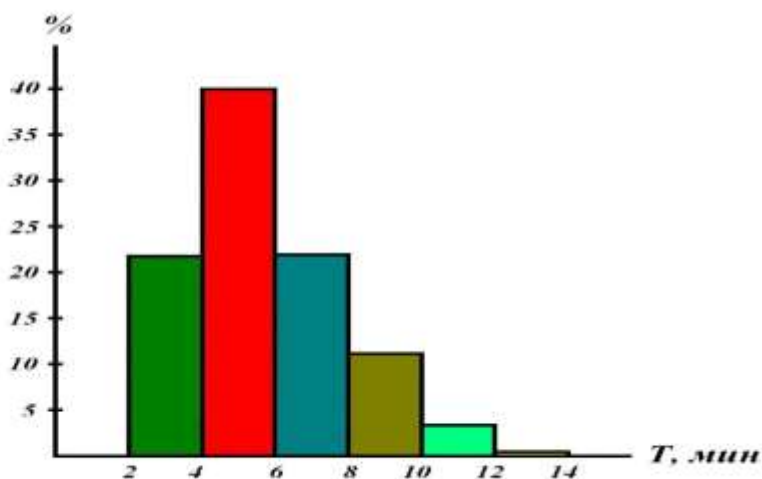


Рисунок – Продолжительность доения коров на “Lely Astronaut A4”

Таким образом, 62.2 % животных выдаиваются за первые 6 мин доения, что недостаточно для эффективного использования доильных установок, как отмечают другие исследователи, наиболее эффективная их работа обеспечивается при наличии не менее 70.0 % таких животных [9].

При использовании роботизированных систем доения возникают случаи неудавшихся доений. Основная причина незавершенного процесса доения, как показал анализ проведенного за последние 24 часа доения, была связана с морфологическими и функциональными особенностями вымени отдельных животных (табл. 2).

Так, 49.0 % случаев незавершенных доений приходится на неудавшиеся попытки надевания доильных стаканов на соски вымени. При этом 38.8 % неудавшихся попыток приходится на переднюю четверть вымени (левая – 16.3 %; правая – 22.5 %) и 10.8 % – заднюю (левая – 4.1 %; правая – 6.1 %). Возникали моменты, когда манипулятор доильного робота и вовсе не может обнаружить соски вымени, таких случаев было 18.4 %. Обнаруженные

недостатки мы связываем с тем, что некоторые коровы имеют неравномерно развитые доли и близкое расположение друг к другу сосков вымени, что приводит к проблемам с надеванием доильных стаканов. В 28.5 % случаях незавершенных доений связаны с отсутствием припуска молока в четвертях вымени, при этом 20.2 % таких случаев приходится на передние доли вымени. Связываем мы это в первую очередь с удлинненными сеансами преддоильной подгонки вымени, которые тормозят проявление рефлекса молокоотдачи. Эксплуатация автоматизированной системы доения требует уделять особое внимание техническому обслуживанию, так как возможны случаи сбоев его работы. Так, приведенный анализ показал, что 4.1 % неудавшихся доений связано с автоматической остановкой робота-дояра, что приводит к неполному опорожнению вымени животных.

Таблица 2 – Анализ неудавшихся доений коров на “Lely Astronaut A4”

Причины неудавшихся доений	Случаи	
	п	%
Неудавшиеся попытки надевания доильного стакана	24	49.0
в т. ч. по четвертям вымени: левая передняя	8	16.3
правая передняя	11	22.5
левая задняя	2	4.1
правая задняя	3	6.1
Отсутствие молока в четвертях вымени	14	28.5
в т. ч. по четвертям вымени: левая передняя	5	10.2
правая передняя	5	10.2
левая задняя	1	2.0
правая задняя	3	6.1
Случаи необнаруженных сосков вымени	9	18.4
Автоматическая остановка робота-дояра	2	4.1
Всего неудавшихся доений	49	100.0

Выводы. 1. При использовании роботизированной системы доения коров на современных комплексах особое значение приобретает отбор и подбор животных с учетом технологических показателей.

2. При добровольной системе доения увеличивается частота посещений доильной станции (у высокопродуктивных коров – до 4 раз и более в сутки), что способствует повышению продуктивности. Однако не все коровы пригодны к данной системе доения по морфологическим и функциональным свойствам вымени. Поэтому отбор животных по пригодности к данной технологии и своевременное обеспечение технического обслуживания автоматизированного оборудования помогут увеличить эффективность использования роботизированных доильных установок.

Список литературы

1. Гарькавый Ф.Л. Селекция коров и машинное доение / Ф.Л. Гарькавый – М.: Колос, 1974. – 160 с.
2. Кадзаева З. Технологические свойства коров разной кровности по голштинам / З.

Кадзаева // Молочное и мясное скотоводство. – 2009. – № 2. – С. 8 – 9.

3. Каталог доильного оборудования Лели. Робот-дойяр. Лели Центр. – М.: 2011. – 26 с.

4. Кудрин М.Р. Организация экономически эффективного производства молока на основе современных технологий / М.Р. Кудрин, С.Н. Ижболдина, Н.Н. Новак // Вестник Ижевской ГСХА. – 2014. – № 2 (39). – С. 8 – 11.

5. Машинное доение коров – искусство / Н.А. Сафиуллин, Н.Н. Хазипов, М.З. Шайдуллин [и др.]. – Казань: “Печатный двор”, 2013. – 107 с.

6. Морозов Н.М. Экономические аспекты автоматизации доения коров / Н.М. Морозов, М. И. Горбачев // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ. – 2008. – № 5 / 2. – С. 13 – 15.

7. Погребняк В.А. Расчет селекционно-генетических параметров в животноводстве / В.А. Погребняк, В.И. Стрижаков – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 90 с.

8. Сравнение эффективности технологий производства молока на фермах с доением в стойлах, в доильных залах и на установках добровольного доения (роботах) / Г. Легошин, В. Бильков, О. Анищенко [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2013. – № 4. – С. 1 – 5.

9. Сравнительная оценка технологий доения высокопродуктивных коров чернопестрой породы на современных комплексах / Е.А. Тяпугин, С.Е. Тяпугин, В.К. Углин [и др.] // Достижение науки и техники АПК. – 2013. – № 4. – С. 77 – 80.

10. Федосеева Н.А. Доение коров с использованием роботизированных установок в условиях Калужской области / Н.А. Федосеева, З.С. Санова, В. Н. Мазуров // Вестник Мичуринского ГАУ. – 2016. – № 1. – С. 56 - 60.

11. Хисамов Р. Р. Реакция коров-первотелок на систему добровольного доения / Р.Р. Хисамов, Л.Р. Загидуллин, Н.А. Сафиуллин // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – № 3. – С. 23 – 25.

12. Sagi R. Premilking, stimulation effects milking performance and oxytocin and prolaktin release in cows / R. Sagi // J. Dairy Sc. – 1980. – Vol. 63. – p. 800 – 806.

References

1. Gar'kavyu F.L. *Selektsiya korov i mashinnoye doeniye* [Cow breeding and machine milking]. Moscow, 1974, 160 p.

2. Kadzayeva Z. *Tekhnologicheskiye svoystva korov raznoy krovnosti po golshtinam* [Technological properties of cows of different bloodiness in Holstein]. 2009, no. 2. – pp. 8 – 9.

3. *Katalog doil'nogo oborudovaniya Leli. Robot-doyar* [Catalog of milking equipment Leli]. Moscow, 2011, 26 p.

4. Kudrin M.R. *Organizatsiya ekonomicheskii effektivnogo proizvodstva moloka na osnove sovremennykh tekhnologiy* [Organization of cost-effective production of milk based on modern technologies]. Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii, 2014, no. 2 (39), pp. 8 – 11.

5. *Mashinnoye doeniye korov – iskusstvo* [Machine milking cows - the art]. Kazan', 2013, 107 p.

6. Morozov N.M. *Ekonomicheskkiye aspekty avtomatizatsii doeniya korov* [Economic aspects of automation of milking cows]. Vestnik FGOU VPO MGAU, 2008, no. 5/2, pp. 13 – 15.

7. Pogrebnyak V.A. *Raschet selektsionno-geneticheskikh parametrov v zhivotnovodstve* [Calculation of selection and genetic parameters in cattle breeding]. Omsk, 2002, 90 p.

8. *Sravneniye effektivnosti tekhnologiy proizvodstva moloka na fermakh s doeniem v stoylakh, v doil'nykh zalakh i na ustanovkakh dobrovol'nogo doeniya (robotakh)* [Comparison of the efficiency of milk production technologies on farms with milking in stalls, in milking parlors and on voluntary milking facilities (robots)]. Molochnoye i myasnoye skotovodstvo [Dairy and Beef Cattle Farming]. 2013, no 4, pp. 1 – 5.

9. *Sravnitel'naya otsenka tekhnologiy doeniya vysokoproduktivnykh korov cherno-pestroy porody na sovremennykh kompleksakh* [Comparative evaluation of technologies for milking high-

yielding cows of black and motley breed on modern complexes]. Dostizheniye nauki i tekhniki APK [Achievements of Science and Technology of AICis]. 2013, no. 4, pp. 77 – 80.

10. Fedoseyeva N.A. *Doyeniye korov s ispol'zovaniyem robotizirovannykh ustanovok v usloviyakh Kaluzhskoy oblasti* [Milking cows using robotic installations in the Kaluga region]. Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2016, no.1, pp. 56 – 60.

11. Khisamov R.R. *Reaktsiya korov-pervotelok na sistemu dobrovol'nogo doyeniya* [Response of cows-heifers to the voluntary milking system]. Molochnoye i myasnoye skotovodstvo [Dairy and Beef Cattle Farming], 2016, no. 3, pp. 23 – 25.

12. Sagi R. Premilking, stimulation effects milking performance and oxytocin and prolaktin release in cows / R. Sagi // J. Dairy Sc. – 1980, no. 63, pp. 800 – 806.

Сведения об авторах:

Галимуллин Ильдар Шамильевич – аспирант кафедры кормления. Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана (420029, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Сибирский тракт, 35, тел. 89179366777, e-mail: ildar-k91@mail.ru).

Мухаметшин Зуфар Зиннатович – глава КФХ “Мухаметшин 3.3.” (422066, Россия, Республика Татарстан, Сабинский район, д. Старая Икшурма, ул. Октября, 8, тел. 89196414937, e-mail: muhametshin.51@mail.ru).

Шарипов Делюс Ринатович – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры кормления. Казанская государственная академия ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана (420029, Россия, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Сибирский тракт, 35, тел. 89274024925, e-mail: abdul0401@rambler.ru).

Information about authors:

Galimullin Ildar Sh. – Ph.D student, Department of Feeding. Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman (35, Sibirskiy trakt Str., Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 420029, tel. 89179366777, e-mail: ildar-k91@mail.ru).

Mukhametshin Zufar Z. – head of the Peasant Farm “Mukhametshin Z.Z.” (8, Oktyabrya Str., St. Ikshurma, Sabinsky district, Republic of Tatarstan, Russia, 422066, tel. 89196414937, e-mail: muhametshin.51@mail.ru).

Sharipov Delyus R. – Candidate of Biological Sciences, senior lecturer Department of Feeding. Kazan State Academy of Veterinary Medicine named after N.E. Bauman (35, Sibirskiy trakt Str., Kazan, Republic of Tatarstan, Russia, 420029, tel. 89274024925, e-mail: abdul0401@rambler.ru).

УДК 631.171:631.372

**ПОЛУЧЕНИЕ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМБИНИРОВАННОГО
ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ДАННЫХ
КОНТРОЛЬНОГО ДИНАМОМЕТРИРОВАНИЯ**

¹Н.Н. Бережнов, ²А.П. Сырбаков

¹Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, г. Кемерово, Россия

²Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия

В статье приводится анализ результатов тягово-энергетической оценки комбинированного посевного комплекса, полученных методом контрольного динамометрирования в ходе проведения полевых испытаний. Полученные результаты полевых испытаний машинно-тракторного агрегата являются исходными данными для вероятностной математической модели, описывающей процесс функционирования сельскохозяйственного МТА, как системы “почва – с.-х. машина – движитель – трансмиссия – двигатель”. Разработанная модель позволяет обосновать рациональные параметры и режимы работы агрегата, а также с расчетной вероятностью прогнозировать значения его выходных эксплуатационных показателей применительно к условиям конкретной почвенно-климатической зоны.

Ключевые слова: трактор, посевной комплекс, динамометрирование, агрегат, тяговое сопротивление.

**OBTAINING OF BASELINE INFORMATION FOR THE ASSESSMENT OF
OPERATIONAL INDICATORS OF COMBINED SEEDING MACHINE BASED ON THE
DATA OF THE CONTROL DYNAMOMETRICS**

¹Berezhnov N.N., ²Sherbakov A.P.

¹Kemerovo State Agricultural Institute, Kemerovo, Russia

²Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

The article provides analysis of the results of traction power rating of the combined seeder obtained by the control dynamometrical during field testing. Results of the field tests of machine and tractor unit are the input for the probabilistic mathematical models describing the process of functioning of agricultural MTA as a system “soil – agricultural machine – mover – transmission – engine.” The developed model allows justifying the rational parameters and modes of operation of the unit, and the estimated probability to predict the value of the output performance indicators in a particular soil-climatic zone.

Keywords: tractor, sowing complex, dynamometrical, Assembly, traction resistance.

В новых условиях хозяйствования применение современных адаптивных технологий возделывания сельскохозяйственных культур выдвигает особые требования к уровню материально-технического обеспечения аграрных предприятий и, в частности, к технической оснащенности машинно-тракторного парка. Преобладающий в настоящее время подход к повышению производительности машинно-тракторных агрегатов основан на увеличении

ширины захвата и росте рабочих скоростей движения на выполнении технологических операций.

Одним из способов улучшения выходных эксплуатационных показателей энергоемких машинно-тракторных агрегатов является научное обоснование их рационального состава, выбор нагрузочных и скоростных режимов работы на основе данных, полученных в ходе проведения полевых испытаний.

В условиях эксплуатации машинно-тракторный агрегат подвергается воздействию множества внешних и внутренних факторов, многие из которых имеют случайный характер [8]. Поэтому для описания процесса функционирования и определения выходных показателей агрегата целесообразно использовать методы математического моделирования, основанные на применении теории вероятностей [5 – 7].

Цель – получение исходных данных для определения рациональных эксплуатационных параметров и режимов работы с.-х. МТА на примере почвообрабатывающего посевного комплекса “Кузбасс”, применительно к конкретным природно-производственным условиям его использования.

Достижение поставленной цели осуществлялось путем решения следующих основных задач:

1. Обосновать методику аналитического моделирования процесса функционирования машинно-тракторного агрегата и определить основные оценочные показатели, характеризующие влияние на него внешних факторов;
2. По результатам полевых испытаний МТА установить влияние рабочей скорости движения на тяговое сопротивление и его статистические характеристики на отдельном поле для расчета входных оценочных показателей предложенной теоретической модели функционирования МТА.

Методика исследования. Для комплексной оценки агротехнических, энергетических и технико-экономических показателей тяговых и тягово-транспортных машинно-тракторных агрегатов при неустановившемся характере внешних воздействий разработана вероятностная математическая модель, описывающая процесс функционирования МТА, как системы “почва – с.-х. машина – движитель – трансмиссия – двигатель” (далее “П-М-Дж-Т-Дв”) [7]. По результатам многочисленных исследований [5 – 7] установлено, что с основным оценочным показателем, характеризующим изменение внешних воздействий на систему “П-М-Дж-Т-Д”, относятся: математическое ожидание приведенного удельного тягового сопротивления агрегата $M(k_0)$, коэффициент вариации $v(k_0)$ и коэффициент пропорциональности ε_0 – характеризующий прирост тягового сопротивления агрегата с увеличением рабочей скорости движения по отношению к приведенной.

Обсуждение результатов. Для получения исходных данных для моделирования на основе тягово-энергетической оценки почвообрабатывающего посевного комплекса ПК-15.8 “Кузбасс”, проводились полевые испытания агрегата New Holland T9.505 + ПК-15.8 “Кузбасс” на полях предприятия ГПЗ “Ленинск-Кузнецкий” Ленинск-Кузнецкого района Кемеровской области.

В программу полевых испытаний входило контрольное динамометрирование МТА с определением статистических характеристик его тягового сопротивления [3].

Испытания агрегата проводились в следующих условиях [4]: технологическая операция – посев озимой ржи, агрофон – пар черный, весенняя обработка – культивация АПК-9.2 на глубину 10 – 14 см, тип и механический состав почвы – чернозем среднегумусный оподзоленный, средняя длина гона – 1934.7 м, глубина высева семян – 7 см, глубина внесения удобрений – 7 см.

В составе посевного комплекса работал двухсекционный полунавесной бункер автономной высевающей системы (АВС) А-100 общим объемом 6.5 м³. При испытаниях бункер был загружен технологическим материалом общей массой 4000 кг.

Динамометрирование с.-х. машины осуществлялось при движении агрегата в пределах диапазона агротехнически допустимых рабочих скоростей (8 – 13 км/ч) [9]. Реализация опытов осуществлялась в виде отдельных блочных планов, где в качестве варьируемого фактора рассматривалась рабочая скорость движения агрегата [1].

Обработка опытных данных позволила получить высокосignificant уравнение связи среднего тягового усилия на крюке трактора (тягового сопротивления агрегата) (P , кН) с рабочей скоростью движения (V_p , м/с) (рис. 1).

$$P = 25.74 + 7.27V_p^2, R = 0.87; \quad (1)$$

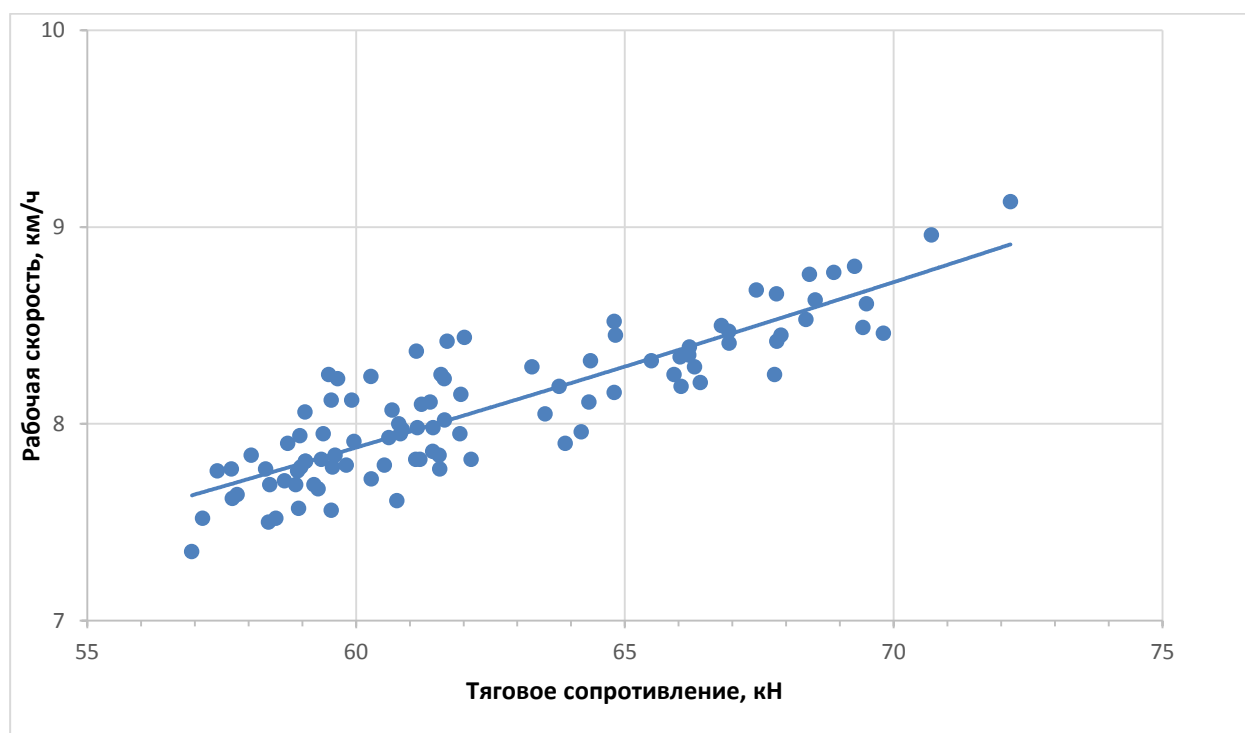


Рисунок 1 – Зависимость средней рабочей скорости движения от тягового сопротивления агрегата New Holland T9.505+ПК-15.8 “Кузбасс”

После преобразования уравнения для среднего удельного тягового сопротивления агрегата (k , кН/м) имеем следующую зависимость (рис. 2).

$$k = 1.63 + 0.46V_p^2. \quad (2)$$

На основании анализа уравнений регрессии получена средняя величина коэффициента пропорциональности ε_0 . Для приведенной скорости движения ($V_0 = 1.39$ м/с = 5 км/ч) она составила 0.036 с²/м². Величина среднего удельного приведенного тягового сопротивления агрегата k_0 при этом равна 2.52 кН/м.

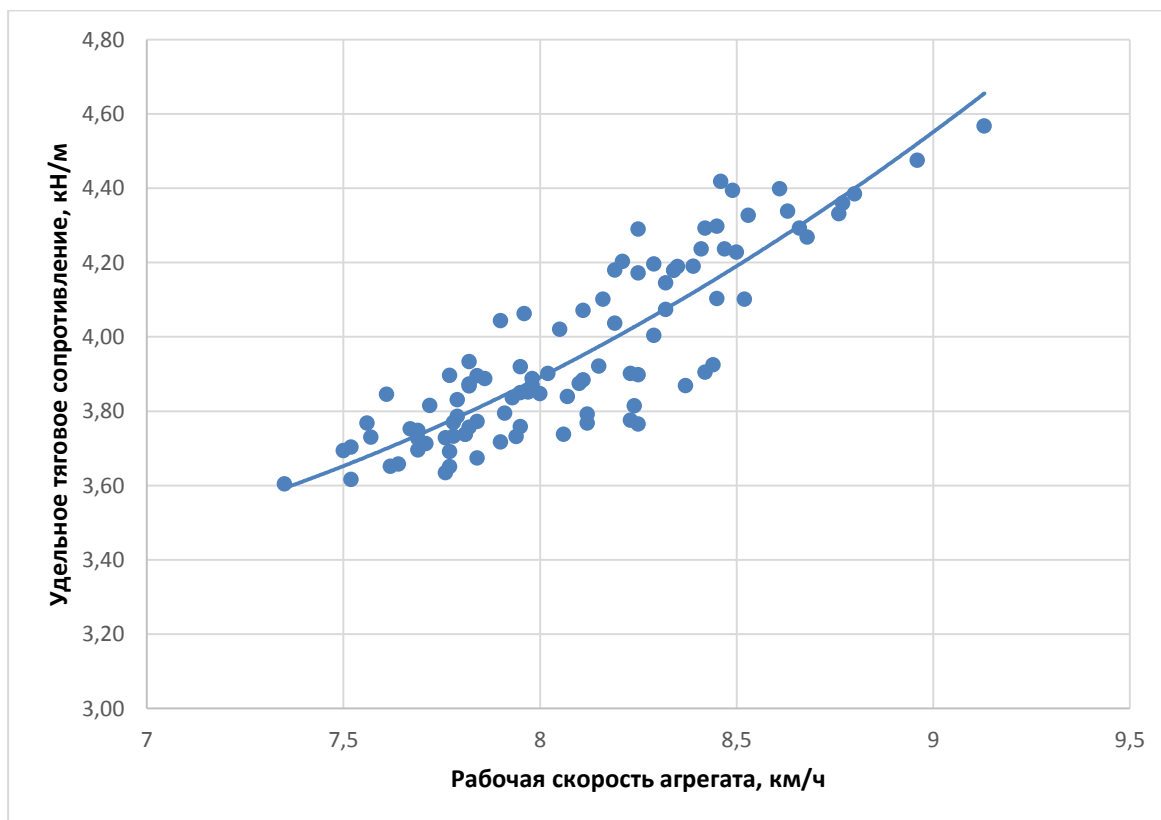


Рисунок 2 – Зависимость удельного тягового сопротивления агрегата New Holland T9.505 + ПК-15.8 “Кузбасс” от средней рабочей скорости движения

Описательная статистика (к рабочей скорости движения 1.39 м/с) энергетических показателей работы агрегата New Holland T9.505+ПК-15.8 “Кузбасс” приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Описательная статистика приведенных (к $V_0 = 1.39$ м/с) энергетических показателей работы агрегата New Holland T9.505 + ПК-15.8 “Кузбасс”

Размер выборки N	$M(P_0)$, кН	$\sigma(P_0)$, кН	$\nu(P_0)$, %	k_0 , кН/м	ε_0 , с ² /м ²
97	39.79	3.23	5.17	2.52	0.036

По результатам динамометрирования посевного комплекса при выполнении холостых проходов установлена характеристика агрофона – через коэффициент сопротивления перекачиванию агрегата f (табл. 3).

Описательная статистика энергетических показателей работы посевного комплекса ПК-15.8 “Кузбасс” при выполнении холостых проходов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Описательная статистика энергетических показателей работы посевного комплекса ПК-15.8 “Кузбасс” при выполнении холостых проходов

Тип агрофона	Размер выборки N	$M(P_{\text{хп}})$, кН	$\sigma(P_{\text{хп}})$, кН	$\nu(P_{\text{хп}})$, %	f
Пар черный	8	22.63	0.95	4.21	0.118

Поскольку по результатам исследований [5 – 7] не установлено наличия зависимости между холостым тяговым сопротивлением с.-х. машины и скоростью движения агрегата, приведенные значения энергетических показателей, в данном случае, не определялись.

Определение средних энергетических показателей ПК-15.8 “Кузбасс” при выполнении холостых проходов (табл. 2) позволило оценить энергетические показатели почвообрабатывающего посевного орудия ПК-15.8 “Кузбасс” и установить между его тяговым сопротивлением ($P_{\text{по}}$, кН), удельным тяговым сопротивлением ($k_{\text{по}}$, кН/м) и рабочей скоростью движения агрегата (V_p , м/с) высокосвязные функциональные связи следующего вида

$$P_{\text{по}} = 17.46 + 7.27V_p^2, R = 0.87; \quad (3)$$

$$k_{\text{по}} = 1.11 + 0.46V_p^2. \quad (4)$$

На основании анализа уравнений регрессии получены средние значения приведенных ($k V_0 = 1.39$ м/с) энергетических показателей почвообрабатывающего посевного орудия ПК-15.8 “Кузбасс” - коэффициента пропорциональности $\varepsilon_{0(\text{по})}$ и удельного тягового сопротивления $k_{0(\text{по})}$.

Описательная статистика энергетических показателей почвообрабатывающего посевного орудия ПК-15.8 “Кузбасс” приведена в таблице 3.

Таблица 3 – Описательная статистика приведенных ($k V_0 = 1.39$ м/с) энергетических показателей почвообрабатывающего посевного орудия ПК-15.8 “Кузбасс”

Размер выборки N	$M(P_{0(\text{по})})$, кН	$\sigma(P_{0(\text{по})})$, кН	$\nu(P_{0(\text{по})})$, %	$k_{0(\text{по})}$, кН/м	$\varepsilon_{0(\text{по})}$, с ² /м ²
97	31.51	3.2	5.96	2.00	0.04

Выводы. 1. Для комплексной оценки эксплуатационных показателей с.-х. машинно-тракторных агрегатов при неустановившемся характере внешних воздействий наиболее целесообразно использование вероятностной математической модели, описывающей процесс функционирования МТА, как системы “почва – с.-х. машина – движитель – трансмиссия – двигатель” (далее

“П-М-Дж-Т-Дв”), в которой в качестве входных показателей используются: математическое ожидание приведенного удельного тягового сопротивления агрегата, коэффициент вариации и коэффициент пропорциональности – “тяга – скорость”.

2. По результатам динамометрирования посевного комплекса ПК-15.8 “Кузбасс”, при рабочем движении и выполнении холостых проходов было установлено, что среднее приведенное ($V_0 = 1.39$ м/с) тяговое сопротивление почвообрабатывающего посевного орудия составляет 31.51 кН, приведенное удельное тяговое сопротивление – 2.00 кН/м, а коэффициент пропорциональности “тяга – скорость” – $0.04 \text{ с}^2/\text{м}^2$. При этом стандартное отклонение тягового усилия на крюке трактора составило 3.2 кН, а коэффициент вариации – 5.96 %.

3. Полученные результаты будут использованы в качестве входной информации в разработанной математической модели комбинированного агрегата как системы “П-М-Дж-Т-Дв” [7] и позволят решать задачи по оптимизации параметров и режимов работы МТА.

Список литературы

1. Беляев В.И. Результаты тяговых испытаний посевных комплексов “Кузбасс” в Алтайском крае / В.И. Беляев, Н.Н. Бережнов, Д.В. Тюрин // Вестник Алтайского ГАУ. – 2005. – № 4 (20). – С. 44 – 47.
2. Бережнов Н.Н. Обоснование рациональной компоновки и режимов работы энергонасыщенных почвообрабатывающих посевных комплексов / Н.Н. Бережнов: Автореф. дис. на соиск. уч. степени к.т.н. – Барнаул, 2007. – 22 с.
3. ГОСТ Р 52777-2007. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки - Введен впервые. – Введ. 01.07.08. – М.: Стандартинформ, 2008. – 11 с.
4. ГОСТ 20915-75 [СТ СЭВ 5630-86]. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний – Введен впервые. – Введ. 01.01.77. – М.: Изд-во стандартов, 1975. – 34 с. (изменение №1 от 01.01.88) (снято ограничение срока действия ИУС № 10 1991 г.).
5. Красовских В.С. Результаты исследования почвообрабатывающего посевного тягово-транспортного агрегата / В. С. Красовских, Н. Н. Бережнов // Вестник Алтайского ГАУ. – 2007. – № 4 (30). – С. 57 – 62.
6. Красовских В.С. Повышение эффективности использования комбинированных посевных агрегатов за счёт оптимизации их компоновочных решений / В.С. Красовских, Н.Н. Бережнов, Ю.В. Рыкова // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. – № 3(101). – С. 99 – 102.
7. Красовских В.С. Повышение эффективности функционирования тяговых агрегатов за счёт оптимизации параметров и эксплуатационных режимов работы в степных и лесостепных районах Западной Сибири / В.С. Красовских: Автореф. дис. на соиск. уч. степени д.т.н. – С-Пб, 1991. – 37 с.
8. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.
9. Посевной комплекс ПК-6,1; 8,5; ПК-9,7; ПК-12,2 “Кузбасс”. Инструкция по сборке и эксплуатации. Каталог деталей и сборочных единиц. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2009. – 127 с.

References

1. Belyaev V.I. et all. *Rezultaty tzhagovyh ispytaniy posevnykh kompleksov "Kuzbass" v Altajskom krae* [The results of traction tests sowing complexes "Kuzbass" in the Altai region].

Vestnik of ASAU, 2005, no. 4(20), pp. 44 - 47.

2. Berezhnov N.N. *Obosnovanie racional'noj komponovki i rezhimov raboty jenergonasyshennykh pochvoobrabatyvajushhih posevnykh kompleksov* [Substantiation of rational layout and operation modes of the energy-tillage crop systems]. Cand. Dis. Thesis, Barnaul, 2007, 22 p.

3. GOST R 52777-2007. *Tehnika sel'skhozajstvennaja. Metody jenergeticheskoy ocenki - Vveden v pervyye. – Vved. 01.07.08* [GOST R 52777-2007. Agricultural machinery. Methods of energy evaluation. Introduced for the first time]. Moscow, 2008, 11 p.

4. GOST 20915-75 [ST SJeV 5630-86]. *Sel'skhozajstvennaja tehnika. Metody opredelenija uslovij ispytaniy – Vveden v pervyye. – Vved. 01.01.77.* [GOST 20915-75 [ST SEV 5630-86]. Agricultural machinery and equipment. Methods for determination of test conditions]. Moscow, 1975, 34 p.

5. Krasousky V.S., Berezhnov N.N. *Rezultaty issledovaniya pochvoobrabatyvajushhego posevnogo tjaovo-transportnogo agregata* [The results of the study tillage sowing traction-transport units]. Vestnik of ASAU, 2007, no. № 4 (30), pp. 57 – 62.

6. Krasouski V.S. et al. *Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovaniya kombinirovannykh posevnykh agregatov za schjot optimizacii ih komponovочnykh reshenij* [Increase of efficiency of use of combined sowing units by optimizing their layout solutions]. Vestnik of ASAU, 2013, no. 3(101). – pp. 99 – 102.

7. Krasouski V.S. *Povyshenie jeffektivnosti funkcionirovaniya tjaovykh agregatov za schjot optimizacii parametrov i jekspluacionnykh rezhimov raboty v stepnykh i lesostepnykh rajonah Zapadnoj Sibiri* [Efficiency of the traction units by optimization of parameters and operating modes in the steppe and forest-steppe areas of Western Siberia]. Cand. Dis. Doc., Sainkt - Petersburg, 1991, 37 p.

8. Lurie A.B. *Statisticheskaja dinamika sel'skhozajstvennykh agregatov* [Statistical dynamics of agricultural machines]. Moscow, 1981, 382 p.

9. *Posevnoj kompleks PK-6,1; 8,5; PK-9,7; PK-12,2 “Kuzbass”. Instrukcija po sborke i jekspluacii. Katalog detalej i sborochnykh edinic* [Seeding complex PC-6,1; 8,5; PC-9,7; PC-12,2 "Kuzbass". The instructions for assembly and operation. Catalogue of parts and Assembly units]. Kemerovo, 2009, 127 p.

Сведения об авторах:

Бережнов Николай Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения агропромышленного комплекса. Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт (650056, Россия, Кемеровская область, Кемерово, ул. Марковцева, 5, тел. 89043719014, e-mail: n.berezhnov@mail.ru).

Сырбаков Андрей Павлович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и тракторов. Новосибирский государственный аграрный университет (630008, Россия, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, тел. 89039335581, e-mail: kma77@list.ru).

Information about authors:

Berezhnov Nikolay N. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Technical Support of Agro-industrial Complex. Kemerovo State Agricultural Institute (5, Markovceva Str., Kemerovo, Kemerovo region, Russia, 650056, tel. 89043719014, n.berezhnov@mail.ru).

Sirbakov Andrey P. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Cars and Tractors. Novosibirsk State Agrarian University (160, Dobrolyubov Str., Novosibirsk, Novosibirsk region, Russia, 630008, tel. 89039335581, e-mail: kma77@list.ru).

РАСТИТЕЛЬНОЕ СЫРЬЕ КАК ТОПЛИВО ДЛЯ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

¹Т.В. Бодякина, ²Т.П. Гергенова, ¹П.А. Болоев, ¹О.Н. Хороших

¹Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

²Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск, Россия

В статье рассмотрено использование растительного сырья в качестве альтернативных видов топлива для автотракторных двигателей, которое зависит от их состава и типа двигателей. Применение биодизеля, биоэтанола с примесями может быть экономически выгодным. Проведена сравнительная оценка экологических показателей смесевых топлив по отношению к бензину и дизельному топливу. Приведены разные методы получения этанола из растительного сырья. Рассмотрены преимущества биодизельного топлива. Снижение стоимости на бензин за счет применения в качестве добавки биоэтанола, сокращение выбросов в атмосферу.

Ключевые слова: биодизельное топливо, растительные масла, метанол, этанол, токсичность, экология.

PLANT RAW MATERIAL AS FUEL FOR AUTOMOTIVE ENGINES

¹Bodyakina T.V., ²Gergenova T.P., ¹Boloev P.A., ¹Khoroshikh O.N.

¹Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

²Pacific State University, Khabarovsk, Russia

The article considers the use of plant raw materials as alternative fuels for automotive engines that depend on their composition and type of engine. The use of biodiesel, bioethanol impurities may be cost-effective. Comparative evaluation of the environmental performance of fuel blends compared to gasoline and diesel fuel. Given the different methods of producing ethanol from plant material. The advantages of biodiesel. Reducing the cost of gasoline due to the use as an additive ethanol, reducing emissions into the atmosphere.

Keywords: biodiesel, vegetable oil, methanol, ethanol, toxicity, ecology.

В настоящее время основными источниками энергии являются: нефть, природный газ и уголь. Цены на такие источники периодически повышаются. А также при их сжигании в атмосферу выбрасывается большое количество опасных соединений. Поэтому большое внимание привлекают альтернативные виды топлив, для получения которых ресурсы не иссякают [1].

Существенное влияние на качество биодизельного топлива оказывает его состав. Для изучения зависимости качества биодизельного топлива от его состава необходимы серьезные и дорогостоящие исследования.

Экологи, начиная с прошлого века, обеспокоенные возможностью наступления экологического кризиса на Земле, занялись поиском альтернативных источников энергии, т.е. таких веществ, которые при сгорании выделяли бы в атмосферу меньше вредных соединений. Результатом этих поисков стало установление двух путей применения растительных масел для дизельных двигателей: один предполагал получение биодизельного

топлива путем этерификации (эфиризации) масел до кондиций минерального дизельного топлива, а второй – использование растительных масел взамен обычного дизельного топлива [1].

Факторы, оказывающие влияние на интенсивность проведения исследований – это цены на энергоносители на основе нефти.

Возрастающая рентабельность растительных масел для получения топлива двигателей внутреннего сгорания поможет сельхозпроизводителям снизить расходы на приобретение бензина и дизельного топлива, так как посевные площади позволяют дополнительно засеять рапсом, подсолнечником и другими масличными культурами.

В западной Европе наибольший интерес к этанолу, как компоненту бензинов и дизельных топлив, уделяется в Швеции и Финляндии. Около половины лесотракторного парка там работает на древесно-спиртовом или смешанном (спирто-дизельном) топливе [2].

Используемые для исследований биотоплива у нас в России имеют различные примеси и, как следствие, имеют различия в результатах испытаний. В настоящее время нет отечественных стандартов на биотоплива и нет единой концепции перехода на производство и использование определенного вида альтернативного топлива [3].

Культивируемые сорта рапса и других культур могут иметь урожайность до 30 % и выход масла до 45 %. Масла могут быть подготовлены путем этерификации (эфиризации) до кондиций дизельного топлива или в частом виде как добавка к дизельному топливу до 80 % по объёму. Полученное таким образом биодизельное топливо в процессе сгорания в двигателях выделяет в атмосферу меньше вредных соединений, т. е. более экологично. Количество сажи (твёрдых частиц) уменьшается на 50 % по сравнению с дизельным топливом, так как наличие кислорода в биодизеле (до 10 %) способствует более полному сгоранию.

Из литературных источников известно, что оптимальное соотношение составляет 35 % метилового эфира и 65 % дизельного топлива. Для дизеля Д-240 рекомендуется 75 % рапсового масла и 25 % дизельного топлива [1, 2].

Экономии бензина для автомобилей можно обеспечить путем добавления биоэтанола – этилового спирта, который можно получать из растительного сырья.

Добавка этанола в бензин удешевляет его, а выхлопные газы становятся практически безвредными. В настоящее время соотношение бензина и этанола: 90 и 10 % или 85 и 15 %. Для существенного снижения стоимости бензина это соотношение необходимо довести до 80 и 20 % с серьёзным экологическим эффектом. Этанол можно получать из картофеля, ржи, ячменя, рапса и т. д. ферментативным методом, гидролизный – из древесного сырья, синтетический – методом прямой или сернокислотной гидратации этилена.

Результаты исследования. Массовое использование бензина, содержащего этанол, накоплен в Бразилии, США и Канаде. Бензины *E 10* (10 % этанола), *E 85* (85 % этанола), *E 95* (95 % этанола) и чистый этанол

Е 100 продаются на автозаправочных станциях. Из года в год во многих странах мира растут производство этанола, вырабатываемого из растительного сырья.

Растительные масла обладают высокой молекулярной массой (порядка 900) [1], определяющей их низкую летучесть при значительном вакууме, что позволяет использовать их как в качестве самостоятельных смазочных сред, так и в качестве дисперсионных сред при изготовлении высокоэффективных пластичных смазочных материалов для работы в обычных условиях и в условиях вакуума. Организация производства пластичных смазок на основе рапсового масла позволит значительно сократить ввоз пластичных смазок, необходимых для промышленного и сельскохозяйственного производства, транспорта.

Цель – определение моторных свойств растительного сырья в качестве топлива для автотракторных двигателей.

Материалы и методики. Исследование свойств растительного сырья и его характеристик позволяет рекомендовать их для использования в качестве моторного топлива после подготовки.

Обсуждение результатов. Проведенные исследования на противоизносность, противозадирность и антифрикционность свойств таких растительных масел, как касторовое, из семян рапса, кукурузы, подсолнечника и оливкового масла показали, что наиболее пригодным следует считать [1] (таблица).

Таблица – Основные показатели растительных масел

Показатель	Наименование масла			
	касторовое	Из семян рапса, ГОСТ 8988-77	Кукурузное, ГОСТ 8808-73	Подсолнечное, ГОСТ 1129-73
Плотность при 15° С, г/см ³	0.962	0.911...0.929	0.924	0.924
Температура застывания, °С	-18...-10	-10...-4	-15...-10	-19...-16
Температура деструкции, °С	240...250			
Молекулярная масса	850...940			
Йодное число	84...88	94...106	-	127...136
Дистилляционное число	33.5	36.5	-	25

Показателями оценки противоизносных свойств масел служили величины диаметров пятен изнашивания, измеренные после окончания испытаний.

К преимуществам биодизельного топлива относятся экологичность, т.е. он сгорает практически без токсичных отходов, и количество сажи уменьшается наполовину по сравнению с дизельным топливом, и дает меньшее количество выбросов углекислого газа в атмосферу. Низкая

сернистость и хорошие смазочные и противоизносные характеристики увеличивают срок службы двигателя и топливного насоса до 60 %.

К недостаткам можно отнести его агрессивность к резиновым деталям, снижение мощности на 10 % по сравнению с работой дизеля на дизельном топливе.

По данным работы [4] некоторое снижение максимальной эффективной мощности дизеля наблюдается только с содержанием в смесевом топливе более 80 % биологической составляющей, а значение максимального крутящего момента увеличивается со смещением максимума в зону более низкой частоты вращения коленчатого вала. Кроме того, наблюдается увеличение максимального эффективного КПД, наибольший рост которого составляет 3 % при наличии в топливной смеси 60 % биотоплива.

Минимальные значения выбросов оксидов углерода (CO , CO_2) отвечают топливной смеси с содержанием 20 % биологической составляющей, количество несгоревших углеводородов, которые несут в себе канцерогенные вещества, уменьшается примерно в 1.9 – 3.4 раза, а NO_x – почти на 50 %. Это можно объяснить низкой скоростью сгорания биотоплива – воздушной смеси, оптимизацией угла опережения подачи топлива. Дымность отработавших газов снижается по мере увеличения биосоставляющей в топливной смеси.

Выводы. 1. Моторные свойства растительного сырья как топливо для автотракторных двигателей имеют перспективу как экологически чистого топлива. Полная оценка эксплуатационных свойств этого топлива возможна в ходе дальнейших стендовых и производственных испытаниях.

Список литературы

1. Дука Г.Г. Растительное сырье для получения ГСМ и энергетическая безопасность Республики Молдова / Г.Г. Дука // Проблемы региональной энергетики. – 2007. – № 1. – С. 9 – 20 URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/rastitelnoe-syrie-dlya-polucheniya-gsm-i-energeticheskaya-bezopasnost-respubliki-moldova>
2. Левтеров А.М. Экспериментальное исследование моторных качеств смесового биодизельного топлива / А.М. Левтеров, В.Д. Савицкий, Л.И. Левтерова // Автомобильный транспорт. – 2011. – Вып. 28. – С. 81 – 84
3. Плотников С.А. Расчетно-теоретические исследования работы дизеля на альтернативных топливах / С.А. Плотников – Киров: Типография "Авангард", 2009. – 174 с.: ил.
4. Целесообразность использования альтернативного топлива / Л.Б. Ларионов [и др.] // Изв. МГТУ (МАМИ). – 2015. – Т.1. – № 3 (25). – С. 40 – 41.

References

1. Duka G.G. *Rastitelnoe syre dlya polucheniya GSM i energeticheskaya bezopasnost Respubliki Moldova* [Vegetable raw materials for fuel and energy security of the Republic of Moldova]. Moldova, 2007, no. 1, pp. 9 – 20.
2. Levterov A.M. *Ekspperimentalnoe issledovanie motornykh kachestv smesevogo biodizelnogo topliva* [Experimental study of the motor qualities of mixed biodiesel fuel]. *Avtomobil'nyj transport*, 2011, no. 28, pp. 81 – 84.
3. Plotnikov S.A. *Raschetno-teoreticheskie issledovaniya raboty dizelya na alternativnykh toplivah* [Theoretical and theoretical studies of the operation of diesel on alternative fuels]. Kirov, 2009, 174 p.

4. Larionov L.B. *Celesoobraznost ispolzovaniya alternativnogo topliva* [Feasibility of using alternative fuels]. Moscow, 2015, vol 1, no. 3 (25), pp. 40 – 41.

Сведения об авторах:

Болоев Петр Антонович – доктор технических наук, профессор кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500801880, e-mail: boloev.pioter.irgsh@yandex.ru).

Бодякина Татьяна Владимировна – аспирантка кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета, Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89148781789, e-mail: Bodt-24@rambler.ru).

Гергенова Татьяна Петровна – аспирантка. Тихоокеанский государственный университет (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500801880, e-mail: gergenova@yandex.ru).

Хороших Ольга Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89148857684, e-mail: larina197708@rambler.ru).

Information about authors:

Boloev Petr A. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Technical Support of the AIC of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500801880, e-mail: boloev.pioter.irgsh@yandex.ru).

Bodyakina Tatyana V. – Ph.D student, Department of Technical Support of the Agroindustrial Complex of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89148781789, e-mail: Bodt24@rambler.ru).

Gergenova Tatiana P. – Ph.D student. Pacific State University (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500801880, e-mail: gergenova@yandex.ru).

Khoroschikh Olga N. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Technical Support of the AIC of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89148857684, e-mail: larina197708@rambler.ru).

УДК 658.014.1.011.56(05); 371.6(05)

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО УЧЕБНОГО
ПОСОБИЯ НА ОСНОВЕ ГИПЕРТЕКСТОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ
“ПРЕДМЕТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
СИСТЕМЫ”**

¹Т.С. Бузина, ¹Т.А. Алтухова, ²А.Э. Бузин

¹Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

²Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

В статье рассмотрена методика создания электронного учебного пособия на основе гипертекстовой технологии. Приведено описание методического, информационного и

программного обеспечения электронного учебного пособия по дисциплине “Предметно – ориентированные информационные системы”. Практическая значимость работы заключается в использовании учебного пособия для преподавания дисциплины магистрантам и организации условий для дистанционного образования в университете. Одним из преимуществ разработки электронного учебного пособия на языке HTML, является его доступность широкому кругу пользователей.

Ключевые слова. Информационные технологии, электронное учебное пособие, гипертекстовая технология.

THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF ELECTRONIC TUTORIALS ON THE BASIS OF HYPERTEXT TECHNOLOGY FOR OPTIMIZING THE EDUCATIONAL PROCESS IN THE DISCIPLINE “SUBJECT-ORIENTED INFORMATION SYSTEM”

¹Buzina T.S., ¹Altukhova T.A., ²Buzin A.E.

¹Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

²St. Petersburg State University, *St. Petersburg, Russia*

The article considers the method of creating electronic textbook on the basis of hypertext technology. The description of the methodical, informational and software of the electronic textbook on discipline “Subject – oriented information systems” is given. The practical significance of the work lies in the use of the textbook for teaching the subject to undergraduates and organization of conditions for distance education at the University. One of the advantages of the development of e-textbooks in the language of HTML is its accessibility to a wide range of users.

Keywords: Information technologies, electronic textbook, hypertext technology.

Применение информационных технологий в образовании позволяет повысить качество обучения и способствует более эффективному взаимодействию преподавателей и студентов вуза согласно требованиям к результатам освоения основной образовательной программы, ее структуре и условиям реализации [2].

С учетом постоянно обновляющихся стандартов обучения, преподавателям необходимо совершенствовать накопленный опыт использования информационных образовательных технологий в целях повышения качества обучения, а также искать новые формы использования компьютерных технологий в различных образовательных процессах.

Обширный класс средств, относящихся к образовательным информационным технологиям, составляют электронные учебные пособия. Их широкое применение обусловлено тем, что по сравнению с традиционными учебно-методическими средствами ЭУП обеспечивают новые возможности, а многие существующие функции реализуются с более высоким качеством [4].

Использование электронных учебных пособий в образовательном процессе позволяет создать студентам условия для самостоятельной проработки учебного материала (самообразования). С их помощью обеспечивается индивидуализация и вариативность обучения, а также более объективное оценивание знаний и умений с использованием средств автоматизированного контроля. Обучающиеся получают возможность более удобного доступа к информации (гипертекст, гипермедиа, закладки,

автоматизированные указатели, поиск по ключевым словам, полнотекстовый поиск и др.). Кроме того, преимуществом электронных учебных пособий является более оперативная разработка, обновление и распространение.

Электронный учебник является программно-информационной системой педагогического назначения и должен удовлетворять особенностям каждой формы учебной деятельности учащихся для широкого спектра практических задач, т.е. быть универсальным[1].

Несмотря на то, что на современном рынке программных продуктов, потребителю предлагается большое число различных электронных обучающих средств, существует множество проблем с их практическим использованием в образовательном процессе. К ним относятся содержательная локальность электронных учебных пособий, низкое качество обучающих систем, отсутствие готовности их разработчиков оперативно реагировать на изменения образовательных потребностей [5].

Поэтому в условиях постоянно изменяющейся структуры и содержания обучения в вузе, многие преподаватели самостоятельно разрабатывают электронные учебные пособия для своих дисциплин. При этом они сталкиваются с проблемой отсутствия методологии разработки электронных пособий для образования и могут ориентироваться лишь на личный опыт и умение эмпирически искать пути эффективного применения информационных технологий.

Рассмотрим технологию проектирования электронного учебного пособия на следующем примере.

Наиболее прогрессивная методика представления учебного материала базируется на основе гипертекстовых технологий, поэтому для разработки электронного учебного пособия был выбран язык гипертекстовой разметки HTML. Для создания страниц на данном языке существует большое количество программ и редакторов, а самое главное, код, написанный на этом языке, без труда открывается стандартным, установленным на большинстве современных компьютеров, браузером. Страница, написанная на данном языке, привычна и знакома любому пользователю, простота навигации, достаточное для электронного пособия количество тэгов, делает язык еще более привлекательным для использования.

Для создания электронного учебника на основе гипертекстовых технологий необходимо, чтобы информация по выбранному предмету или курсу была хорошо структурирована и представляла собой законченные фрагменты курса с ограниченным числом новых понятий. Структурным элементам учебного курса должны соответствовать ключевые темы с гипертекстом, иллюстрациями, аудио и видео комментариями.

Электронные учебные пособия, созданные на языке гипертекстовой разметки HTML, отличаются высоким уровнем наглядности представления учебного материала, так как эта технология позволяет свободно соединять разнородную информацию, т.е. создавать гипермедиальные фрагменты учебника [3].

Электронное учебное пособие “Предметно – ориентированные информационные системы” входит в состав учебно-методического комплекса дисциплины “Предметно-ориентированные информационные системы”, которая относится к вариативной части дисциплин учебного плана по направлению подготовки 09.04.03 “Прикладная информатика”. Знания, полученные студентами в этой дисциплине, будут использоваться при подготовке магистерской диссертации.

Главной целью освоения дисциплины является формирование у обучающихся профессиональных компетенций, знаний, умений и навыков в области исследования и разработки эффективных методов реализации информационных процессов и построения информационных систем в прикладных областях на основе использования современных информационно - коммуникационных технологий.

Наш учебник ориентирован на самостоятельную актуализацию знаний и самостоятельное изучение темы. Его ценность, конечно же, прежде всего в тематическом содержании, которое в дальнейшем послужит обучающимся базовыми знаниями.

На рисунке 1 представлена структура электронного учебника:

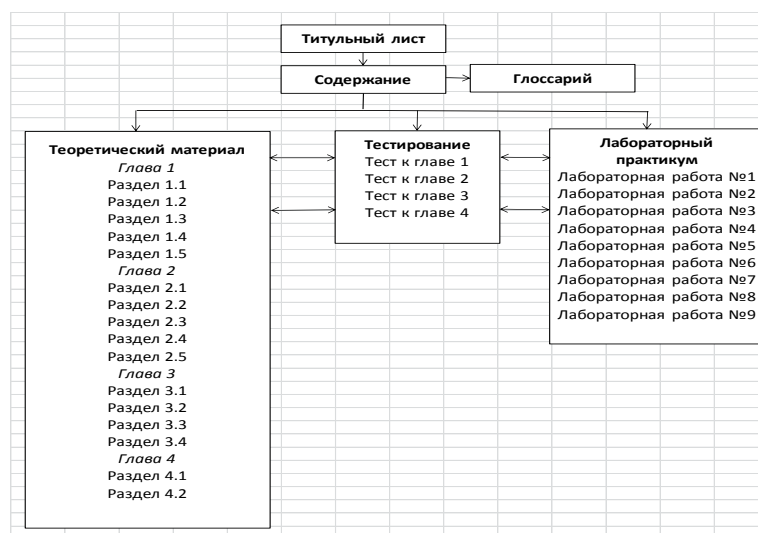


Рисунок 1 – Структура электронного учебника

Учебник состоит из главной страницы; оглавления (содержания); полного изложения учебного материала; лабораторных работ; глоссария.

Самой первой страницей учебника является титульный лист, который содержит название учебника. Для наглядности его можно оформить с помощью графических вставок, фонов и анимации (рис. 2).

Одной из главных страниц является содержание, так как в нем написано оглавление учебника, где каждый пункт является гиперссылкой, чтобы переходить на ту или иную страницу (рис. 3).

Содержание обеспечивает доступ к органам управления, позволяющим переходить к любым частям учебника и заканчивать работу с учебником.

В главах электронного учебника темы содержатся в методически обусловленной последовательности. Содержание обеспечивает прямое обращение к темам по их названиям.

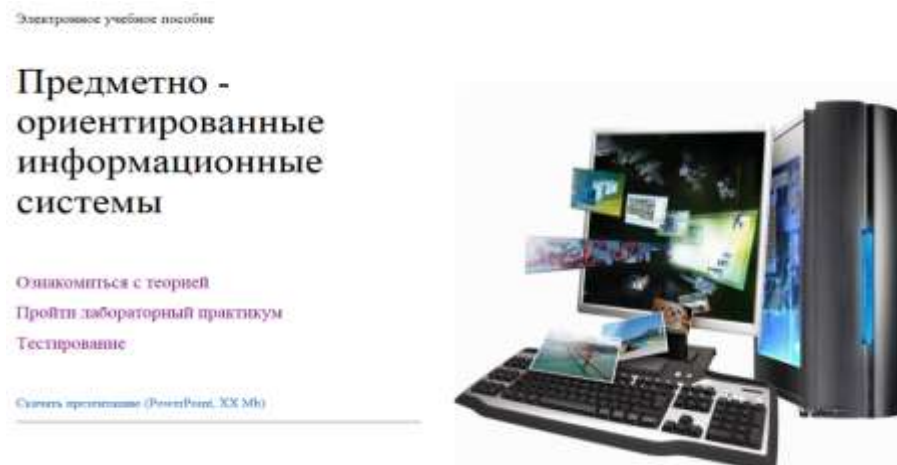


Рисунок 2 – Титульный лист электронного учебника

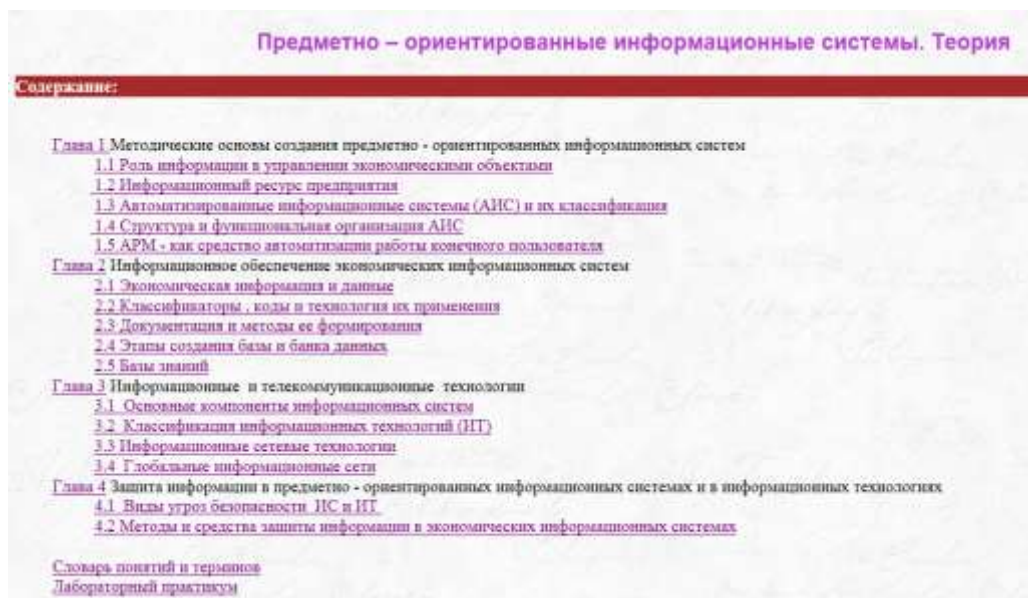


Рисунок 3 – Содержание электронного учебника

Далее следуют страницы, которые предназначены для изучения студентами. Каждая страница это отдельный подпункт. Приведем пример из нашего учебника (рис. 4):

Одним из важных средств самоконтроля знаний в электронном учебнике является лабораторный практикум. Оглавление работ по модулям доступно по кнопке лабораторные работы в главном меню (рис. 5). Данная система снабжена своей собственной инструкцией.

В данном электронном учебнике мы использовали систему самоконтроля с помощью электронных тестов. Удобство электронных тестов заключается в их размещении после каждого раздела теоретического материала, что

способствует моментальному определению уровня и качества полученных знаний.



Рисунок 4 – Страница электронного учебника

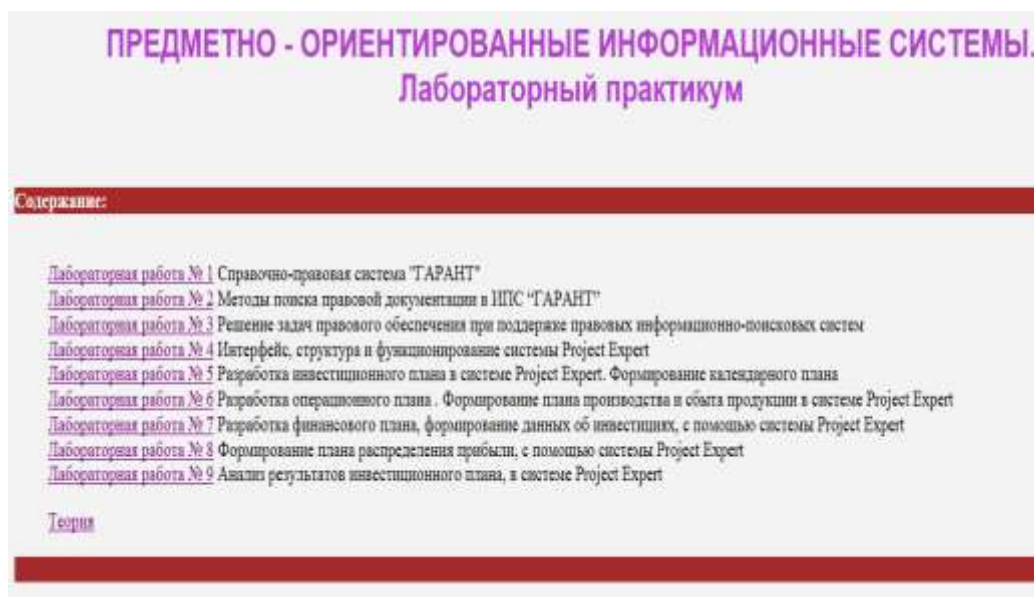


Рисунок 5 – Лабораторный практикум

В конце учебника содержится глоссарий или словарь терминов и определений, который желательно оформить на отдельной странице (или серии страниц). При этом необходимо обеспечить пользователю возврат из словаря терминов именно на тот же участок текста, с которого он обратился. Обращение к словарю терминов необходимо оформить по кнопке, которая должна быть размещена на каждой странице учебного материала.

В электронном учебном пособии «Предметно – ориентированные информационные системы» используются гиперссылки и фреймовая

структура, что позволяет, не листая страниц (в отличие от печатного издания), быстро перейти к нужному разделу или фрагменту и при необходимости так же быстро возвратиться обратно. При этом не требуется запоминать страницы, на которых были расположены соответствующие разделы. Для открытия любой из страниц учебника можно использовать ссылки из меню содержания. Каждый раздел главы организован как отдельная веб-страница и предполагает чтение большого количества материала.

На следующем рисунке заметно выделение в тексте другим цветом некоторых понятий и определений, а так же общая компоновка текста на странице. Для последовательного чтения всей книги предусмотрен вариант последовательного перехода по разделам книги. На каждой странице присутствуют ссылки, продвигаясь по которым можно пролистать весь учебник. Пример такой навигации представлен на рисунке 6.



Рисунок 6 – Последовательная навигация по страницам учебника

Одним из преимуществ разработки электронного учебного пособия на языке HTML, является его доступность широкому кругу пользователей. Разработанное преподавателем электронное учебное пособие послужит вспомогательным программным обеспечением на его занятиях, поможет поднять уровень образования, организовать условия для дистанционного образования и тем самым повысить рейтинг образовательного учреждения.

Список литературы

1. Баранова Ю.Ю. Методика использования электронных учебников в образовательном процессе / Ю.Ю. Баранова // Информатика и образование. – 2000. – № 8. – С. 43 – 47.
2. Бузина Т.С. Об особенностях оценки качества образования в вузе согласно новому Закону об образовании в Российской Федерации / Т.С. Бузина, А.И. Мартыненко // Образовательные технологии и качество обучения // Матер. науч.-метод.конф. с международ. участием, посвящ. 80-летию образования ИрГСХА (Иркутск, 28 – 29 мая 2014 г.) // Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2014. – С. 57 – 65
3. Зотов А.А. Создание интегрированных программных продуктов на базе гипертекстовых технологий / А.А. Зотов // Информатика и образование. – 2004. – № 5. – С. 7 – 11.

4. *Полат Е.С.* Дистанционное обучение / *Е.С. Полат* - М.: Владос, 1998. – 192 с.
5. *Романченко Т.Н.* Проектирование обучающего воздействия в электронных учебных пособиях по информатике // Актуальные проблемы информатики и информационных технологий // Матер. II Всеросс. науч.-практ. конф. / *Т.Н. Романченко* – Тамбов: ТГУ им. Г.Р. Державина, 2003. – 167 с.

References

1. Baranova Ju.Ju. *Metodika ispol'zovaniya jelektronnyh uchebnikov v obrazovatel'nom processe* [Method of using electronic textbooks in the educational process.] *Informatika i obrazovanie*, 2000, no. 8, pp. 43 – 47.
2. Buzina T.S., Martynenko A.I. *Ob osobennostjakh ocenki kachestva obrazovanija v vuze soglasno novomu Zakonu ob obrazovanii v Rossijskoj Federacii* [On the peculiarities of assessing the quality of education in a university in accordance with the new Law on Education in the Russian Federation]. Irkutsk, 2014, pp. 57 – 65.
3. Zotov A.A. *Sozdanie integrirovannyh programmyh produktov na baze gipertekstovyh tehnologij* [Creation of integrated software products on the basis of hypertext technologies] *Informatika i obrazovanie*, 2004, no. 5, pp. 7 – 11.
4. Polat E.S. *Distancionnoe obuchenie* [Distance learning]. Moscow, 1998, 192 p.
5. Romanchenko T.N. *Proektirovanie obuchajushhego vozdejstviya v jelektronnyh uchebnyh posobijah po informatike* [Designing Learning Impacts in Electronic Teaching Materials on Computer Science]. Tambov, 2003, 167 p.

Сведения об авторах:

Алтухова Татьяна Анатольевна – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89021737301, e-mail: buzinats@mail.ru).

Бужин Андрей Эдуардович – студент факультета прикладной математики и процессов управления. Санкт-Петербургский государственный университет (199034, Россия, г. Санкт-Петербург, Университетская набережная, д.7-9, тел. 79995262087, e-mail: buzinats@mail.ru).

Бузина Татьяна Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89021737301, e-mail: buzinats@mail.ru).

Information about authors:

Altukhova Tatyana A. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Operation of Machine and Tractor Fleet, Life Safety and Vocational Training of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89021737301, e-mail: buzinats@mail.ru).

Buzin Andrew Ed. – student of Applied Mathematics and Control Processes of Faculty. St. Petersburg State University (7-9, Universitetskaya embankment, St. Petersburg, Russia, 199034, tel. 79995262087, e-mail: buzinats@mail.ru).

Buzina Tatiana S. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Informatics and Mathematical Modeling, Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89021737301, e-mail: buzinats@mail.ru).

УДК 537.9, 536.425

ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНЫХ СРЕД НА ПРИМЕРЕ ЗЕРНОВЫХ

М.Ю. Бузунова

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Исследованы электрофизические свойства высокодисперсной механоактивированной пшеницы при ее термической обработке и варьировании дисперсности частиц с целью выявления диэлектрических, электрических, температурных и других характеристик. Изучение образцов мелкодисперсионной пшеницы позволило обнаружить эффект зависимости диэлектрической проницаемости от гранулометрического состава частиц. Анализ тангенса угла диэлектрических потерь так же показывает явно выраженную зависимость от величины дисперсности образцов мелкозерновой пшеницы.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, дисперсия, механоактивация, диэлькометрия, пшеница.

ELECTROPHYSICAL PROPERTIES OF DISPERSE ENVIRONMENTS ON THE EXAMPLE OF GRAIN

Buzunova M.Yu.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

Electrical properties of mechanically activated finely dispersed wheat at its heat treatment and the variation of dispersion of the particles with the aim of identifying the dielectric, electric, temperature and other characteristics were investigated. The study of very fine samples of wheat allowed us to detect the effect of dependence of the dielectric constant on the granulometric composition of the particles. Analysis of tangent of dielectric loss also shows a pronounced dependence on the size dispersion of small samples of wheat.

Keywords: dielectric permeability, dispersion, mechanical activation, dielcometric, wheat.

Изучение электрофизических свойств дисперсных сред, модифицированных электрически активными частицами с высокоразвитой поверхностью, является одной из актуальных задач современной физики и, в том числе, нанотехнологий. Электрически активные мелкодисперсные системы относятся к одним из наиболее перспективных классов современных материалов. Особые механические и электрофизические свойства этих систем позволяют создавать качественно новые материалы, характеристики которых зависят от дисперсности и химического состава компонентов. В настоящее время сохраняется неослабевающий интерес к исследованию природы мелкодисперсных сред, с целью получения информации о структуре локальных дефектов и диэлектрических параметров, характеризующих особенности свойств исследуемых неравновесных сред. Интерес к неравновесным системам обусловлен наличием новых физических свойств, которые связаны с изменением структуры и формированием упорядоченной ориентации молекул водных пленок, непосредственно находящихся в контакте с активной твердой поверхностью мелкодисперсных частиц изучаемого образца [2].

Цель – исследование характерных свойств электрически активных мелкодисперсных конденсированных систем, обусловленных наличием в них межфазного электрического взаимодействия между зарядами на поверхности твердой фазы и полярными молекулами жидкой матрицы на основе механоактивированных зерен пшеницы.

Сложность строения дисперсных систем объясняется наличием локальных неоднородностей, полученных в результате механоактивации, влияющих на механизм переноса носителей заряда и структуру энергетического спектра. Особенностью мелкодисперсной пшеницы является большая величина удельной поверхности, полученной при измельчении, мелкие частицы которой содержат множество электрически активных центров и обладают большой гигроскопичностью.

Наиболее точным методом изучения структуры веществ, включая дисперсные среды, является диэлектрическая спектроскопия, для изучения электрофизических свойств пшеницы в работе используется метод диэлькометрии. Эксперимент по измерению диэлектрических характеристик пшеницы проводился в частотном диапазоне $25 - 10^6$ Гц с помощью цифрового измерителя иммитанса E7 – 20 (погрешность измерения емкости 0.2 пФ и электропроводности 1 пС) [2]. Данные экспериментальных исследований поступали в персональный компьютер с помощью аналого-цифрового преобразователя, полученные результаты обрабатывались с помощью общеизвестных статистических методов.

Для изучения электрофизических свойств образцы зерен пшеницы подвергались механоактивации в установке “Pulverisette 5”, с помощью которой были получены дисперсные системы с размерами частиц в интервалах от 50 мкм до 1000 мкм. Анализ и исследование свойств образцов, полученных при измельчении, изучение структурных свойств диспергированной пшеницы имеет большое значение, т.к. пшеница является одним из наиболее используемых в пищевой промышленности и сельском хозяйстве продуктов. Электрофизические характеристики границы раздела пшеница – водная полярная матрица играют значимую роль в процессах электропереноса и поляризации. При диспергировании мельчайшие частицы зерна имеют на поверхности электрические нескомпенсированные заряды, образующиеся в процессе механоактивации. Поверхность становится адсорбционно активной к полярным молекулам воды, образуя водные пленки вокруг минеральных частиц, и хорошо удерживает влагу. Общеизвестно, что в результате адсорбции молекул воды также происходит изменение проводимости и поляризации образцов измельченного зерна.

Исследование электрофизических свойств диспергированных образцов пшеницы связано с изучением взаимодействия электрически активной поверхности механоактивированных частиц мелкоразмерной пшеницы и полярных молекул воды. Диэлектрический метод исследования структуры зерновых культур и межмолекулярных взаимодействий взаимосвязан с

рассмотрением процессов поляризации веществ под действием внешнего электрического поля [3,4].

В результате эксперимента установлено, что механоактивация образцов пшеницы приводит к изменениям их диэлектрических свойств. На рисунке 1 представлены графики частотной зависимости диэлектрической проницаемости. Образцы мелкодисперсной пшеницы 50 и 100 мкм характеризуются максимальными значениями действительной составляющей диэлектрической проницаемости в частотной зависимости. Так, на частоте 25 Гц диэлектрическая проницаемость для образца 1000 мкм составляет в среднем 8.8, а для образца дисперсностью 50 мкм и менее 14.4 соответственно, что связывается со значительной электрической активностью поверхности частиц мелкодисперсного образца 4. Увеличение ϵ' на всех рассматриваемых частотах примерно равнозначно и достигает в среднем до 50 %, так на частоте 1000 Гц для вышеуказанных образцов ϵ' составляет 4.6 и 6.6 соответственно.

Анализ тангенса угла диэлектрических потерь также показывает явно выраженную зависимость от величины дисперсности образцов мелкоразмерной пшеницы. Так, на частоте 25 Гц $\text{tg}\delta$ для образца дисперсностью 1000 мкм составляет в среднем 0.3, а для образца размером частиц 50 мкм – 0.44 соответственно. Для частоты 1000 Гц данные параметры составляют 0.07 и 0.09 соответственно. Таким образом, на высоких частотах также происходит изменение диэлектрических характеристик. Более высокая электрическая активность мелкодисперсных образцов менее 100 мкм обусловлена тем, что они характеризуются большей электрической активностью и способны адсорбировать водные пленки большей толщины по сравнению с образцами более крупных частиц. Диспергированные образцы пшеницы при комнатных температурах насыщены водой, концентрация которой растет с уменьшением размеров частиц, благодаря увеличению их удельной активной поверхности. Основными источниками потерь в мелкодисперсных механоактивированных образцах пшеницы являются полости-расслоения различных размеров, характеризующихся наличием пленочной воды [4]. Адсорбированный слой воды на электрически активной поверхности частиц пшеницы представляет собой ориентированные диполи молекул воды и имеет ярко выраженную пространственную анизотропию. В случае длительного контакта с водой происходит процесс последовательного наложения молекул воды друг на друга и образования нескольких мономолекулярных слоев, состоящих из ориентированных диполей. Некоторые водные пленки могут быть достаточно толстыми, тогда вода, формирующая их внешние слои, находится почти в свободном состоянии. В пленках воды, находящихся в состоянии равновесия, положительные и отрицательные ионы не создают результирующего макроскопического электрического поля, так как распределены равномерно. Под действием внешнего электрического поля электрические заряды перераспределяются, образуя макродиполи. Поляризация макродиполей приводит к достаточно

заметному увеличению диэлектрической проницаемости в широком спектре частот. Поляризация макродиполя, по сравнению с дебаевской, является медленным процессом. Пленки воды, обволакивающие частицы исследуемой мелкодисперсной среды, способны объединиться в протяженные поверхностные кластеры. На межфазных границах адсорбированных водных слоев под действием внутреннего электрического поля исследуемой на примере механоактивированной пшеницы среды происходит межслоевая поляризация, что сопровождается появлением значительной абсорбционной емкости образцов [1, 5].

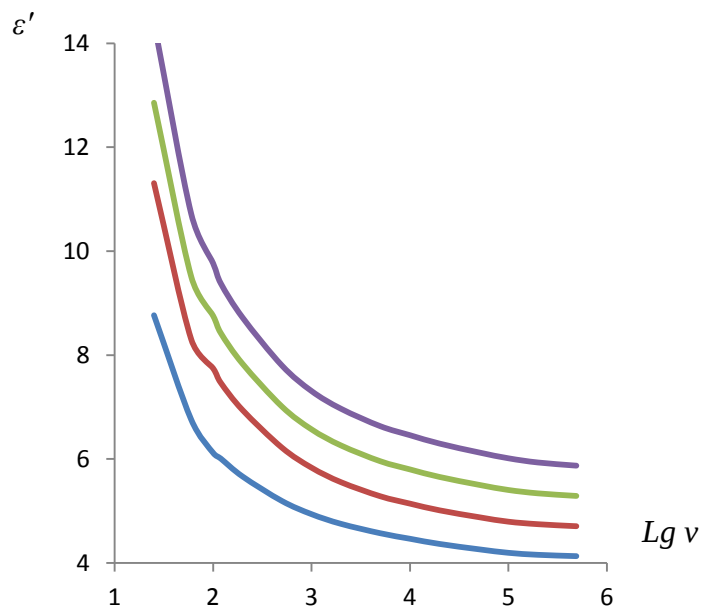


Рисунок 1 – Частотная зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' образцов механоактивированной пшеницы (комнатная температура) от величины фракций:
образец 1 – дисперсность менее 50 мкм; образец 2 – дисперсность 51 – 250 мкм;
образец 3 – дисперсность 251 – 500 мкм; образец 4 – дисперсность 501 – 1000 мкм.

Таким образом, установлено, что диэлектрическая проницаемость в области низких частот для более мелких дисперсных сред возрастает с увеличением удельной поверхности механоактивированных частиц исследуемых образцов зерновых культур. Уменьшение действительной компоненты диэлектрической проницаемости ϵ' и тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg} \delta$ при возрастании частоты внешнего электрического поля связывается с вырождением дипольно-ориентационной поляризации в исследуемых разупорядоченных системах механоактивированных мелкодисперсных зерен пшеницы [4, 5].

Таким образом, исследование электрофизических свойств образцов мелкодисперсной пшеницы позволило обнаружить эффект ярко выраженной зависимости диэлектрической проницаемости, тангенса угла диэлектрических потерь, электрической емкости и полной проводимости от гранулометрического состава.

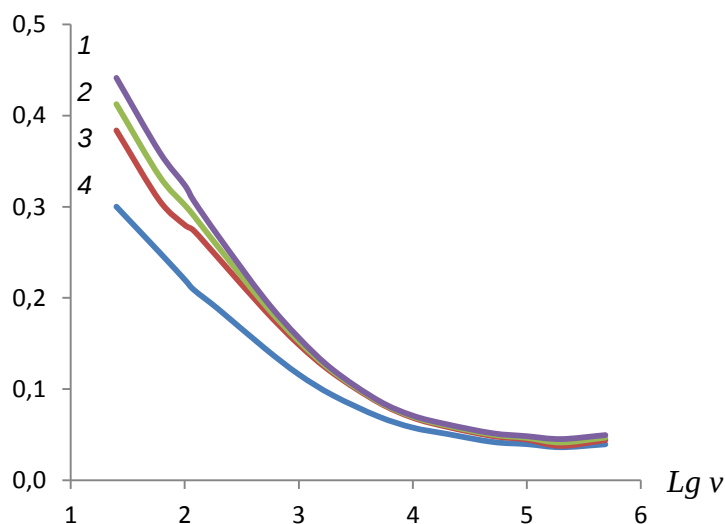


Рисунок 2 – Частотная зависимость тангенса угла диэлектрических потерь $\text{tg}\delta$ механоактивированной пшеницы: образец 1 – дисперсность менее 50 мкм; образец 2 – дисперсность 51 – 250 мкм; образец 3 – дисперсность 251 – 500 мкм; образец 4 – дисперсность 501 – 1000 мкм.

Выводы. 1. В релаксационные процессы мелкодисперсных гетерогенных систем (на примере механоактивированного зерна пшеницы), наряду со структурными элементами самой среды, вносят свой вклад водные пленки, способствующие увеличению релаксационных характеристик исследуемой мелкодисперсной системы, внося существенный вклад в значения основных электрофизических характеристик: диэлектрической проницаемости и тангенса угла диэлектрических потерь.

2. Мелкоразмерные образцы зерен пшеницы проявляют неоднородные физические свойства, зависящие от электрической активности частиц. Величина удельной поверхности частиц изучаемой мелкодисперсной системы является мерой влияния на электрофизические свойства механоактивированных исследуемых образцов, позволяя изучать их электрофизические свойства.

3. Уменьшение размера частиц исследуемых образцов механоактивированной пшеницы способствует значительному увеличению действительной части ϵ' диэлектрической проницаемости, способной увеличиться при комнатной температуре в 1,5 раза для образцов с размером частиц менее 100 мкм. Тангенс угла $\text{tg}\delta$ диэлектрических потерь возрастает при уменьшении размеров частиц изучаемых образцов.

Список литературы

1. Безрукова Я.В. Релаксационные процессы в гетерогенных мелкодисперсных системах / Я.В. Безрукова, Л.А. Щербаченко, М.Ю. Бузунова и др. // Вестник Бурятского ГУ. – 2015. – № 3. – С. 101 – 103.
2. Бузунова М.Ю. Перенос электретных зарядов в неравновесных мелкодисперсных системах под действием внутреннего поля / М.Ю. Бузунова, Ш.Б. Цыдыпов, Л.А. Щербаченко и др. // Вестник Бурятского ГУ. – 2015. – № 3. – С. 75 – 80.
3. Гороховатский Ю.А. Термоактивационная токовая спектроскопия высокоомных

полупроводников и диэлектриков / Ю.А. Гороховатский, Г.А. Бордовский – М.: Наука, 1991. – 189 с.

4. Тареев Б.М. Физика диэлектрических материалов / Б.М. Тареев – М., Энергоиздат. 1982. – 320 с.

5. Щербаченко Л.А. Анализ структурного взаимодействия электрически активных гетерогенных мелкодисперсных систем на границах раздела твердой и жидкой фаз / Л.А. Щербаченко, Н.Т. Максимова, С.Д. Марчук и др. // Физика твердого тела. – 2011. – № 7. – С. 1417 – 1422.

References

1. Bezrukova J.V. et all. *Relaksacionnye processy v geterogennyh melkodispersnyh sistemah* [Relaxation processes in heterogeneous fine-dispersed systems]. Ulan-Ude, 2015, p. 101 – 103.

2. Buzunova M.Y. et all. *Perenos jelektretnyh zarjadov v neravnovesnyh melkodispersnyh sistemah pod dejstviem vnutrennego polja* [Transfer of electret charges in nonequilibrium fine-dispersed systems under the action of an internal field]. Ulan-Ude, 2015, p. 75 – 80.

3. Gorohovatskij Ju.A., Bordovskii G.A. *Termoaktivacionnaja tokovaja spektroskopija vysokoomnyh poluprovodnikov i dijelektrikov* [Thermal-activation current spectroscopy of high-resistance semiconductors and dielectrics]. Moscow, 1991, 189 p.

4. Tareev B.M. *Fizika dijelektricheskikh materialov* [Physics of dielectric materials]. Moscow, 1982, 320 p.

5. Sherbachenko L.A. et all. *Analiz strukturnogo vzaimodejstvija jelektricheskii aktivnyh geterogennyh melkodispersnyh sistem na granicah razdela tverdoj i zhidkoj faz* [Analysis of the structural interaction of electrically active heterogeneous fine-dispersed systems at the interface between the solid and liquid phases]. Ulan-Ude, 2011, p. 1417 – 1422.

Сведения об авторе:

Бузунова Марина Юрьевна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 8(3952)237360, e-mail: bmirk@mail.ru).

Information about author:

Buzunova Marina Yu. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Ass. Prof. of Department of Electrical Equipment and Physics of Energy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 8(3952)237360, e-mail: bmirk@mail.ru).

УДК 636.08.003

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИЙ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ТЕХНОЛОГИИ АНАЭРОБНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Ф.А. Васильев, А.С. Васильева, М.П. Таханов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье описана методика расчета инвестиций для внедрения технологии анаэробной переработки навозных стоков животноводческого комплекса. Предлагаемая технология переработки навозных стоков основана на применении комбинированного биологического

метода, включающего отдельную обработку твердой и жидкой фракции, с получением органических удобрений и биогаза. Твердая фракция стоков подвергается компостированию, а жидкая фракция – анаэробному сбраживанию. Расчет произведен на примере крупного животноводческого комплекса, с учетом временной стоимости денежного потока. В результате расчета определен период, в течение которого внедрение технологической линии окупается с учетом дисконтирования.

Ключевые слова: инвестиции, анаэробная переработка, биогаз, дисконтирование.

EVALUATION OF INVESTMENTS IN TECHNOLOGY OF IMPLEMENTATION OF ANAEROBIC PROCESSING OF MANURE CHANNEL IN STOCK BREEDING COMPLEX

Vasiliev F.A., Vasilieva A.S., Takhanov M.P.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article presents the method of investment calculation for using the technology of anaerobic processing of manure channels of stock breeding complexes. The proposed technology of processing of manure channels is based on the use of the combined biological method that includes separate processing of solid and liquid fractions obtaining organic fertilizer and biogas. Solid fraction of manure channels is composted and liquid fraction is subject to anaerobic digestion. The calculation is based on the example of a large livestock complex taking into account the time value of the cash flow. Because of the calculation, we determined a period of the introduction of the technological line that pays off thanks to discounting.

Keywords: investment, anaerobic digestion, biogas, discounting.

В настоящее время все острее встает вопрос обеспечения экологической безопасности действующих и проектируемых животноводческих предприятий. Сооружение технологий утилизации отходов является достаточно затратным и сложным. На крупных животноводческих комплексах применяют гидравлические системы навозоудаления, в результате получаемые стоки имеют низкую концентрацию органических веществ и высокую влажность, порядка 97 – 99 %.

Для решения **данной задачи** предлагается комбинированная биологическая линия анаэробной переработки навозных стоков свиноводческого предприятия (рис. 1). Внедрение предлагаемой технологической линии является капиталоемким и требует должного инвестиционного обоснования.

Поэтому **цель** – разработка и демонстрация методики расчета экономической эффективности внедрения технологии анаэробной переработки навозных стоков, с учетом дисконтирования денежного потока.

Обсуждение результатов. Оценка экономической эффективности проектов, требующих больших объемов инвестирования, осуществляется по динамическим (временным) показателям, учитывающим фактор времени. При данном расчете учитывается неравноценность одинаковых сумм доходов, относящихся к разным шагам расчета, так со временем ценность одной денежной единицы снижается. Эффективность вложения инвестиций заключается в оценке, насколько будущие дивиденды будут оправдывать сегодняшние вложения. Методика приведения денежных потоков за расчетный (инвестиционный) период к исходному периоду называется

дисконтированием, а получаемый доход – дисконтированной стоимостью денежного потока [2, 3, 4, 5].

Расчет приведения производится на основании ставки дисконта E , которая определяется в зависимости от класса инвестиций [3, 4, 5].

Приведение доходов и затрат к исходному периоду времени производится с помощью коэффициента дисконтирования K_d [2, 3, 4, 5]:

$$K_d = \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (1)$$

где t – номер расчетного периода.

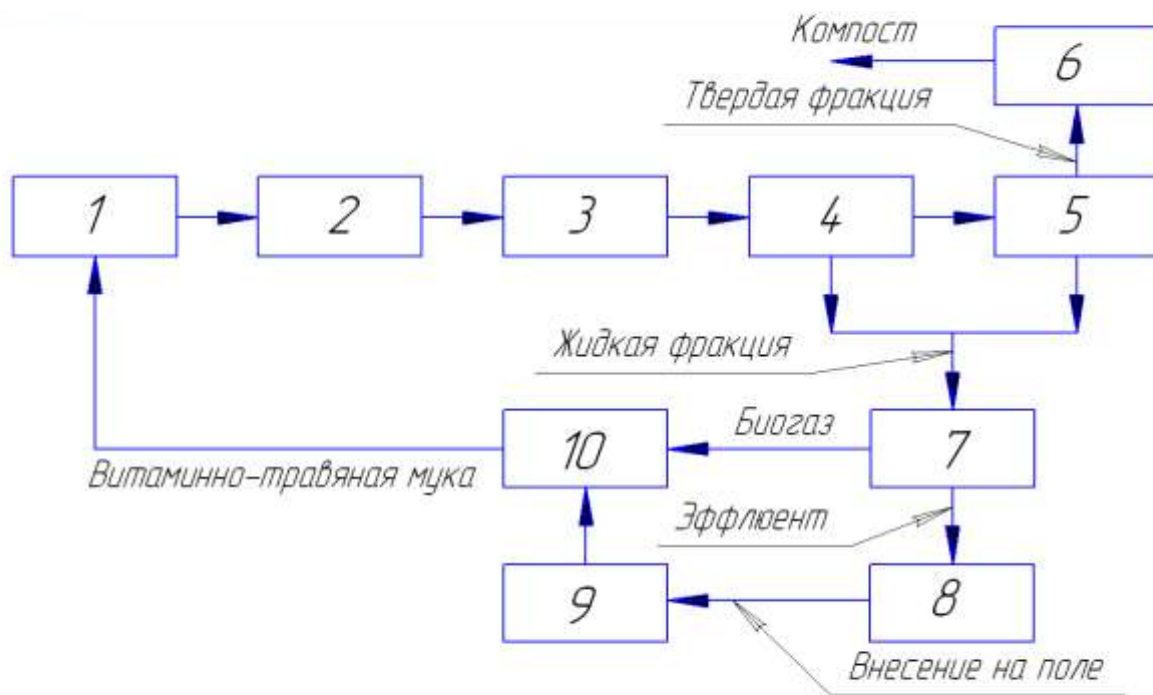


Рисунок 1 – Схема технологической линии анаэробной переработки навозных стоков свиноводческого комплекса [1]: 1 – животноводческое помещение с гидросплавной системой навозоудаления, основные и вспомогательные площадки; 2 – приемный резервуар; 3 – насосная станция; 4 – устройство для механического разделения на фракции I ступени; 5 – шнековый разделитель; 6 – установка ускоренного компостирования; 7 – анаэробный фильтр; 8 – иловые площадки; 9 – возделывание сельскохозяйственных культур; 10 – агрегат для приготовления витаминной муки

Расчет эффективности инвестиций от внедрения технологии анаэробной переработки с учетом динамики можно осуществлять по показателям общей экономической эффективности. Для оценки общей экономической эффективности капитальных вложений используются следующие динамические показатели, основанные на дисконтировании денежных потоков [2, 3, 4, 5]:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход;
- дисконтированный срок окупаемости;

Чистый доход $ЧД$ – это накопленный эффект за расчетный период, определяется по формуле [3, 4, 5]:

$$\text{ЧД} = \sum_{i=0}^T (P_t - Z_t), \quad (2)$$

где P_t – доходы, достигаемые на t – м шаге расчета; Z_t – текущие затраты (эксплуатационные затраты) на t -м шаге расчета; T – продолжительность расчетного периода ($T = \sum t_i$).

Суммирование распространяется на все шаги расчетного периода.

Чистый дисконтированный доход (ЧДД) определяется как превышение суммарных результатов над суммарными затратами, с учетом временной стоимости денежных поступлений. В зависимости от того, каким оказался баланс между суммарными доходами и суммарными затратами, полученный результат может быть как положительным, так и отрицательным и определяется по формуле [3, 4, 5]:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=0}^T \frac{\text{ЧД}_t}{(1+E)^t} - \sum_{t=0}^T \text{КВ}_t, \quad (3)$$

где ЧД_t – текущий чистый доход, достигаемый на t -м шаге расчета; E – ставка (норма) дисконта; КВ_t – капитальные вложения на t -м шаге расчета.

Интерпретация значения ЧДД следующая:

- если $\text{ЧДД} > 0$, то данный проект эффективен;
- если $\text{ЧДД} = 0$, то вложенный капитал не обесценится;
- если $\text{ЧДД} < 0$, то вложение капитала приведет к уменьшению его

стоимости, т.е. экономически нецелесообразно.

Дисконтированный срок окупаемости $T_{ок}$ – это период времени от начала реализации проекта до того шага расчета t , за который капитальные вложения покрываются суммарными поступлениями чистого дисконтированного дохода от внедрения технологии анаэробной переработки, определяется по формуле:

$$T_{ок} = T_t, \text{ при котором } \sum_{t=0}^T \frac{\text{ЧД}_t}{(1+E)^t} \geq \sum_{t=0}^T \text{КВ}_t. \quad (4)$$

Если срок окупаемости меньше расчетного (инвестиционного) периода $T_{ок} < T_p$, то проект окупается. Период окупаемости по проекту не должен быть больше инвестиционного периода (общего срока эксплуатации) [2].

Представленная методика позволяет более корректно пояснить основные динамические показатели экономической эффективности. Технология переработки жидкого свиного навоза с применением анаэробного фильтра позволяет комплексно решать ряд проблем, связанных с его утилизацией. При определении экономической эффективности работы технологической линии надо учитывать следующие показатели: агробиохимические, энергетические и экологические.

Данная методика была применена для расчета экономической эффективности внедрения технологической линии анаэробной переработки навозных стоков свиноводческого предприятия с годовой программой более 108 тыс. голов [1], с учетом следующих особенностей:

- 1) ставка (норма) дисконта – 11 % (ставка рефинансирования ЦБ РФ в 2016 году);
- 2) инвестиционный период – 15 лет;
- 3) шаг расчета – месяц;

4) инвестиционные вложения произведены на 0 шаге расчета, т.е. в начале строительства;

5) строительство и запуск технологии выполняется за 7 месяцев, с учетом уже имеющихся сооружений;

6) условно принято, что годовые эффекты и издержки равномерно распределены по месяцам года.

В результате расчета определены доходы и затраты, выполнен расчет чистого дисконтированного дохода. Графическая интерпретация приведена на рисунке 2 и 3.

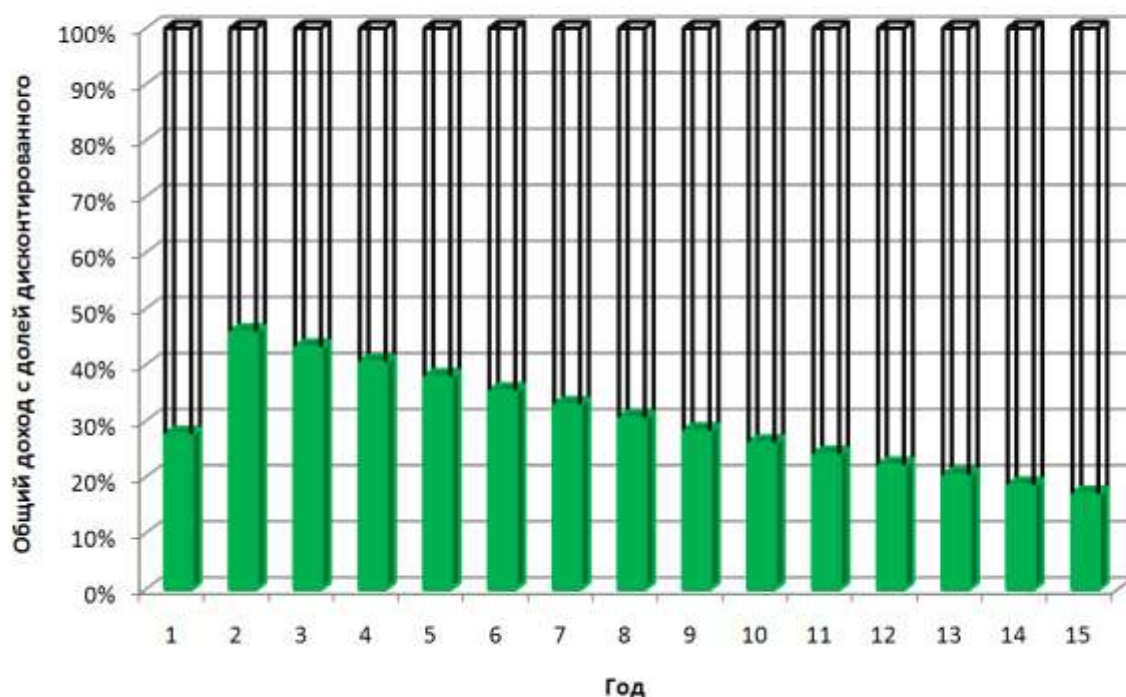


Рисунок 2 – Гистограмма распределения общего дохода с приведением ЧДД

В результате расчета чистый дисконтированный доход за инвестиционный период (15 лет) составит 9 915.56 тыс. руб.; дисконтированный срок окупаемости составит 147 месяцев (12.25 года).

Выводы. 1. Внедрение технологической линии анаэробной переработки навозных стоков для свиноводческого комплекса с годовой программой более 108 тыс. голов окупается в конце срока эксплуатации оборудования.

2. Максимальная ставка использования заемных кредитных средств, при котором внедрение безубыточно, составляет 12 % годовых. С учетом полученных результатов и имеющейся мировой практики для широкомасштабного внедрения анаэробной переработки необходима поддержка государства. Она должна содержать комплексную правовую, финансовую и консультативную помощь животноводческим предприятиям.

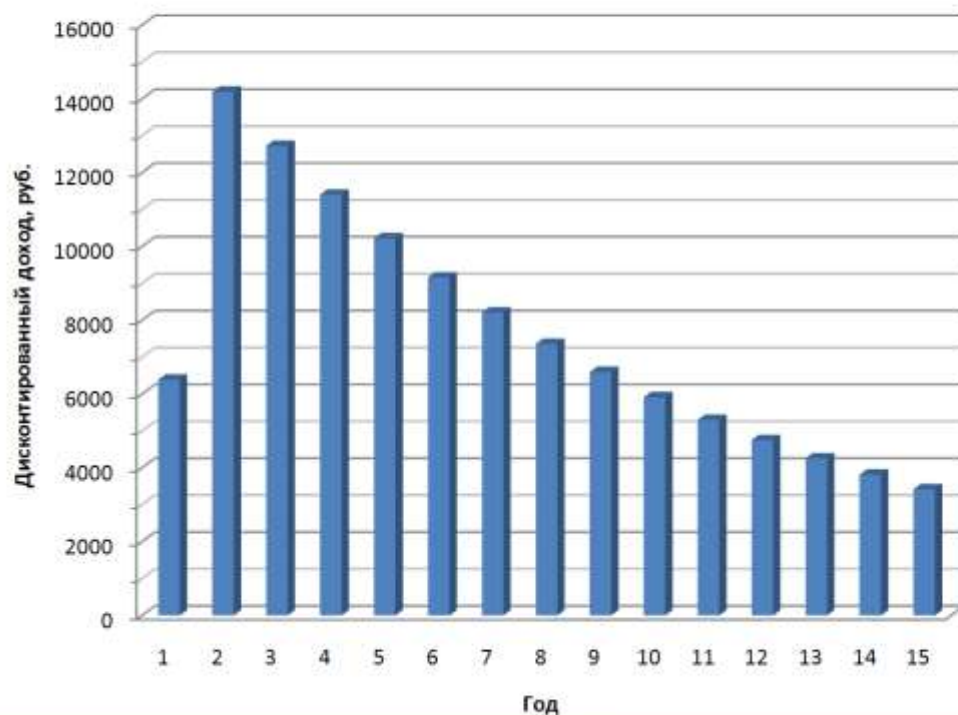


Рисунок 3 – Распределение чистого дисконтированного дохода за инвестиционный период

Список литературы

1. Васильева А.С. Повышение эффективности анаэробной переработки навозных стоков свиноводческих предприятий / А.С. Васильева: Автореф. дис. на соиск. уч. степени к.т.н. - Благовещенск, 2017. – 19 с.
2. Васильева А.С. Методика расчета экономической эффективности технологии анаэробной переработки животноводческих стоков с учетом фактора времени / А.С. Васильева, В.К. Евтеев, Ф.А. Васильев // Матер. IV междунар. науч.-практ. конф.: Климат, экология, сельское хозяйство Евразии (Иркутск, 27 – 29 мая 2016 г.) // Иркутск; ИрГАУ, 2015. – Ч. 1. – С. 127 – 131.
3. Виленский П.Л. Оценка эффективности инвестиционных проектов. Теория и практика / П.Л. Виленский, В.Н. Лившиц, С.А. Смоляк – М.: Дело, 2008. – 1104 с.
4. Графова Г.Ф. Чистый доход и чистый дисконтированный доход – показатели оценки эффективности инвестиционного проекта / Г.Ф. Графова // Инновации. – 2006. – № 4. – С. 113 – 115.
5. Коссов В.В. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов / В.В. Коссов [и др.]. – М.: Экономика, 2000. – 421 с.

References

1. Vasil'eva A.S. *Povyshenie jeffektivnosti anajerobnoj pererabotki navoznyh stokov svinovodcheskih predpriyatij* [Efficiency increase of anaerobic processing of manure channels from pig farms]. Cand. Dis. Thesis, Blagoveshhensk, 2017, 19 p.
2. Vasil'eva A.S. *Metodika rascheta jekonomicheskoy jeffektivnosti tehnologii anajerobnoj pererabotki zhivotnovodcheskih stokov s uchetom faktora vremeni* [Method for calculating the economic efficiency of the technology of anaerobic digestion of livestock waste taking into account the time factor]. Irkutsk, 2015, Ch. 1, pp. 127 – 131.
3. Vilenskij P.L. *Ocenka jeffektivnosti investicionnyh projektov. Teoriya i praktika* [Evaluation of the effectiveness of investment projects. Theory and practice]. Moscow, 2008, 1104 p.

4. Grafova G.F. *Chistyj dohod i chistyj diskontirovannyj dohod – pokazateli ocenki jeffektivnosti investicionnogo proekta* [Net income and net present value - indicators of the effectiveness of the investment project], Innovacii, 2006, no 4, pp. 113 – 115.

5. Kossov V.V. *Metodicheskie rekomendacii po ocenke jeffektivnosti investicionnyh proektov* [Methodical recommendations on the evaluation of the effectiveness of investment projects]. Moscow, 2000, 421 p.

Сведения об авторах:

Васильев Филипп Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутский район, п. Молодежный 1/1, тел. 89246215515, e-mail: fvasiljiev@yandex.ru).

Васильева Аяна Сергеевна – преподаватель колледжа автомобильного транспорта и агротехнологий. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутский район, п. Молодежный 1/1, тел. 89246024004, e-mail: fvasiljiev@yandex.ru).

Таханов Михаил Пурбаевич – аспирант инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутский район, п. Молодежный 1/1, тел. 89642889199, e-mail: takhanov93@mail.ru).

Information about authors:

Vasiliev Filipp A. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Technical Support Agribusiness Engineering of Engineering Faculty. Irkutsk State Agricultural Academy (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 237429, e-mail: rector@irgsha.ru).

Vasilyeva Ayana S. – teacher of College of Automobile Transport and Agricultural Technologies. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89246024004, e-mail: fvasiljiev@yandex.ru).

Takhanov Mikhail P. – Ph.D student of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89025690379, e-mail: takhanov93@mai.ru).

УДК 004.4

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ВЫПУСКНИКОВ
НАПРАВЛЕНИЯ “БИОЛОГИЯ”**

Е.В. Вашукевич, Ю.И. Петров

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье рассмотрены требования к содержанию дисциплин в области информационных технологий и опыт их преподавания для студентов и магистрантов направления “Биология”. Дан анализ применения информационных технологий в профессиональной деятельности биологов-охотоведов, который представляет собой своеобразный инструмент, способный выразить в числе и измерить значимость и надежность полученных результатов, заранее рассчитать и спланировать необходимую численность объектов для того или иного эксперимента, оценить достоверность проверяемой в эксперименте гипотезы.

Ключевые слова: студенты, магистранты, изучение и применение информационных технологий, направление “Биология”

**APPLICATION OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL ACTIVITY
OF GRADUATES OF THE SPECIALTY “BIOLOGY”**

Vashukevich E.V., Petrov Yu.I.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The requirements to the contents of disciplines in the field of information technologies and the experience of their teaching for students and undergraduates of the specialty “Biology” are considered in the article. The analysis of the application of the information technologies in the professional activity of game biologists is presented. It is a kind of instrument capable to express in the number and measure the significance and reliability of the results obtained, to calculate and plan the necessary number of objects for an experiment in advance and to evaluate the reliability of the hypothesis tested in the experiment.

Keywords: students, undergraduates, study and application of information technologies, specialty “Biology”.

В современных условиях внедрение технических и программных средств, осуществляющих функции сбора, обработки и анализа информации, приобретает все большее значение. Технический прогресс активно внедряется во все сферы науки и жизни, в том числе и в такую специфичную отрасль экономики России, как охотничье хозяйство.

Мониторинг природных экосистем представляет собой наблюдения за изменениями окружающей среды под действием антропогенных факторов, их оценку и прогноз. Новейшие методы мониторинга, на стыке таких наук как биология, информатика, экология и география позволяют получать информацию об экосистеме или отдельных ее частях дистанционно. Это дает возможность получать большие объемы информации для обработки с минимизированным вмешательством в среду обитания животных.

Высшие учебные заведения являются базисом любой профессиональной деятельности. Поэтому в ВУЗах существует необходимость заполнения профессиональных образовательных программ дисциплинами, обеспечивающими развитие у студентов соответствующих знаний, умений и навыков.

В Иркутском ГАУ в институте управления природными ресурсами имеется два уровня подготовки по направлению Биология: уровень бакалавриата 06.03.01 – Биология, профиль Охотоведение и уровень магистратуры 06.04.01 – Биология. В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 – Биология [2], выпускник, освоивший программу бакалавриата должен быть готов решать следующие профессиональные задачи в области информационных технологий: проводить анализ получаемой полевой и лабораторной биологической информации с использованием современной вычислительной техники; обрабатывать и анализировать полученные данные с помощью современных информационных технологий; использовать основные технические средства

поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях; решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности. Выпускник, освоивший программу магистратуры по направлению 06.04.01 – Биология [3], в области информационных технологий должен: решать профессиональные задачи сбора и анализа имеющейся информации по проблеме с использованием современных методов автоматизированного сбора и обработки информации; самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов; творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач; применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы.

В процессе научных, особенно экспериментальных исследований активности животных, как и во всех областях практической биологии (медицине, агробиологии, охотоведении, лесоводстве и т.д.), биологи-охотоведы имеют дело с числами: данными о размерах, весе, возрасте, плодовитости организмов, продуктивности экосистем, урожайности, соотношении между признаками и прочими числовыми характеристиками. За кажущимся хаосом этих чисел скрываются конкретные закономерности, которые требуют объективной оценки и научного объяснения. И здесь самое широкое применение находят разнообразные методы и приемы биометрии – математической статистики, призванной с помощью соответствующего математического анализа выразить и оценить разнообразные связи и зависимости между анализируемыми биологическими явлениями.

Применение информационных технологий в профессиональной деятельности биологов-охотоведов представляет собой своеобразный инструмент, способный выразить в числе и измерить значимость и надежность полученных результатов, заранее рассчитать и спланировать необходимую численность объектов для того или иного эксперимента, оценить достоверность проверяемой в эксперименте гипотезы. Навыки и умения используемые при применении информационных технологий, студенты получают при изучении дисциплин “Информатика и информационные технологии”, “Компьютерные технологии в биологии”, и “Математическое моделирование биологических процессов”.

Игнорирование и недооценка статистической обработки и математического анализа полученного материала может свести на нет результаты многих важных опытов, привести к необоснованным и даже ошибочным заключениям. Напротив, умелое применение информационных технологий увеличивает информационную ценность проведенного исследования, помогает правильно планировать постановку опытов, глубоко разбираться в полученных данных, объективно оценить результаты наблюдений, выявить скрытые закономерности и правильно их трактовать.

В результате статистической обработки и анализа полученных данных появляется возможность разработки рекомендаций по мониторингу состояния популяции животных в регионе, ее сохранению и рациональному использованию.

Вместе с тем, результаты мониторинга отдельных аспектов экологии животных могут использоваться для слежения за динамикой популяционных параметров, необходимых для оценки современного статуса популяции и долгосрочного прогнозирования её состояния. Количественные оценки характеристик участков обитания и перемещений популяций и отдельных видов должны найти применение при планировании и обосновании особо охраняемых природных территорий, создаваемых для сохранения биоразнообразия региона, включая крупных хищных млекопитающих, нуждающихся в значительных территориях [1].

Охотхозяйственная отрасль, как и любая экономическая структура, относится к категории вероятностных систем, подверженных различным рискам. Поэтому необходима модернизация ведения охотничьего хозяйства на основе научных достижений и технологий благодаря развитию инновационной политики.

Современные эффективные методы управления охотхозяйственной деятельностью требуют постоянного сбора и анализа информации о факторах, влияющих на состояние охотничьих ресурсов в целях их сохранения и рационального использования.

Для оперативного анализа больших массивов информации, накапливаемой в процессе ведения кадастра охотничьих видов животных, крайне важно создать банки данных и информационные системы, которые бы характеризовали состояние ресурсов животного мира. Эти данные должны стать основой для последующего моделирования динамики численности отдельных видов групп животных и в целом сообществ, экспертных и прогнозных оценок их состояния.

Создание информационных систем и программных комплексов является одной из основных задач обеспечения охотничьих хозяйств необходимой информацией для эффективного управления численностью охотничье-промысловых животных. Современный термин “информационные системы” подразумевает автоматизацию информационных процессов. Поэтому термины “информационная система” и “автоматизированная информационная система” часто используются как равноправные. Однако информационные системы

могут использовать и неавтоматизированную технологию обработки информации, характерную для учета численности охотничье-промысловых животных. При этом в любом хозяйствующем объекте существует информационная система, даже если при реализации информационного процесса технические средства не используются [1]. Студенты, получившие в процессе обучения знания по созданию и развитию информационных систем, могут адаптировать имеющуюся в хозяйствах неавтоматизированную систему к современным требованиям, предъявляемым к ним.

Выводы. Рассмотренные требования к содержанию дисциплин информационных технологий для студентов направления “Биология”, а также опыт их проведения, позволяют утверждать, что полученные студентами знания и навыки позволят им выполнять профессиональные задачи, характерные для профиля “Охотоведение”, такие как, обработка результатов полевых экспедиций, учет диких животных, создание баз данных и информационных систем по результатам исследований и полевых экспедиций, поиск необходимой информации в сети Интернет.

Список литературы

1. *Поликарпова Н.В.* Мониторинг популяции бурого медведя в трехстороннем парке “Пасвик-инари”/ *Н.В. Поликарпова, О.А. Макарова* // ФГБУ “Государственный природный заповедник “Пасвик” // Матер. конф. "Дистанционные методы исследования в зоологии" (28 ноября — 29 декабря 2011 г.) // М.: ФГБУ “Государственный природный заповедник “Пасвик”, 2011. – С. 122 – 127.
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень бакалавриата) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168627/
3. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.osu.ru/docs/fgos/vo/mag_06.04.01.pdf

References

1. Polikarpova N.V., Makarov O.A. *Monitoring populjicii burogo medvedja v trehstoronnem parke “Pasvik-inari”* [Monitoring of the brown bear population in the Pasvik-inari trilateral park]. Moscow, 2011. Pp. 122 – 127.
2. *Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovanija po napravleniju podgotovki 06.03.01 Biologija (uroven' bakalavriata)* [Federal state educational standard of higher education in the field of training 06.03.01 Biology (bachelor's level)]: www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_168627/
3. *Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart vysshego obrazovanija po napravleniju podgotovki 06.04.01 Biologija (uroven' magistratury)* [Federal state educational standard of higher education in the field of preparation 06.04.01 Biology (master's level)]: www.osu.ru/docs/fgos/vo/mag_06.04.01.pdf

Сведения об авторах:

Вашукевич Елена Валериевна – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.8(3952)290660, e-mail: vashukevich_lena@mail.ru).

Петров Юрий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и математического моделирования института экономики, управления и прикладной информатики. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел.89025122790, e-mail:y_i_petrov@).

Information about authors:

Vashukevich Elena V. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Informatics and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 8(3952)290660, e-mail: vashukevich_lena@mail.ru).

Petrov Yuri I. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Informatics and Mathematical Modeling of the Institute of Economics, Management and Applied Informatics. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89025122790, e-mail: y_i_petrov@).

УДК 519.242:621.785.533

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛИ В ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Е.Э. Вржашч

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. *Иркутск, Россия*

Представлены экспериментальные данные и методика получения оптимальных физико-механических и эксплуатационных свойств упрочняемых стальных деталей при их нитроцементации в электростатическом поле при помощи методов математического планирования эксперимента.

Построена математическая модель данного процесса, позволяющая рассчитать оптимальные технологические параметры процесса нитроцементации для получения в поверхностной зоне стали качественного диффузионного слоя, достаточно глубокого, одновременно твердого и износостойкого.

Ключевые слова: математическое планирование эксперимента, нитроцементация, электростатическое поле, физико-механические и эксплуатационные свойства, диффузионный слой.

MATHEMATICAL OPTIMIZATION OF EXPERIMENT AT NITROCEMENTATION OF STEEL IN ELECTROSTATIC FIELD

Vrzhashch E.Ed.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

The article presents the experimental data and methods of obtaining optimal physical-mechanical and operational properties of hardened steel parts during nitrocarburizing in an electrostatic field using the methods of mathematical planning of experiment.

A mathematical model of this process allows to calculate the optimal technological parameters of the nitrocarburizing process to obtain the surface area better the diffusion layer is deep enough, at the same time rigid and wear-resistant.

Keywords: mathematical planning of the experiment, nitrocarburizing, electrostatic, physico-mechanical and performance properties of the diffusion layer.

Методы математического планирования эксперимента достаточно известны и применяются в инженерной практике. Однако возможности данного направления еще не раскрыты полностью, особенно его сторона, связанная с решением т.н. компромиссных инженерных задач, например, в задачах упрочнения металлических деталей, обладающих одновременно высокой твердостью и износостойкостью.

В работе исследован процесс высокотемпературной нитроцементации в электростатическом поле (ЭП) [1, 2] **с целью** получения в поверхностной зоне стали качественного диффузионного слоя, достаточно глубокого, твердого и износостойкого. В качестве переменных были выбраны шесть технологических факторов: x_1 – расход пропан-бутановой смеси (как главного поставщика углерода в образец); x_2 – расход аммиака (как главного поставщика азота); x_3 – температура процесса; x_4 – длительность процесса; x_5 – напряжение на электродах; x_6 – знак потенциала на образце. Параметрами процесса являлись: y_1 – поверхностная твердость образца по Виккерсу; y_2 – износостойкость; y_3 – глубина нитроцементованного слоя.

Поставлена конкретная инженерная **задача**: на основании многофакторного технологического эксперимента нужно получить качественный диффузионный слой на образце, который должен обладать оптимальными эксплуатационными свойствами.

При решении этой задачи был использован активный, кибернетический подход, идея т.н. черного ящика.

Обычно активные методы основываются на построении уравнения регрессии вида

$$y = b_0 + \sum b_i x_i + \sum b_{ij} x_i x_j + \sum b_{ij} x_i^2 + \dots,$$

где: y – параметр процесса (например, какое-нибудь свойство), x – факторы, влияющие на этот параметр, b – коэффициенты регрессии.

При этом требуется так поставить эксперимент, чтобы при минимальном количестве опытов, варьируя значение переменных по специально сформулированным правилам, найти область оптимума и получить ее математическую модель.

В нашем случае нитроцементацию в ЭП можно считать шестифакторным процессом и для полного его реализации требуется $2^6 = 64$ опыта. Был проведен дробный эксперимент вида 2^{6-3} с построением $1/8$ – реплики от полного эксперимента, т.е. выполнено 8 опытов. В работах [3,4] приведены исходные данные и результаты этого планирования.

На первом этапе исследования уравнения регрессии оказались следующими:

$$y_1 = 654 + 5.6x_1 - 17.4x_3 - 13.9x_6,$$

$$y_2 = 207 - 22.2x_1 + 14.0x_2 + 29.3x_5 + 13.2x_6,$$

$$y_3 = 0.64 + 0.05x_3.$$

Эти уравнения являются линейными, при этом часть коэффициентов данных уравнений оказалась статистически незначимой.

Проверка адекватности уравнений по критерию Фишера показала, что при 95 % – доверительной вероятности уравнения для y_1 и y_2 оказались адекватными, а для y_3 – нет. То есть полученные математические модели затрудняют интерпретацию экспериментальных данных. Кроме того, следует обратить внимание, что параметры оптимизации y_1 , y_2 , y_3 – то есть твердость слоя, его износостойкость и глубина слоя не всегда коррелируют между собой.

Твердый слой может быть хрупким и не износостойким и, наоборот, износостойкий слой не всегда бывает твердым. Возникает компромиссная задача: нужно получить достаточно глубокий диффузионный слой, обладающий одновременно высокими физико-механическими характеристиками по твердости и износостойкости.

Для выработки стратегии дальнейшего поиска необходимо было перейти ко второму этапу исследований: поиску единого, обобщенного критерия оптимизации, сводящему все параметры оптимизации, в том числе антагонистические, к единому комплексному параметру. Таким параметром может служить т.н. обобщенная функция желательности, которую ввел Харрингтон и величина которой меняется от 0 до 1, а параметр имеет определенную шкалу [5]. Таким образом, в выбранном интервале можно разработать шкалу для любого количества параметров оптимизации, а по ним определить их желательности.

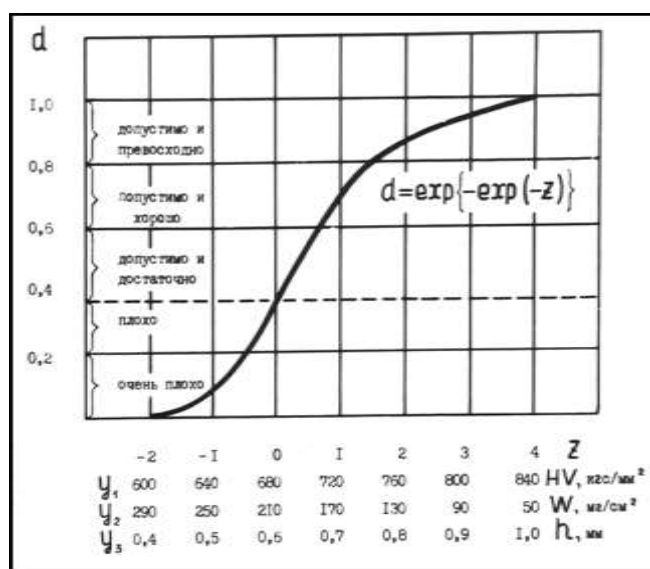


Рисунок 1 – Функция Харрингтона и шкала “желательности” поверхностной твердости HV, износостойкости W и глубины слоя h в задаче поиска качественного нитроцементованного слоя

После определения желательности для каждого из свойств (в нашем случае d_1 - поверхностной твердости, d_2 - износостойкости и d_3 - глубины слоя) вводят обобщенную функцию желательности, которая определяется как среднее геометрическое "желательностей" отдельных свойств.

Обобщенная функция желательности в нашем случае рассчитывается при помощи формулы

$$d = \sqrt[3]{d_1 \cdot d_2 \cdot d_3}$$

При этом при значении параметра $z=0$ на графике (рис. 1) наблюдается точка перегиба, и этот уровень может служить техническим уровнем (для него $d=0.37$). Следовательно, можно считать, что экспериментатора будут удовлетворять все свойства, имеющие $d>0.37$.

Обобщенная математическая линейная модель процесса нитроцементации в ЭП имеет вид

$$y=d=0.24+0.04x_1-0.04x_2-0.04x_3+0.05x_4-0.07x_5-0.08x_6.$$

Она является адекватной при 95 % - доверительной вероятности и имеет все шесть статистически значимых коэффициентов при варьируемых факторах.

Интерпретация уравнения показывает, что для достижения более качественного нитроцементованного слоя, необходимо увеличение значений факторов x_1 , x_4 (соответственно расхода пропан-бутановой смеси и длительности процесса) и уменьшение значений факторов x_2 , x_3 , x_5 (соответственно расхода аммиака, температуры процесса и напряжения на электродах). Качественный фактор x_6 (знак потенциала на образце) при этом должен оставаться на нижнем уровне, т.е. иметь знак "минус".

Полученное линейное уравнение удовлетворительно описывает процесс нитроцементации в ЭП и позволяет достигнуть "почти стационарной области" при помощи метода крутого восхождения Бокса-Уилсона [3-5], приводящего к т.н. "почти стационарной области". Более подробная интерпретация этой области при помощи квадратичных коэффициентов регрессии привело к графику (рис. 2), на котором координаты точки С показывают наиболее оптимальные газодинамические параметры выбранного технологического процесса.

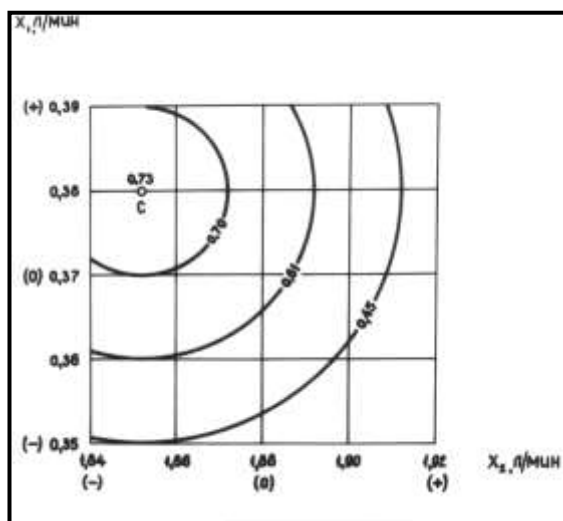


Рисунок 2 – “Почти стационарная” область процесса

Таким образом, можно считать, что центром "почти стационарной области" будет точка с натуральными координатами $x_1=0.37$ л/мин, $x_2=1.88$ л/мин, $x_3=850^\circ\text{C}$, $x_4=2$ часа, $x_5=1700$ В, $x_6="-"$.

Выводы. 1. Полученные данные позволили выбрать оптимальные режимы обработки, позволяющие получить на детали качественный диффузионный слой.

2. Квадратичная математическая модель несколько поправляет линейную по факторам x_1 и x_2 , что позволило улучшить физико-механические и эксплуатационные свойства обрабатываемых деталей по сравнению со стандартными.

Список литературы

1. Vrzhashch E., Jozefaciuk G., Suchaeva A. The physical and technical principles of steel nitrocementation in electrostatic fields at superficial hardening of metals' details. International Conference "Engineering problems in agriculture and industry" / June 2 – 4, 2010. Ulanbaatar, Mongolia, pp.57 – 61.
2. Vrzhashch E., Suchaeva A. Nitrocarburizing of metallic details in an electrostatic field. /Materials of XII International Research and Practice Conference. December 30, 2016 – January 7, 2017. Sheffield. Science and Education LTD, 2016, pp.52 – 58.
3. Vzasch E.E., Pivnik L.V. The mathematical design of experiments at optimization of technological processes.//Problemy inżynierii rolniczej w aspekcie rolnictwa zrównoważonego – Materiały Jubileuszowej Międzynarodowej Konferencji Naukowej – Lublin 2005. – S.141 – 145.
4. Вржашч Е.Э. Математическая оптимизация эксперимента при нитроцементации стали в электростатическом поле / Е.Э. Вржашч /Современный научный вестник. - 2017. – Т.2. - № 8. – С.52 – 58.
5. Новик Ф.С. Математические методы планирования эксперимента в металловедении / Ф.С. Новик – М.: МИСиС, 1969-1971. разд. I-IV.
6. Вржашч Е.Э. Сравнительный анализ структуры, фазового состава и механических свойств нитроцементованного слоя, образованного при обычных условиях и в электростатическом поле / Е.Э. Вржашч, Е.Т. Юцис // Сельскохозяйственные и прикладные науки в развитии сельского и лесного хозяйства: актуальные вопросы, практика и обмен опытом // Матер.междунар. научн.–практ. конф. (Иркутск, 6-11 июня 2006 г.) // Иркутск: ИрГСХА, 2006. – С. 294 - 298.

References

1. Vrzhashch E., Jozefaciuk G., Suchaeva A. The physical and technical principles of steel nitrocementation in electrostatic fields at superficial hardening of metals' details. International Conference "Engineering problems in agriculture and industry"/June 2-4, 2010. Ulanbaatar, Mongolia, pp. 57 – 61.
2. Vrzhashch E., Suchaeva A. Nitrocarburizing of metallic details in an electrostatic field. Materials of XII International Research and Practice Conference. December 30, 2016 – January 7, 2017. Sheffield. Science and Education LTD, 2016, pp. 52 – 58.
3. Vzasch E.E., Pivnik L.V. The mathematical design of experiments at optimization of technological processes.//Problemy inżynierii rolniczej w aspekcie rolnictwa zrównoważonego – Materiały Jubileuszowej Międzynarodowej Konferencji Naukowej – Lublin 2005. – pp. 141 – 145.
4. Vrzhashh E.Je. *Matematicheskaja optimizacija jeksperimenta pri nitrocementacii stali v jelektrostaticheskom pole* [Mathematical optimization of the experiment for nitrocarburization of steel in an electrostatic field] *Sovremennyy nauchnyy vestnik*, 2017, vol. 2, no.8, pp. 52 – 58.

5. Novik F.S. *Matematicheskie metody planirovaniya jeksperimenta v metallovedenii* [Mathematical methods of experiment planning in metallurgy]. Moscow, 1969-1971, razd. I-IV.

6. Vrzhashh E.Je., Jucis E.T. *Sravnitel'nyj analiz struktury, fazovogo sostava i mehanicheskikh svojstv nitrocementovannogo sloja, obrazovannogo pri obychnyh uslovijah i v jelektrostaticheskom pole* [A comparative analysis of the structure, phase composition, and mechanical properties of a nitro-cement layer formed under ordinary conditions and in an electrostatic field]. Irkutsk, 2006, pp. 294 – 298.

Сведение об авторе:

Вржаш Евгений Эдуардович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664007, Россия, Иркутская область, Иркутск район, пос. Молодежный, тел. 89642257582, e-mail: prezes-ogniwo@yandex.ru).

Information about author:

Vrzhashch Evgeny Ed. – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Ass. Prof. of Department of Electrical Equipment and Physics of Energy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89642257582, e-mail: prezes-ogniwo@yandex.ru).

УДК 628.31

**ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА ПО
КОМПЛЕКСНОМУ ПОКАЗАТЕЛЮ**

М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, *г.Иркутск Россия*

В статье рассмотрены вопросы определения технического состояния насосного оборудования по комплексному показателю при подготовке их к отопительному периоду. Проведен анализ способов повышения эксплуатационной надежности насосных агрегатов. Предложен комплексный показатель технического состояния агрегата, определяемый на основе количественных оценок качественных показателей отдельных узлов, выявленных в ходе диагностирования агрегата. Такое комплексное определение технического состояния позволяет выявить готовность центробежных насосов к работе непосредственно перед его использованием по назначению и количественно охарактеризовать уровень его технического состояния (степень его работоспособности).

Ключевые слова: насос, работоспособность, комплексная оценка, отказ, техническая система, электродвигатель

**ASSESSMENT OF THE TECHNICAL CONDITION OF THE CENTRIFUGAL
PUMP BY COMPLEX INDICATOR**

Gerasimova M.N., Loginov A.Yu.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article considers the issues of determining the technical condition of pumping equipment for the integrated rate during pre-heating period. The analysis of ways of improving the operational reliability of the pump units was done. Comprehensive indicator of the technical condition of the unit, determined on the basis of quantitative estimates of qualitative indicators of individual nodes identified during diagnosis of the unit was proposed. This comprehensive

definition of a technical condition allows us to identify the willingness of centrifugal pumps immediately prior to its intended use and to characterize quantitatively the level of its technical condition (degree of health).

Keywords: pump efficiency, comprehensive assessment, refusal, technical system, motor

Теплоснабжение потребителей является одним из приоритетных направлений развития в коммунально-бытовом секторе. Особо остро стоит задача повышения надежности системы теплоснабжения в условиях Сибири. От работы всего комплекса зависит развитие промышленного и сельскохозяйственного производства во всех регионах страны. Как показали последние годы, нарушения в работе системы теплоснабжения приводят к ухудшению жизненных условий населения. В связи с этим задача поддержания эффективной работы всей системы является актуальной.

Эффективность работы оборудования на теплоисточниках основана на надежной и бесперебойной работе сетевых насосных агрегатов. Основными способами оптимизации работы сетевых насосов является повышение их надежности. Отечественный и зарубежный опыт свидетельствует, что применение комплексных методов диагностики, позволяющих оптимизировать структуру обслуживания и снизить стоимость ремонта оборудования, является одним из важнейших средств повышения качества, надежности и экономической эффективности эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

Комплексная оценка технического состояния отдельных элементов центробежного насоса в период эксплуатации в основном базируется на структурном анализе надежности его компонентов, динамических методах контроля. Диагностирование в значительной мере обусловлено правильностью выбора информативных компонентов для построения принципиальных диагностических моделей объекта.

В целом комплексное использование методов технической диагностики обеспечивает возможность эффективного контроля работоспособности энергетических установок, совершенствования системы обслуживания, снижения затрат на ремонтные операции, увеличения ресурса и оптимизации управления сетевыми центробежными насосами.

Существующие методы в основном дают качественную оценку технического состояния отдельных узлов насосных агрегатов, что не позволяет в целом оценить состояние насоса. Количественная оценка надежности работы технических объектов проводится чаще всего путем определения показателей надежности. На практике количественная оценка технического состояния центробежных насосов осуществляется на основе статистических данных количества отказов или времени наработки на отказ, что не позволяет спрогнозировать работу оборудования перед началом эксплуатации.

Цель исследований – повышение эффективности использования центробежных насосов за счет его комплексной оценки и прогнозирования работы на предстоящий период.

Диагностирование центробежных насосных агрегатов неразрывно связано с их надежностью. Конечная и основная цель технической диагностики – повышение надежности и прогнозирование ресурса исправной работы агрегатов. Поддержание надежности агрегатов с помощью диагностирования, а следовательно, и надежности технологического процесса теплоснабжения заключается в своевременном отыскании и устранении неисправностей, приводящих к отказам.

Поскольку отказы в системе – случайные события, то для их обнаружения необходим контроль технического состояния насосов в течение всего периода эксплуатации, особенно перед непосредственным использованием по назначению. Однако большинство агрегатов при наличии неисправностей и отказов некоторых своих элементов продолжают функционировать, но с пониженной эффективностью, т.е. остаются работоспособными. Особый интерес представляет количественная оценка агрегата, позволяющая определить степень его работоспособности. В большей мере этому условию соответствует методика оценки технического состояния машины по комплексному показателю.

В связи с изложенным возникает необходимость разработки **такой методики**, которая бы позволяла без больших затрат времени и труда оценивать количественно техническое состояние агрегата. Таким оценочным показателем нами предлагается "уровень технического состояния" (V_{mc}).

Уровень технического состояния – комплексный показатель технического состояния агрегата, определяемый на основе количественных оценок качественных показателей отдельных узлов, выявленных в ходе диагностирования агрегата [1, 2].

Под термином "техническое состояние" (ТС) понимается совокупность подверженных изменениям в процессе эксплуатации свойств объекта, характеризуемая в определенный момент времени признаками, установленными стандартами или его технической документацией. Совокупность условий, удовлетворяющих или не удовлетворяющих требованиям, определяющим исправность, работоспособность или заданную точность функционирования объекта, образует соответствующие виды его технического состояния.

Более подробно суть его можно охарактеризовать следующим образом. Техническое состояние машины определяется посредством диагностирования сборочных единиц, составных частей, определяется качество сборки, регулировки и т.д. При этом каждому оцениваемому показателю (качественной характеристике) присваивается количественное ее значение, установленное на основе справочно-нормативной документации и экспертного опроса специалистов. В целом комплексный показатель складывается из оценок каждого из параметров, оцениваемого в ходе диагностирования [3, 4].

Такое комплексное определение технического состояния, на наш взгляд, позволит выявить готовность центробежных насосов к работе

непосредственно перед его использованием по назначению и количественно охарактеризовать уровень его технического состояния (степень его работоспособности). Рассмотрим этот вопрос более подробно.

В общем виде техническое состояние машин и ее составных частей характеризуется предельными значениями соответствующих структурных параметров (размеры, дефекты, жесткость и другие характеристики деталей). В процессе эксплуатации машины эти параметры изменяются вследствие протекания необратимых физико-химических процессов - изнашивания, деформирования, усталости, коррозии и т.п., при этом их изменение носит случайный характер. Параметрами, характеризующими работоспособность узлов, сборочных единиц машины, являются зазоры и коррозионные износы деталей, а также правильность их сборки.

Так как показатели предельного состояния машин и их частей нормируются в технической документации, то, преобразовав их в относительные величины, можно вычислить и обобщающий показатель технического состояния.

Рассмотрим техническую систему (рис. 1), состоящую из множества $M=\{A_1, A_2, \dots A_n\}$ агрегатов, сборочных узлов (обобщающих факторов), которые в свою очередь состоят из деталей, сборочных единиц и т.д. (определяющих факторов) $A_j=\{S_1, S_2, \dots S_m\}$.

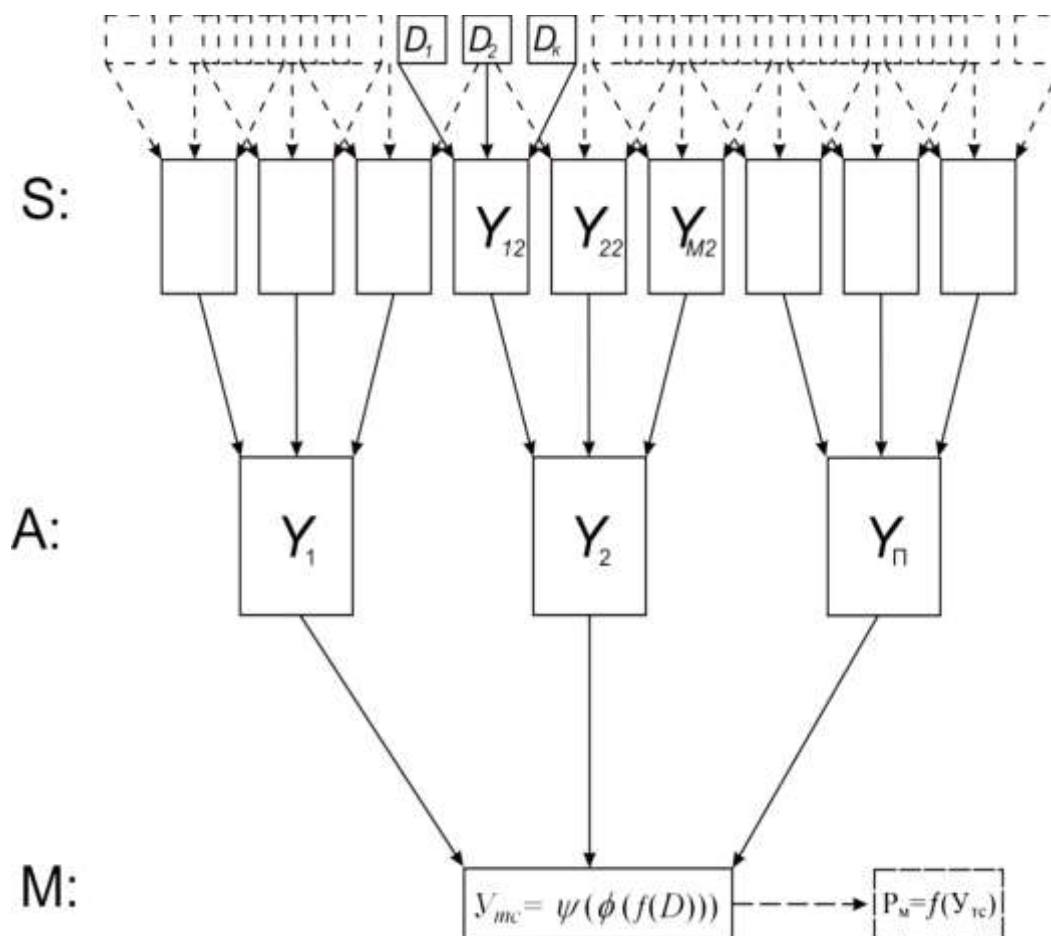


Рисунок 1 – Принципиальная схема определения технического состояния агрегата

Пусть в соответствии с требуемой глубиной диагностирования техническое состояние определяющего фактора характеризуется множеством $Q_i = \{D_1, D_2, \dots, D_k\}$ диагностических параметров. Тогда техническое состояние обобщающего фактора определяется множеством состояний определяющих факторов, входящих в него

$$Y_j = \{Q_1, Q_2, \dots, Q_m\},$$

а общий уровень технического состояния всей машины определяется множеством состояний обобщающих факторов

$$Y_{mc} = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}.$$

При определении уровня технического состояния в качестве определяющих и обобщающих факторов можно использовать не только структурные параметры, но и функции их составных частей или агрегата в целом.

Для определения уровня технического состояния необходимо качественные показатели определяющих факторов перевести в количественные, т.е. соотнести их с нормативными. Значение определяющего фактора Q_i рассчитывается по выражению:

$$Q_i^k = \frac{D_k - D_k^{np}}{D_k^{эм} - D_k^{np}}, \quad (1)$$

где $D_k, D_k^{эм}$ – значения измеренного показателя k -го диагностического параметра оцениваемого определяющего фактора и нормативного (базового);

D_k^{np} – предельно допустимое (браковочное) значение показателя k -го диагностического параметра.

В целом техническое состояние агрегата можно представить как сложную совокупную функцию технических состояний входящих в него элементов, т.е. как суперпозицию вида:

$$Y_{mc} = \psi(\phi(f(D))). \quad (2)$$

Использование данной функциональной зависимости в таком виде для сложных машин не совсем корректно, так как каждый фактор имеет различную значимость (важность) в машине. Поэтому целесообразно воспользоваться коэффициентом значимости ϕ (важности, весомости) данного фактора среди других по критериям, установленным в зависимости от определяемой характеристики фактора. Этот коэффициент можно определить двумя вариантами: аналитическим и экспертным. Наибольшую точность определения дают аналитические методы, основанные на применении регрессионного или корреляционного анализа. Однако в связи с большой трудоемкостью на практике они используются не более, чем в 5% случаев. В нашем случае целесообразно применить экспертный метод оценки значимости факторов.

Для этого на начальном этапе для каждого обобщающего фактора находим среднее значение весомости (ϕ_j) по данным опроса экспертов:

$$\varphi_j = \frac{C_{\max} - C_j}{C_{\max} - C_{\min}}, \quad (3)$$

где $C_{\min}$ и $C_{\max}$ – соответственно сумма рангов наиболее весомого фактора и максимально возможная по j -му фактору;

C_j – текущее значение суммы рангов j -го обобщающего фактора.

Данный порядок определения значимости позволяет при расчетах значительно упростить определение технического состояния машины, т.к. весомость определяющих факторов будет учтена в значимости обобщающих.

При этом показатель общего технического состояния агрегата согласно формуле (3) будет выражаться, как

$$Y_{mc} = \frac{\sum_{j=1}^n \phi_j(Q_{ij}) \varphi_j}{\sum_{j=1}^n \varphi_j}. \quad (4)$$

Выводы. Рассмотренные теоретические предпосылки определения комплексного показателя технического состояния могут быть использованы для разработки уровня технического состояния центробежных насосов при подготовке их к отопительному периоду.

Список литературы

1. Боннет В.В. Уровень технического состояния асинхронного двигателя и его влияние на надежность функционирования производственного процесса / В.В. Боннет, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов // Вестник КрасГАУ. – 2012. - № 9. – С. 200 – 203.
2. Прудников А.Ю. Анализ методов определения работоспособности асинхронных электродвигателей в процессе эксплуатации / А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, А.Ю. Логинов // Актуальные проблемы энергетики АПК // Матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. // Саратов: Изд-во: ООО ПКФ "Буква", 2013. – С. 273 – 276.
3. Прудников А.Ю. Оценка работоспособности технических систем по комплексным показателям / А.Ю. Прудников, В.В. Боннет, М.Н. Герасимова, А.Ю. Логинов, В.В. Потапов // Актуальные проблемы энергетики АПК // Матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. // Саратов: Изд-во: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2016. – С. 180 – 182.
4. Синельников А.М. Анализ методов диагностики неисправностей электрических машин / А.М. Синельников, В.В. Боннет // Вестник ИрГСХА. – 2008. - №31. – С. 112 – 121.

References

1. Bonnet V.V. et all. *Uroven tekhnicheskogo sostoyaniya asinhronnogo dvigatelya I ego vliyaniye na nadezhnost funkcionirovaniya proizvodstvennogo processa* [The level of technical condition of the induction motor and its effect on the reliability of the functioning of the production process] . Vestnik KrasGAU, 2012, no.9, pp. 200 – 203.
2. Prudnikov A.Yu.et all. *Analiz metodov opredeleniya rabotosposobnosti asinhronnyh ehlektrodvigatelay v processe ehkspluatacii* [Analysis of methods for determining the operability of induction motors in operation]. Saratov, 2013, pp. 273-276
3. Prudnikov A.Yu. et all. *Ocenka rabotosposobnosti tekhnicheskikh system po kompleksnym pokazatelyam* [Assessment of the performance of technical systems on complex indicators]. Saratov, 2016, pp. 180 – 182.
4. Sinelnikov A.M., V.V. Bonnet *Analiz metodov diagnostiki neispravnostej ehlektricheskikh mashin* [Analysis of methods for diagnosing faults in electrical machines]. Vestnik IrGSHA,

2008, no.31, pp.112 – 121.

Сведения об авторах:

Герасимова Мария Николаевна – аспирант энергетического факультета, кафедры электрооборудования и физики энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89500588258, e-mail: gerasimova-masha@mail.ru).

Логинов Александр Юрьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры электрооборудования и физики. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный 1/1, тел. 89041224153, e-mail: gerasimova-masha@mail.ru).

Information about authors:

Gerasimova Maria N. – Ph.D student, Department of Electrical Equipment and Physics of Energy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500588258, e-mail: gerasimova-masha@mail.ru).

Loginov Alexandr Yu. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Electrical and Physics of Energy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89041224153, e-mail: gerasimova-masha@mail.ru).

УДК 517-98

ЗАДАЧА КОНСТРУИРОВАНИЯ ВИБРОЗАЩИТНОЙ СИСТЕМЫ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Е.В. Елтошкина, П.И. Ильин, Н.О. Шелкунова

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В статье установлена зависимость изменения максимального значения смещения и максимального значения амплитуды управления, и показано, что в оптимальной виброзащитной системе с ростом значения весового коэффициента максимальное смещение возрастает, а максимальное значение функции управления убывает. При этом соответствующим выбором весового коэффициента можно добиваться одновременного выполнения требований, накладываемых на качество виброзащиты, и ограничения габаритных размеров. Одномерная задача конструирования системы виброзащиты от заданного кинематического воздействия, вызванного поступательными колебаниями основания, исследуется с помощью методов аналитического конструирования оптимального регулятора.

Ключевые слова: колебание, виброзащита, управление, конструирование, анализ, синтез, динамическая реакция, аналитическое конструирование, габаритные размеры.

THE PROBLEM OF CONSTRUCTION OF THE VIBRATION PROTECTION SYSTEM OF THE SOLID BODY

Eltoshkina E.V., Iljin P.I., Shelkunova N.O.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article determines the dependence of the change in the maximum value of the displacement and control amplitude, and it is shown that in the optimal vibration protection

system with increasing the weight coefficient value of the maximum displacement increases and the maximum value of the control function decreases. At the same time, an appropriate choice of the weighting factor can achieve simultaneous fulfillment of the requirements imposed on the quality of vibration protection, and limit the overall dimensions. The one-dimensional task of designing a vibration protection system from a given kinematic action caused by translational vibrations of the base is investigated using methods of analytical design of the optimal regulator.

Keywords: vibration, vibration protection, control, design, analysis, synthesis, dynamic reaction, analytical design, overall sizes.

Задачи виброзащиты, связанные с обеспечением надежности работы оборудования в условиях вибрационных и ударных нагрузок, защиты зданий и конструкций от работающих вибрационных и ударных машин, многие годы поддерживали интерес специалистов к исследованиям в области теории колебаний механических систем. Таким образом, продолжает развиваться теория виброзащиты как междисциплинарное научное направление, использующее при этом математический аппарат современных методов синтеза и анализа систем.

Цель – установить зависимость изменения максимального значения смещения тела и максимального значения амплитуды управления колебаниями объекта защиты твердого тела.

Объектом исследования является математическая модель конструирования виброзащитной системы от заданного кинематического воздействия, вызванного поступательными колебаниями основания, при этом используются **методы** аналитического конструирования оптимального регулятора, анализа и синтеза технических систем.

Результаты и обсуждение. Дифференциальное уравнение колебаний объекта защиты в системе координат, связанной с основанием (рис.1.), имеет вид

$$\ddot{y} = u(t) - \ddot{\sigma}(t), \quad (1)$$

при ограничениях в каждый момент времени $t \in T$:

$$|y(t)| \leq L, \quad |u(t)| \leq \ell, \quad (2)$$

где $\ddot{\sigma}(t)$ – заданный закон изменения ускорения основания; $u(t)$ – динамическая реакция системы виброзащиты.

Требуется определить структуру динамической реакции системы виброзащиты $u(y, \dot{y}, t)$, доставляющей минимум критерию качества

$$J(u(\cdot)) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{1}{L^2} y^2 + \frac{\alpha^2}{\ell^2} u^2(y, \dot{y}, t) \right) dt, \quad (3)$$

где α – заданный весовой коэффициент.

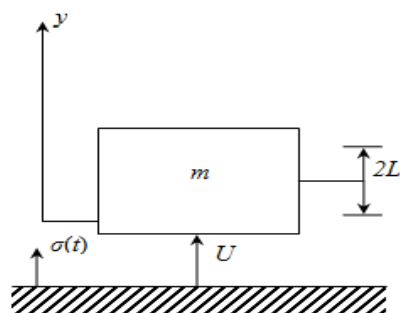


Рисунок 1 – Динамическая схема для задачи конструирования системы виброзащиты с одной степенью свободы

Заметим, что минимизация $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{L^2} y^2 dt$ вызвана стремлением ограничить габаритные размеры виброзащитной системы, а минимизация $\lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \frac{\alpha^2}{\ell^2} u^2(y, \dot{y}, t) dt$ соответствует уменьшению перегрузок, возникающих в объекте защиты.

Сформулируем вспомогательную задачу аналитического конструирования оптимального регулятора.

Тогда дифференциальное уравнение (1) примет вид:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = x_2, \\ \dot{x}_2 = u(t) - \ddot{\sigma}(t), \end{cases} \quad (4)$$

а функционал (3):

$$J(u(\cdot)) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \left(\frac{1}{L^2} x_1^2(t) + \frac{\alpha^2}{\ell^2} u^2(t) \right) dt. \quad (5)$$

Было получено обобщение метода аналитического конструирования оптимального регулятора [1, 2], согласно которому при условии вполне управляемости системы при возмущениях $f(t)$, являющихся непрерывной, ограниченной вектор – функцией, оптимальное управление $u^*(x, t)$ определяется соотношением

$$u^*(x, t) = -\frac{1}{2} R^{-1} B' (2\bar{K}x + N^r(t)), \quad (6)$$

где $\bar{K}$ – симметричное положительно-определенное решение матричного уравнения Риккати

$$\dot{K} + KA + A'K - KBR^{-1}B'K + Q = 0, \quad (7)$$

а n -мерная вектор-функция $N^r(t)$ – частное решение системы

$$\dot{N} + (A' - KBR^{-1}B')N + 2\bar{K}f(t) = 0. \quad (8)$$

Определим вид матриц, входящих в систему (1), а также в уравнения (7) и (8):

$$A = \begin{pmatrix} O & E \\ O & O \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} O \\ E \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad Q = \begin{pmatrix} q & O \\ O & O \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{L^2} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad R = r = \frac{\alpha^2}{\ell^2},$$

$$R^{-1} = r^{-1} = \frac{\ell^2}{\alpha^2}, \quad f(t) = \begin{pmatrix} 0 \\ -\ddot{\sigma}(t) \end{pmatrix}, \quad K = \begin{pmatrix} k_1 & k_2 \\ k_2 & k_3 \end{pmatrix}, \quad N^r(t) = \begin{pmatrix} n_1(t) \\ n_2(t) \end{pmatrix}.$$

Тогда матричное алгебраическое уравнение Риккати (7) запишется следующим образом:

$$\begin{pmatrix} 0 & k_1 \\ 0 & k_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ k_1 & k_2 \end{pmatrix} - \frac{\ell^2}{\alpha^2} \begin{pmatrix} k_2^2 & k_2 k_3 \\ k_2 k_3 & k_3^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \frac{1}{L^2} & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} = 0.$$

Разделяя на отдельные уравнения, получим систему алгебраических уравнений:

$$-\frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2^2 + \frac{1}{L^2} = 0, \quad k_1 - \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2 k_3 = 0, \quad 2k_2 - \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_3^2 = 0.$$

Неотрицательно определенные решения данной системы удовлетворяют следующим соотношениям

$$k_1 = \sqrt{\frac{2\alpha}{\ell L^3}}, \quad k_2 = \frac{\alpha}{\ell L}, \quad k_3 = \frac{\alpha}{\ell} \sqrt{\frac{2\alpha}{\ell L}}. \quad (9)$$

Определим структуру системы линейных дифференциальных уравнений (8) и получим систему

$$\begin{cases} \dot{n}_1 - \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2 n_2 - 2k_2 \ddot{\sigma}(t) = 0, \\ \dot{n}_2 + n_1 - \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_3 n_2 - 2k_3 \ddot{\sigma}(t) = 0. \end{cases} \quad (10)$$

Найдем частное решение полученной системы (10) методом неопределенных коэффициентов.

Пусть основание совершает гармонические колебания, то есть $\ddot{\sigma}(t) = -A \sin \omega t$. В этом случае частное решение системы (10) может быть записано в виде

$$\begin{cases} n_1^r(t) = E_1 \sin \omega t + D_1 \cos \omega t, \\ n_2^r(t) = E_2 \sin \omega t + D_2 \cos \omega t. \end{cases} \quad (11)$$

Сначала найдем решение $n_1^r(t) = E_1 \sin \omega t + D_1 \cos \omega t$. Для этого продифференцируем первое уравнение из (10) второй раз по t , после чего заменим $\dot{n}_2$ на $-n_1 + \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_3 n_2 + 2k_3 \ddot{\sigma}(t)$, а $\frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2 n_2$ на $\dot{n}_1 - 2k_2 \ddot{\sigma}(t)$, и получим:

$$\ddot{n}_1 - \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_3 \dot{n}_1 + \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2 n_1 = 2k_2 A \omega \cos \omega t. \quad (12)$$

Подставим $n_1^r(t) = E_1 \sin \omega t + D_1 \cos \omega t$, $\dot{n}_1^r(t)$, $\ddot{n}_1^r(t)$ в (12) и, после проведения необходимых преобразований, определим коэффициенты E_1 и D_1 из системы уравнений:

$$\begin{cases} -E_1 \omega^2 + \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_3 D_1 \omega + \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2 E_1 = 0, \\ -D_1 \omega^2 - \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_3 E_1 \omega + \frac{\ell^2}{\alpha^2} k_2 D_1 = -2k_2 A \omega. \end{cases}$$

Так как

$$2r^{-1} k_2 \omega^2 = 2 \frac{\ell}{\alpha L} \omega^2, \quad (r^{-1} k_3)^2 \omega^2 = 2 \frac{\ell}{\alpha L} \omega^2,$$

то

$$D_1 = -\frac{2k_2 A \omega (r^{-1} k_2 - \omega^2)}{(r^{-1} k_2)^2 + \omega^4}, \quad E_1 = \frac{2k_2 k_3 A r^{-1} \omega^2}{(r^{-1} k_2 - \omega^2)^2 + (r^{-1} k_3)^2 \omega^2}. \quad (13)$$

Аналогично, найдем $n_2^r(t) = E_2 \sin \omega t + D_2 \cos \omega t$.

Таким образом, частное решение системы (11) будет иметь вид

$$\begin{cases} n_1^r(t) = E_1 \sin \omega t + D_1 \cos \omega t, \\ n_2^r(t) = E_2 \sin \omega t + D_2 \cos \omega t, \end{cases}$$

где

$$D_2 = \frac{2k_3 A \omega^3}{(r^{-1}k_2 - \omega^2)^2 + (r^{-1}k_3)^2 \omega^2}, E_2 = \frac{2A}{r^{-1}} \left[1 + \frac{\omega^2 (r^{-1}k_2 - \omega^2)}{(r^{-1}k_2 - \omega^2)^2 + (r^{-1}k_3)^2 \omega^2} \right]. \quad (13')$$

При этом оптимальное управление запишется в следующем виде:

$$u^*(x, t) = -\frac{1}{2} R^{-1} B' [2Kx + N^r(t)]. \quad (14)$$

После проведения преобразований

$$u^*(x_1, x_2, t) = -\frac{1}{2} r^{-1} \cdot (0 \quad 1) \left[2 \begin{pmatrix} k_1 & k_2 \\ k_2 & k_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} n_1^r \\ n_2^r \end{pmatrix} \right] = -\frac{1}{2} r^{-1} [2(k_2 x_1 + k_3 x_2) + n_2^r]$$

управление запишем следующим образом:

$$u^*(x_1, x_2, t) = -r^{-1} \left[k_2 x_1 + k_3 x_2 + \frac{1}{2} n_2^r \right]. \quad (15)$$

Подставим найденное частное решение (11) в управление (15), предварительно подсчитав значение слагаемого $-\frac{1}{2} n_2^r$, входящего в $u^*(x_1, x_2, t)$.

$$-\frac{1}{2} r^{-1} n_2^r = -A \sin \omega t - \frac{A}{r^{-1}} \cdot \frac{\omega^2}{\sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}} * \left[\frac{\left(k_2 - \frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)}{\sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}} \sin \omega t - \frac{k_3 \omega}{\sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}} \cos \omega t \right].$$

Введем новые обозначения:

$$\gamma = \arctg \frac{k_3 \omega}{k_2 - \frac{\omega^2}{r^{-1}}}, E = -\frac{\omega^2}{r^{-1} \sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}}.$$

Тогда, так как $\cos \gamma = \frac{k_2 - \frac{\omega^2}{r^{-1}}}{\sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}}, \sin \gamma = \frac{k_3 \omega}{\sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}}$, то запишем

$$-\frac{1}{2} n_2^r = -A \sin \omega t + A E \sin(\omega t + \gamma).$$

Теперь мы можем переписать управление в следующем виде:

$$u(y, \dot{y}, t) = -r^{-1} k_2 y - r^{-1} k_3 \dot{y} - A \sin \omega t + A E \sin(\omega t + \gamma), \quad (16)$$

где

$$\gamma = \arctg \frac{k_3 \omega}{k_2 - \frac{\omega^2}{r^{-1}}}, E = -\frac{\omega^2}{r^{-1} \sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}}. \quad (17)$$

Подставим полученное управление (15) в исходное уравнение колебаний объекта защиты (10):

$$\ddot{y} = u(t) - \ddot{\sigma}(t) = -r^{-1}k_2y - r^{-1}k_3\dot{y} - A\sin\omega t + AE\sin(\omega t + \gamma) + A\sin\omega t = -r^{-1}k_2y - r^{-1}k_3\dot{y} + AE\sin(\omega t + \gamma).$$

Получим следующее дифференциальное уравнение

$$\ddot{y} + r^{-1}k_2y + r^{-1}k_3\dot{y} = AE\sin(\omega t + \gamma), \quad (18)$$

где γ и E определяются соотношениями (17).

Найдем частное решение уравнения (18):

$$y^* = B\sin(\omega t + \gamma) + D\cos(\omega t + \gamma),$$

$$-B\omega^2\sin(\omega t + \gamma) - D\omega^2\cos(\omega t + \gamma) + r^{-1}k_3B\omega\cos(\omega t + \gamma) - r^{-1}k_3D\omega\sin(\omega t + \gamma) + r^{-1}k_2B\sin(\omega t + \gamma) + r^{-1}k_2D\cos(\omega t + \gamma) = AE\sin(\omega t + \gamma),$$

получим систему для нахождения коэффициентов B и D :

$$\begin{cases} -B\omega^2 - r^{-1}k_3D\omega + r^{-1}k_2B = AE, \\ -D\omega^2 + r^{-1}k_3B\omega + r^{-1}k_2D = 0, \end{cases}$$

$$\text{тогда } B = \frac{AE(r^{-1}k_2 - \omega^2)}{(r^{-1}k_2)^2 + \omega^4}, \quad D = -\frac{AEr^{-1}k_3\omega}{(r^{-1}k_2)^2 + \omega^4}.$$

Подставим найденные коэффициенты B и D в формулу частного решения y^* уравнения (17), получим:

$$y^*(t) = AE \frac{1}{r^{-1}\sqrt{k_2^2 + \left(\frac{\omega^2}{r^{-1}}\right)^2}} \sin\omega t.$$

Таким образом, частное решение уравнения (18) имеет вид:

$$y(t) = -A \frac{\omega^2\alpha^2L^2}{\ell^2 + \omega^4\alpha^2L^2} \sin\omega t. \quad (19)$$

Определим теперь оптимальное управление по формуле (16):

$$\dot{y}(t) = -A \frac{\omega^4\alpha^2L^2}{\ell^2 + \omega^4\alpha^2L^2} \cos\omega t, \quad u(y, \dot{y}, t) = -\frac{A\ell^2}{\ell^2 + \omega^4\alpha^2L^2} \sin\omega t.$$

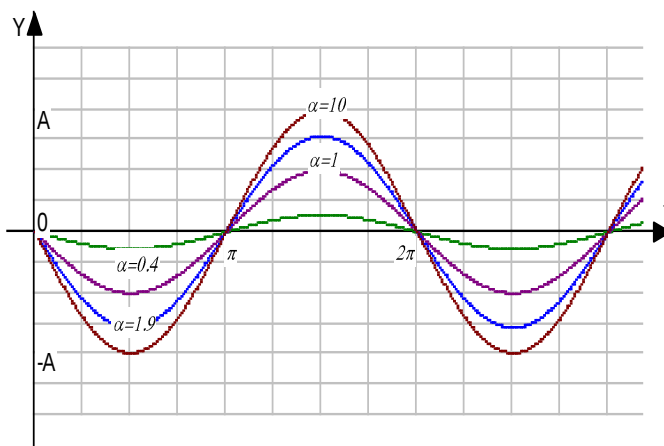


Рисунок 2 – Установившееся движение системы при детерминированных

На рисунке 2 приведены графики установившегося закона движения системы (10) при различных значениях весового коэффициента α . Видно, что при увеличении α увеличивается амплитуда колебаний объекта. При достижении α определенного значения и дальнейшем его увеличении, амплитуда меняется незначительно и достигает своего макси-

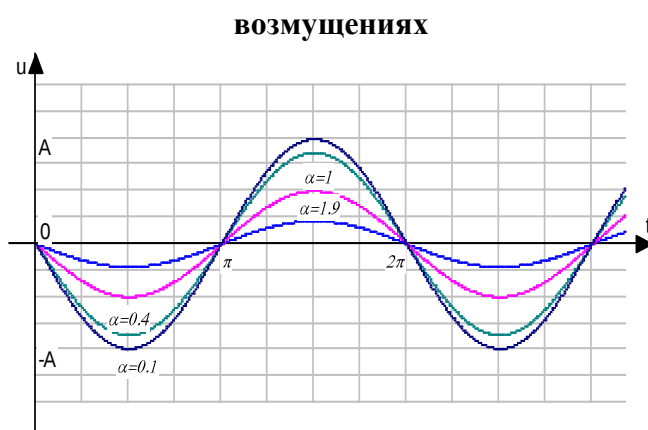


Рисунок 3 – Оптимальное управление для системы с одной степенью свободы

мального значения, равного A .

На рисунке 3 приведены графики зависимости динамической реакции от значений коэффициента α , на которых видно, что при увеличении α уменьшается амплитуда функции управления. И таким образом мы можем наблюдать, что когда α приближается к своему минимальному значению, функции управления достигает

своего максимума, то есть $u_{\max} = A$.

Выводы. 1. Полученные при гармоническом возмущении зависимости изменения максимального значения смещения и максимального значения амплитуды управления, зависящие от α , говорят о том, что при оптимальной виброзащитной системе с ростом значения α максимальное смещение возрастает, а максимальное значение функции управления убывает. Тогда соответствующим выбором весового коэффициента α можно добиваться одновременного выполнения требований, накладываемых на качество виброзащиты, и ограничения габаритных размеров.

Список литературы

1. Мижидон А.Д. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов при постоянно действующих детерминированных и стохастических возмущениях / А.Д. Мижидон // Тез. докл. науч.-практ. конф. ВСТИ: Секц. физ.-мат. // Улан-Удэ: ВСТИ, 1992. – С. 48 – 50.
2. Мижидон А.Д. Аналитическое конструирование оптимальных регуляторов при постоянно действующих стохастических возмущениях в приложении к синтезу виброзащитных систем / А.Д. Мижидон // Автоматика и телемеханика. – 2008. – № 4. – С. 81 – 93.

References

1. Mizhidon A. D. *Analiticheskoe konstruirovaniye optimal'nykh reguljatorov pri postojanno dejstvujushhih determinirovannyh i stohasticheskikh vozmushhenijah* [Analytical construction of optimal regulators under constantly acting deterministic and stochastic perturbations]. Ulan-Udje, 1992, pp. 48 – 50.
2. Mizhidon A. D. *Analiticheskoe konstruirovaniye optimal'nykh reguljatorov pri postojanno dejstvujushhih stohasticheskikh vozmushhenijah v prilozhenii k sintezu vibrozashhitnyh sistem* [Analytical construction of optimal regulators with constantly acting stochastic perturbations in application to the synthesis of vibration protection systems]. Avtomatika i telemekhanika, 2008, no. 4, pp. 81 – 93.

Сведения об авторах:

Елтошкина Евгения Валерьевна – кандидат технических наук, доцент кафедры математики инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет

им. А.А. Ежевского (664038, Россия, г. Иркутск, ул. Байкальская, 278, тел. 89526193024, e-mail: eev_baikal2005@mail.ru).

Ильин Петр Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025191511, e-mail: ipi.academy@mail.ru).

Шелкунова Наталья Олеговна – старший преподаватель кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89526193024, e-mail: eev_baikal2005@mail.ru).

Information about authors:

Eltoshkina Evguenya V. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Mathematics of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89526193024, e-mail: eev_baikal2005@mail.ru).

Iljin Petr I. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Operation of Machine and Tractor Park, Life Safety and Vocational Training of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89148805270, e-mail: mech@igsha.ru).

Shelkunova Natalya O. – senior lecturer of Department of Operation of Machine and Tractor Park, Life Safety and Vocational Training of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89526193024, e-mail: eev_baikal2005@mail.ru).

УДК 361.3:636.5

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОТЫ СГОРАНИЯ И КАЧЕСТВА БИОГАЗА

С.Н. Ильин, А.А. Бричагина, Д.Э. Купоржанов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

В данной статье рассматриваются вопросы определения теплоты сгорания биогаза с применением схемы приведенной в статье установки. Предлагаемый метод основан на определении количества теплоты необходимой для нагрева объема жидкости и измерении количества газа затраченного на этот нагрев. Он достаточно прост и дешев в сравнении со стоимостью газоанализатора. Предложен метод определения качества биогаза и приведены формулы для его расчёта, показывающие высокое качество получаемого биогаза по приведенной методике. Это может служить основанием по использованию биогаза и управлению технологическим процессом.

Ключевые слова: биогаз, качество биогаза, метан, теплота сгорания биогаза, углекислый газ.

METHOD OF DETERMINATION OF HEAT VALUE AND BIOGAS QUALITY

Iljin S.N., Brichagina A.A., Kuporzhinov D.E.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article presents the issues of the biogas heat value determination with the application of the given plant layout scheme. The proposed method is based on determining the amount of heat necessary for heating the volume of a liquid and measuring the amount of gas expended on this heating. It is quite simple and cheap in comparison with the cost of the gas analyzer. A method for determining the biogas quality is proposed and formulas are given for its calculation. These formulas show the high quality of biogas produced by the above procedure. It can serve as the basis for the use of biogas and control technological process.

Keywords: biogas, biogas quality, methane, biogas heat value, carbon dioxide.

В настоящее время с целью улучшения энергетических, экономических, социальных и экологических показателей сельского хозяйства широко применяется анаэробное сбраживание отходов сельскохозяйственного производства. В результате этого получается дезодорированное, девитализированное и сохраняющее питательные вещества органическое удобрение и биогаз. Биогаз состоит из метана CH_4 (30 – 75 %) и углекислого газа CO_2 (25 – 65 %), следов сероводорода, водорода, азота, аммиака (до 3 %). Наличие метана в биогазе определяет его применение как бытового, котельно-печного топлива, топлива для двигателей внутреннего сгорания и других целей. При энергетическом использовании биогаза в качестве топлива необходимо знать его теплотехнические свойства.

Важнейшим теплотехническим свойством любого топлива является теплота и температура сгорания. Под теплотой сгорания понимается количество теплоты, выделяющейся при полном сгорании единицы топлива. Теплоту сгорания газообразного топлива относят к 1 м^3 сухого газа (низшая теплота сгорания сухого газа $Q_{\text{низ}}^{\text{сух}}$) в нормальных условиях и определяют по компонентному составу и через теплоту сгорания составляющих его компонентов. Компонентный состав биогаза можно определить на основе его анализа различными методами, а также применением специальных газоанализаторов. Следует отметить, что проведение анализа биогаза требует использования дорогого оборудования и высокой квалификации персонала, проводящего анализ, что определяет их проведение в специализированных лабораториях.

Зная содержание отдельных компонентов газообразного топлива, можно определить теплоту сгорания газообразного топлива по адаптированной формуле Д.И.Менделеева:

$$Q_{\text{H}} = 128\text{CO} + 108\text{H}_2 + 234\text{H}_2\text{S} + 339\text{CH}_4 + 589\text{C}_n\text{H}_m, \quad (1)$$

где CO , H_2 , CH_4 , C_nH_m – состав газообразного топлива, соответственно окиси углерода, водорода, сероводорода и углеводородов, проценты по объему при нормальных условиях (0°C , давление 760 мм рт. ст.).

С учетом того, что в составе биогаза отсутствуют углеводороды C_nH_m , а водород H_2 и сероводород H_2S содержатся в незначительном количестве и ими можно пренебречь, формула (1) примет приближенный вид:

$$Q_{\text{H}} = 339\text{CH}_4. \quad (2)$$

С целью оперативного определения теплоты сгорания биогаза, состав которого может изменяться в зависимости от качества исходного сырья

изменения технологического процесса, нами предлагается метод экспериментального определения теплоты сгорания. Он основан на определении количества теплоты, необходимой для нагрева объёма жидкости и измерения количества газа, затраченного на этот нагрев.

Данный способ определения теплоты сгорания заключается в том, что (рисунок) в закрытую емкость 3 с клапаном 5 и термометром 6 наливается жидкость, которая подогревается горелкой 7, в которой смешиваются газ с воздухом. Газ и воздух подаются шланговыми насосами 1 и 8, дозированно. Температуры подаваемого воздуха и продуктов сгорания измеряют термометром 2 и 4. Начальную температуру жидкости и её температуру после сгорания определенного объема биогаза фиксируем термометром 4. Длительность опыта составляет 15 - 20 минут.

Количество подаваемого шланговыми насосами биогаза и воздуха, а также количество продуктов сгорания определяется на основе проведенных расчетов баланса процесса сгорания. [2]

Теоретически количество воздуха, необходимое для сгорания любого газа, может быть определено по формуле:

$$V_0 = \frac{\frac{1}{2}r_{H_2} + \frac{1}{2}r_{CO} + \Sigma \left(m + \frac{n}{4} \right) r_{C_m H_n} + \frac{1}{2}r_{H_2 S} - r_{O_2}}{r_{\text{возд}O_2}}, \quad (3)$$

где: V_0 – объём воздуха, необходимый для полного сгорания всех компонентов газа, содержащихся в объёме газа, кг/м³;

r_{H_2} ; r_{CO} ; $r_{C_m H_n}$; $r_{H_2 S}$; r_{O_2} – объёмная доля компонентов газа, соответственно, водорода, окиси углерода, углеводородов, содержащих m атомов углерода и n атомов водорода, сероводорода и кислорода;

$r_{\text{возд}O_2}$ – объёмная доля кислорода в воздухе, принимаемая для международной стандартной атмосферы на уровне моря, примерно равна 0.20927.

С учетом того, что в состав биогаза из горючих компонентов входят метан, водород и сероводород, формула (3) примет вид:

$$V_0 = \frac{\frac{1}{2}r_{H_2} + 2r_{CH_4} + \frac{1}{2}r_{H_2 S} - r_{O_2}}{r_{\text{возд}O_2}}, \quad (4)$$

где: r_{CH_4} – объёмная доля метана в биогазе.

Количество водорода, сероводорода и кислорода в биогазе незначительно (в сумме объёмная доля этих компонентов составляет 0,005–0,03) и, как показали расчеты, ими можно пренебречь. Ввиду этого количество воздуха, теоретически необходимого для горения биогаза, с достаточной для практических целей точностью, можно определить как:

$$V_0 = \frac{2r_{CH_4}}{r_{\text{возд}O_2}}, \quad (5)$$

или приняв $r_{\text{возд}O_2} = 0,20927$

$$V_0 = \frac{2r_{CH_4}}{0,20927}. \quad (6)$$

Низшая теплота сгорания биогаза определяется как:

$$Q_{\text{низ}}^{\text{сух}} = k (Q_{\text{жид}} + Q_{\text{пр.сгор.}}) / V_{\text{биогаз}}, \quad (7)$$

где $Q_{\text{жид}}$ – количество теплоты, затраченной на нагрев жидкости, Дж;

$Q_{\text{пр.сгор.}}$ – количество теплоты, содержащейся в продуктах сгорания, Дж;

k – тарировочный коэффициент установки;

$V_{\text{биогаз}}$ – объем сжигаемого биогаза, м^3 .

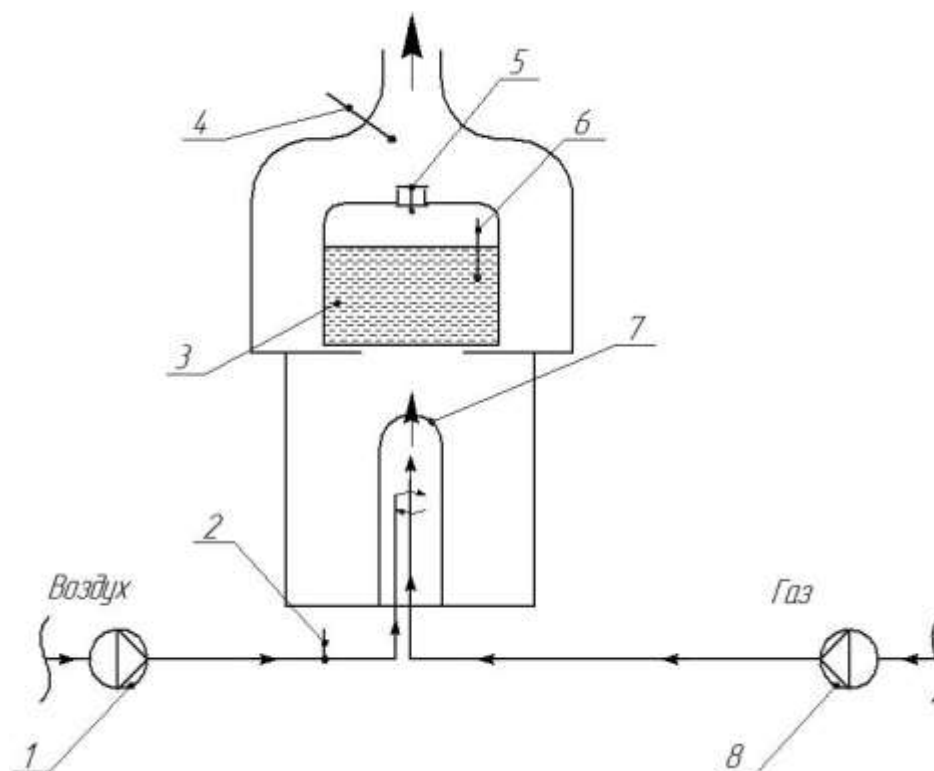


Рисунок – Схема установки по определению теплоты сгорания биогаза и его качества: 1, 8 – шланговые насосы; 2, 4, 6 – термометры; 3 – емкость с жидкостью; 5 – клапан; 7 – горелка.

Количество теплоты, затраченной на нагрев жидкости, определится как:

$$Q_{\text{жид}} = c_{\text{жид}} V_{\text{жид}} \rho_{\text{жид}} (t_2 - t_1), \quad (8)$$

где $c_{\text{жид}}$ – удельная теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К);

$V_{\text{жид}}$ – объем жидкости, залитый в нагреваемую ёмкость, м^3 ;

$\rho_{\text{жид}}$ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

t_1 – начальная температура жидкости, $^{\circ}\text{C}$;

t_2 – конечная температура жидкости, $^{\circ}\text{C}$.

Количество тепла, содержащегося в продуктах сгорания, определяется аналогично:

$$Q_{\text{пр.сгор.}} = c_{\text{в}} V_{\text{пр.сгор.}} \rho_{\text{пр.сгор.}} (t_2 - t_1), \quad (9)$$

где $c_{\text{пр.сгор.}}$ – удельная теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К);

$V_{\text{пр.сгор.}}$ – объем жидкости, залитый в нагреваемую ёмкость, м^3 ;

$\rho_{\text{пр.сгор.}}$ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$;

t_1 – начальная температура жидкости, °С;

t_2 – конечная температура жидкости, °С.

Выводы. 1. Приведенная методика определения теплоты сгорания может быть использована для решения задачи по определению качества биогаза, то есть соотношения содержания метана и углекислого газа. Для этого необходимо провести исследование по определению теплоты сгорания биогаза установленного качества на используемой установке, а в последующем сравнивать полученные результаты с теплотой сгорания неизвестного качества.

2. Предложенный метод определения теплоты сгорания и качества биогаза может применяться непосредственно на месте биоэнергетической установки и служить основанием по использованию биогаза и управлению технологическим процессом.

Список литературы

1. *Евтеев В.К.* Оценка биогаза как топлива / В.К. Евтеев // Пути повышения эффективности электротепловых процессов в с.-х. производстве Восточной Сибири // Сб. науч. трудов // Иркутск: ИСХИ, 1989. - С. 36 – 40.

2. *Евтеев В.К.* Стехиометрические расчеты при сгорании биогаза / В.К. Евтеев // Актуальные проблемы эксплуатации машинно-тракторного парка, технического сервиса, энергетики и экологической безопасности в АПК // Матер. междунар. науч.-практ. конф. посвящ. 75-летию со дня рождения Ивана Петровича Терских (Иркутск, 25 – 27 сентября 2007 г.). // Иркутск: ИрГСХА, 2007. – 327с.

References

1. Evteev V.K. *Ocenka biogaza kak topliva* [Evaluation of biogas as fuel]. Irkutsk, 1989, pp. 36 – 40.

2. Evteev V.K. *Stehiometricheskie raschety pri sgoranii biogaza* [Stoichiometric calculations for the combustion of biogas]. Irkutsk, 2007, 327 p.

Сведения об авторах

Бричагина Анастасия Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89500624935, e-mail: abrichagina@yandex.ru).

Ильин Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры технического обеспечения АПК инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 89148805270, e-mail: mech@igsha.ru).

Купоржанов Дмитрий Эдуардович – магистр инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, тел. 237-429, e-mail: mech@igsha.ru).

Information about authors:

Brichagina Anastasia A. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Technical Support of the AIC of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500624935, e-mail: abrichagina@yandex.ru).

Ijin Sergey N. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Technical Support of AIC of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A.

Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89148805270, e-mail: mech@igsha.ru).

Kuporzhanov Dmitry Ed. – Master of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 237-429, e-mail: mech@igsha.ru).

УДК 004.6: 631.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ СБОРА И ХРАНЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В АГРОПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

С.М. Климов, В.П. Гуляев, Н.П. Александров, Г.А. Соловьев

Якутская государственная сельскохозяйственная академия, г. Якутск, Россия

В статье рассматриваются возможности и перспективы использования систем сбора и хранения информации в агропромышленном комплексе. База данных будут служить основой для разработки новых методов и правил эксплуатации и ремонта технических систем АПК. Все это позволит формировать политику в области инженерного обеспечения, прогнозировать потребность в модернизации технологической системы АПК, повысить эффективность системы, и как следствие, производительность сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия).

Ключевые слова: системы сбора информации, надежность, агропромышленный комплекс.

USE OF INFORMATION COLLECTION AND STORAGE SYSTEMS IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

Klimov S.M., Gulyaev V.P., Alexandrov N.P., Soloviev G.A.

Yakutsk state agricultural Academy, Yakutsk, Russia

The article discusses the possibilities and prospects for the use of information collection and storage systems in the agro-industrial complex. The database will serve as a basis for the development of new methods and rules for the operation and repair of technical systems of the agro-industrial complex. So, it makes possible to formulate a policy in the field of engineering support, to forecast the need for modernization of the technological and technical system of the agro-industrial complex, to increase the system efficiency, and as a consequence, the productivity of agricultural production in the Republic of Sakha (Yakutia).

Keywords: information collection systems, reliability, agro-industrial complex.

Республика Саха (Якутия) – крупнейший экономически активный регион Севера России. Особенности республики являются суровый климат, низкая плотность и неравномерность размещения населения, большой удельный вес сельского населения (35 %). В связи с этим агропромышленный комплекс Республики Саха (Якутия) решает также проблемы социальной сферы, обеспечивая занятость, определяя уровень и качество жизни населения.

Факторами, усложняющими динамичное развитие агропромышленного комплекса в регионе, наряду с неблагоприятными для хозяйственной деятельности природно-климатическими условиями являются слабо развитая инфраструктура, территориальная удаленность производителей

сельскохозяйственной продукции от центров материально-технического обеспечения, сервиса, недостаточное внедрение технологий переработки сырья, проблемы с хранением и транспортировкой продукции. Технологическая система АПК, как важнейшая составляющая самой системы АПК, в этих условиях является главным фактором развития не только сельхозпроизводства, но и всех позиций социально-экономического развития северных территорий.

Цель - рассмотреть возможности использования систем сбора и хранения информации для оптимизации деятельности АПК в Республике Саха (Якутия).

Обсуждение результатов. Республика Саха (Якутия) является крупнейшим производителем сельскохозяйственной продукции в Дальневосточном федеральном округе [5]. При этом значительные расстояния между населенными пунктами, суровые климатические условия обуславливают высокую себестоимость продукции. Агропромышленный комплекс представляет собой единую технологическую систему, включающую в себя:

1. Природные ресурсы;
2. Технологический процесс производства (в том числе кормозаготовка);
3. Переработку сельскохозяйственной продукции;
4. Хранение сельскохозяйственной продукции;
5. Транспортировку сельскохозяйственной продукции;
6. Реализацию сельскохозяйственной продукции.

В каждой подсистеме используются различные технические системы, которые несут эксплуатационные затраты, увеличивая себестоимость продукции. Для повышения эффективности АПК необходима разработка технологий повышения надежности данных систем, что требует наличия достоверной информации. Например, фактический опыт эксплуатации современных дизельных двигателей класса Евро 2, 3 в условиях Крайнего Севера и арктических регионов страны показывает, что в настоящее время назрела острая необходимость изучения данных об эксплуатации дизелей с турбонаддувом и разработки практических рекомендаций по повышению их надежности и экономичности [4]. Особую актуальность это направление исследований приобретает в связи с предстоящим переходом на эксплуатацию автомобилей классов Евро 4 и выше.

На данный момент органами государственной статистики регистрируются отдельные показатели деятельности АПК, имеются разрозненные данные различных ведомств, но нет данных по надежности автомобилей и другой техники, эксплуатируемых в условиях низких температур. Для получения максимально достоверных и полных данных необходимо вести постоянный мониторинг технического состояния, ремонтов, эксплуатации, применения тех или иных материалов или запасных частей у всех эксплуатируемых в технологической системе видов техники. Для ведения мониторинга необходим сбор информации, касающейся

всех механизмов и систем техники, эксплуатируемых в условиях нашего региона.

Сбор информации должен проводиться по единой унифицированной схеме. В качестве примера создания подобных систем сбора, хранения и обработки информации можно привести карту сбора информации о надежности автомобильных двигателей, разработанную в Учебно-исследовательской лаборатории “Надежность технических систем” инженерного факультета ФГБОУ ВО Якутская ГСХА.

Карта сбора информации содержит следующие позиции:

- 1) территориальное расположение объекта наблюдения;
- 2) время регистрации данных;
- 3) полные данные наблюдаемых объектов;
- 4) полные данные о механизмах и системах наблюдаемых объектов;
- 5) данные по эксплуатации объекта (в т.ч. о наработке);
- 6) возможность периодического наблюдения одного объекта;
- 7) причину возникновения отказа;
- 8) способ устранения, число и наименование замененных составных частей, с указанием производителя этих частей;
- 9) продолжительность и трудоемкость поиска и устранения отказа.

В настоящее время ведутся работы по составлению подобных карт сбора информации по другим агрегатам и системам автомобильной техники, в том числе вездеходной.

Шаблон ввода данных создан в компьютерной программе EpiInfo 7, совместимой с WINDOWS [3]. Программа включает модули: конструктор форм ввода данных, ввод данных, модуль статистического анализа и визуализации данных. Модуль “Карты” позволяет отображать данные либо с географическими ссылками, либо с GPS-координатами. EPI INFO является общедоступным и бесплатным программным обеспечением совместимым с Microsoft Windows (сайт разработчика <http://www.cdc.gov/epiinfo>). Использование данной программы позволяет сэкономить значительное количество времени путем быстрого создания форм ввода данных, что ускоряет работу с анкетами. Имеется возможность визуализации и статистической обработки информации. Данные могут быть преобразованы в различные форматы: обычный текст, CSV, Microsoft Excel, Microsoft Access, MySQL, Microsoft SQL Server и другие. Все функции доступны и в мобильной версии программы. Таким образом, программное обеспечение EPI INFO является пригодным для использования в исследованиях надежности, и обладает всем необходимым для этого функционалом.

Технологическая-техническая система АПК республики включает в себя, множество сложных технических систем, в том числе автомобилей, используемых в транспортировке продукции, от исправного функционирования которых зависит не только производство и реализация сельскохозяйственной продукции, но и жизнедеятельность, и безопасность всего сельского населения республики [1, 2]. Изучение надежности технологичес-

технической системы АПК, мониторинг состояния, разработка методов и способов повышения показателей его надежности – залог эффективного функционирования всего АПК Республики Саха (Якутия) [4].

Выводы. 1. Использование подобных систем сбора, хранения и обработки информации представляется перспективным и востребованным. Это позволит получить объективную информацию о состоянии системы и динамике показателей, обеспечить комплексный подход к данным, оценивать эффективность и факторы, влияющие на деятельность АПК.

2. База данных будет служить основой для разработки новых методов и правил эксплуатации и ремонта технических систем АПК.

3. Все это позволит формировать политику в области инженерного обеспечения, прогнозировать потребность в модернизации технологической системы АПК, повысить эффективность системы, и как следствие, производительность сельскохозяйственного производства в Республике Саха (Якутия).

Список литературы

1. Александров Н.П. Деловая игра на тему “Технологическая оценка уровня жизни села” / Н.П. Александров // Матер. учебно-метод. конф. “Организация образовательного процесса в современных условиях” // Якутск: ТИРЦИРК ЯРОО ВОС, 2013. – С. 23-25.

2. Александров Н.П. Состояние инженерно-технического обеспечения агропромышленного комплекса Республики Саха (Якутия) и перспективы развития / Н.П. Александров, И.Н. Матвеев // Сб. трудов Междунар. науч.практ.конф. “Инженерно-техническое обеспечение регионального машиноиспользования и сельхозмашиностроения” // Благовещенск: ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемия, 2011. – С. 52 – 54.

3. Багдасарян С.Э. Основы русифицированной версии компьютерной программы “Epiinfo” для IBM совместимых компьютеров / С.Э. Багдасарян, Л.М. Аветисян // Центры по Контролю и Профилактике Заболеваний, США / Всемирная Организация Здравоохранения, Швейцария, 1995. – С. 43 – 45: www.med-practic.com/rus/942/18469/Руководство%20по%20с%20компьютерной%20программой%20мониторинг/article.more.html.

4. Гуляев В.П. Надежность дизельных двигателей внутреннего сгорания в условиях Крайнего Севера / В.П. Гуляев, Н.П. Александров, С.М. Климов // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – № 11. – С. 113 – 117.

5. Федеральная служба государственной статистики [сайт]. URL: http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/statistics/ (дата обращения: 19.03.2016).

References

1. Aleksandrov N.P. *Delovaya igra na temu "Tehnologicheskaya otsenka urovnya zhizni sela"*. Organizatsiya obrazovatel'nogo protsesssa v sovremennyih usloviyah [Business game on the topic "Technological and technical assessment of the living standards of the village." Organization of the educational process in modern conditions]. Yakutsk, 2013, pp. 23 – 25.

2. Aleksandrov N.P., Matveev I.N. *Sostoyanie inzhenerno-tehnicheskogo obespecheniya agropromyshlennogo kompleksa Respubliki Saha (Yakutiya) i perspektivy razvitiya* [The state of engineering and technical support of the agro-industrial complex of the Republic of Sakha (Yakutia) and prospects for development]. Blagoveschensk, 2011, pp. 52 – 54

3. Bagdasaryan S.E., Avetisyan L.M. *Osnovyi rusifitsirovannoy versii kompyuternoy programmy "Epiinfo" dlya IBM sovmestimyyih kompyutero*v [Basics of the Russified version of the computer program "Epiinfo" for IBM compatible computers]. Shveysariya, 1995, pp. 43 – 45
www.med-practic.com/rus/942/18469/Руководство%20по%20с%20компьютерной%20программой%20Мониторинг/article.more.html.

4. Gulyaev V.P., Aleksandrov N.P., Klimov S.M. *Nadezhnost dizelnyih dvigateley vnutrennego sgoraniya v usloviyah Kraynego Severa* [Reliability of diesel internal combustion engines in the conditions of the Far North]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK, 2016, no.#11. S.113-117.

5. *Federalnaya sluzhba gosudarstvennoy statistiki* [Federal State Statistics Service]. http://sakha.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/sakha/ru/statistics/ (data obrascheniya: 19.03.2016).

Сведения об авторах

Александров Николай Петрович – кандидат технических наук, доцент кафедры, факультета. Якутская сельскохозяйственная академия (677007, Россия, г. Якутск, ул. Покровский тракт, 5 км, строение 3, тел. 89644233822, 89245670630, e-mail: alenipet@mail.ru, alenipet@rambler.ru).

Гуляев Владимир Петрович – доктор технических наук, профессор кафедры прикладная механика инженерного факультета. Якутская государственная сельскохозяйственная академия (677007, Россия, Республика Саха (Якутия), Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км, дом 3, тел. 8-(4112) 35-81-62, e-mail: prof@sakha.ru).

Климов Сергей Михайлович – старший преподаватель кафедры прикладная механика инженерного факультета. Якутская государственная сельскохозяйственная академия (677007, Россия, Республика Саха (Якутия), Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км, дом 3, тел. 89142742678, e-mail: smklimov@rambler.ru).

Соловьев Гавриил Анатольевич – ассистент кафедры прикладная механика инженерного факультета. Якутская государственная сельскохозяйственная академия (677007, Россия, Республика Саха (Якутия), Якутск, шоссе Сергеляхское, 3 км, дом 3, тел. 8-(4112) 35-81-62, e-mail: prof@sakha.ru).

Information about authors:

Aleksandrov Nikolay P. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department, of Engineering Faculty. Yakutsk State Agricultural Academy (Bld. 3, 5 km, Pokrovsky tract, Yakutsk, Russia, 677007, tel. 89644233822, 89245670630, e-mail: alenipet@mail.ru, alenipet@rambler.ru).

Gulyaev Vladimir P. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Applied Mechanics of Engineering Faculty. Yakutsk State Agricultural Academy (house 3, 3 km, Sergelyakhskoye highway, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677007, tel. 8 (4112) 35-81-62, e-mail: prof@sakha.ru).

Klimov Sergey M. – senior lecturer of Department of Applied Mechanics of Engineering Faculty. Yakutsk State Agricultural Academy (house 3, 3 km, Sergelyakhskoye highway, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677007, tel. 89142742678, e-mail: smklimov@rambler.ru).

Soloviev Gavriil A. – Ass. of Department of Applied Mechanics of Engineering Faculty. Yakut State Agricultural Academy (house 3, 3 km, Sergelyakhskoye highway, Yakutsk, Republic of Sakha (Yakutia), Russia, 677007, tel. 8 (4112) 35-81-62, e-mail: prof@sakha.ru).

УДК 629.113

ИЗМЕРЕНИЕ ТЯГОВО-СКОРОСТНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ В ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЯХ

Т.И. Кривцова, О.А. Свирбутович

Иркутский Национальный Исследовательский Технический университет, г. Иркутск, Россия

Статья посвящена определению тягово-скоростных свойств автомобиля в дорожных условиях. Среди распространенных вариантов измерения указанных качеств предпочтение отдано непосредственному получению показателей с помощью компьютерного измерительного комплекса. Измерительный комплекс и методика экспериментального исследования по определению тягово-скоростных свойств автомобиля представлены в статье. Приведено теоретическое обоснование предлагаемого подхода, методика и результаты, позволяющие констатировать достаточную для практики точность решения поставленной задачи. Получены зависимости изменения скорости от времени при разгоне автомобиля, а также мощности и крутящего момента от частоты вращения коленчатого вала.

Ключевые слова: автомобиль, топливная экономичность, тягово-скоростные свойства, эксплуатационные испытания.

MEASUREMENT OF HAULAGE AND SPEED CAPACITIES OF THE VEHICLE IN ROAD CONDITIONS

Krivtsova T.I., Svirbutovich O.A.

National Research Irkutsk State Technical University, Irkutsk, Russia

The article is devoted to the measurement of haulage and speed capacities of a vehicle in road conditions. Among the spread options for measuring these qualities, preference is given to direct obtaining of indicators using a computer measuring system. The measurement complex and the experimental research technique for determining the traction-speed properties of a vehicle are presented in the article. The theoretical justification of the proposed approach, methodology and results allowing to state the accuracy of the solution of the problem sufficient for practice is given. Dependence of speed change on time is received at acceleration of the car, and also dependence of power and a twisting moment from the rotation frequency of a cranked shaft.

Keywords: vehicle, fuel economy, haulage and speed capacities, operationl tests.

Автомобильный транспорт широко применяется в различных сферах народного хозяйства. От эффективности использования транспортных средств зависит как себестоимость продукции, так и своевременность доставки людей и грузов. Она также в значительной мере определяется типом и характеристиками, установленными на них двигателях внутреннего сгорания (ДВС). Наибольшее распространение получили дизели (свыше 90 % среди грузового сегмента и постоянно растущая доля среди легкового).

На практике из-за отсутствия возможности постоянного контроля технического состояния автотранспортных средств (АТС) часто эксплуатируются с незаметными для водителей, но присутствующими неисправностями, что способствует увеличению расхода топлива, себестоимости перевозок, а также повышенному содержанию вредных

веществ в отработавших газах. Топливная экономичность автомобиля и его тягово-скоростные свойства являются очень важными эксплуатационными показателями, характеризующими эффективность эксплуатации автомобильного транспорта [1], поэтому своевременный контроль, в том числе с диагностической целью, является актуальной задачей.

Состояние вопроса. Рассматривались следующие методы измерения параметров автомобиля в дорожных условиях:

- 1) получение данных с помощью GPS/ГЛОНАСС технологий [7];
- 2) запись лога данных с помощью дилерского сканера с последующим переносом на внешний носитель [2, 5];
- 3) непосредственное измерение параметров помощью компьютерного измерительного комплекса.

Использование спутниковых технологий и мониторинга расхода топлива по уровню топлива в баке для поставленной задачи не годится по причине значительного усреднения данных, в нашем же случае при диагностике процесс считается достаточно скоротечным. Второй вариант дает более быстрые данные с достаточной точностью, однако данные все равно нуждаются в обработке после сохранения лога. Что же касается расхода топлива, регистрируемого бортовой системой, то расчет параметров топливной экономичности может оказаться неточным из-за различий фактической и расчетной цикловой подач. В связи со сказанным, предпочтение отдано третьему варианту с использованием компьютерных технологий. Концепция данного подхода отражена в работе [4].

Теоретические предпосылки. Запишем уравнение движения автомобиля [6]:

$$j_a = \frac{g}{\delta \cdot G} \left(\frac{(M_{ei} - M_{BM}) \cdot \eta_T \cdot i_T}{r_k} - G \cdot f \pm G \cdot \sin \alpha - \frac{c_x \cdot \rho \cdot S_x \cdot V_d^2}{2 \cdot 3.6^2} - F_{пр} \right) \quad (1)$$

где: M_{BM} – момент, затрачиваемый на привод вспомогательных механизмов, Н·м;

j_a – ускорение автомобиля, м/с²;

r_k – радиус качения колеса, м;

i_T – передаточное число трансмиссии;

η_T – коэффициент полезного действия трансмиссии;

ρ – плотность воздуха;

c_x – коэффициент аэродинамического сопротивления;

f – коэффициент сопротивления качению;

α – уклон дороги;

S_x – мидель автомобиля;

G – вес автомобиля, Н;

g – ускорение свободного падения, м/с².

В свою очередь коэффициент учета вращающихся масс определим как:

$$\delta = 1 + I_e \cdot \frac{i_T^2 \cdot g}{r_{k0}^2 \cdot G} \cdot \eta_T + \sum I_k \cdot \frac{g}{r_k^2 \cdot G} = 1 + \frac{g}{r_k^2 \cdot G} \cdot (i_T^2 \cdot \eta_T \cdot I_e + \sum I_k) \quad (2)$$

где I_e – приведенный момент инерции двигателя;

I_k – момент инерции колеса в сборе с шиной.

Скорость автомобиля на i -м шаге рассчитываем численными методами решения дифференциальных уравнений. В нашем случае применили метод Эйлера:

$$V_i = V_{i-1} + j_a \cdot \Delta t \quad (3)$$

где V_{i-1} – скорость автомобиля на предыдущем шаге счета, м/с;
 Δt – шаг счета, с.

Частота вращения коленчатого вала двигателя определится исходя из текущей скорости с учетом принятых допущений:

$$n_{ei} = \frac{2.65 \cdot V_i \cdot i_T}{r_k} \quad (4)$$

Дадим оценку суммарным потерям мощности в шинах ведущих колес автомобиля [6]. В общем случае суммарный КПД шины η_k определяется из выражения:

$$\eta_k = \frac{N_M}{N_K} = \frac{R_x \cdot V}{M_K \cdot \omega_K} = \frac{M_K - M_f}{r_{KO}} \cdot \frac{V}{M_K \cdot \omega_K} = \frac{M_K - M_f}{M_K} \cdot \frac{r_K}{r_{KO}} \quad (5)$$

где N_K и N_M – соответственно мощность, подведенная к колесу и отведенная от колеса; ω_K и V угловая скорость колеса и скорость автомобиля;
 M_f – момент сопротивления качению шины;
 R_x – продольная реакция в пятне контакта;
 r_K и r_{KO} – радиус качения и радиус качения в ведомом режиме;
 M_K – крутящий момент, подведенный к колесу.

КПД шин ведущих колес выражает силовые и скоростные потери, возникающие в процессе их качения. КПД шин ведущих колес η_k является произведением двух сомножителей:

$$\eta_k = \frac{M_K - M_f}{M_K} \cdot \frac{r_K}{r_{KO}} \quad (6)$$

Первый сомножитель отражает силовые (гистерезисные) потери мощности на трение в шине при её качении. Эта составляющая потерь мощности довольно просто и точно рассчитывается. С её определением трудностей обычно не возникает.

Второй сомножитель, отражает скоростные потери мощности, связанные с тангенциальной эластичностью шины, т. е. учитывает, что число сделанных колесом оборотов и пройденный им при этом путь не всегда точно соответствуют друг другу. Именно с определением величины этого сомножителя возникают наибольшие трудности, связанные с определением кинематического радиуса r_K (радиуса качения колеса с эластичной шиной):

$$r_K = \frac{V}{\omega_K} \quad (7)$$

Приведенный ниже график показывает зависимость КПД шин (и отдельно каждой из его составляющих) от величины подведенного к колесу момента M_K .

У легковых автомобилей при качении колес в ведомом режиме максимальный КПД шин достигает величины $\eta_{k \max} \approx 0.92 \div 0.93$, т.е. как

минимум 6...7 % мощности двигателя теряется в шинах легкового автомобиля на гистерезисные и скоростные потери. У грузовых автомобилей максимальный КПД шин $\eta_{k \max} \approx 0.90...0.87$. Очевидно, потери мощности в шинах грузового автомобиля составляют как минимум 10...13 % от мощности двигателя.

Таким образом, задаваясь параметрами автомобиля, типом дороги и ее уклоном и измеряя скорость автомобиля, находим действующий на валу крутящий момент и мощность.

Поставленная задача решается непрерывным измерением угловой скорости колеса (колес), работающего в ведомом режиме.

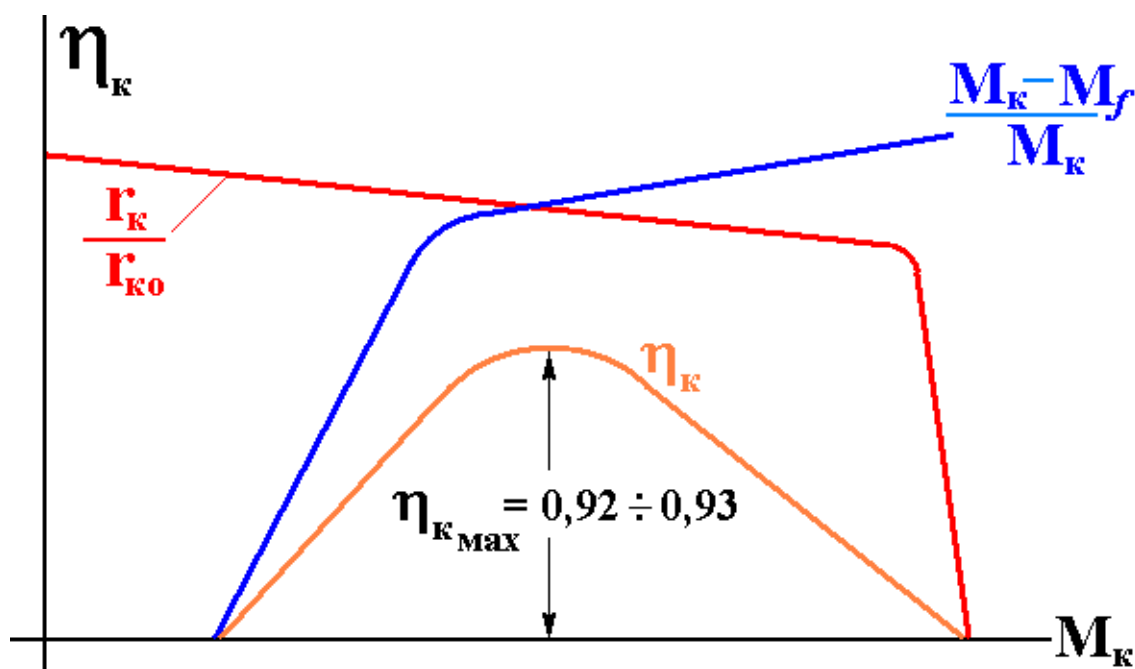


Рисунок 1 – Зависимость КПД шин ведущих колес автомобиля от величины подведенного к ним крутящего момента (тяговый режим)

Методика экспериментирования. Эксперименты проводились на автомобиле Соболь (ГАЗ 2217), оснащенный дизельным двигателем ISf 2.8 Cummins с системой топливоподачи Common Rail. Испытания проводили на ровном, сухом участке дороги в ясную безветренную погоду с заездом в двух противоположных направлениях. Методика предусматривала измерение показателей в режиме разгона до 100 км/ч с полным нажатием педали управления подачей топлива. Измерительный комплекс (рис. 3) содержал аналого-цифровой преобразователь, на вход которого подавались импульсные сигналы с колесного датчика ABS переднего колеса и расходомеров топлива, установленных в прямой и обратной топливоподающей магистрали. При расчете топливной экономичности израсходованное топливо считалось как разность прямого и обратного (возвращаемого в бак) расходов.

Данные, поступившие на вход АЦП, обрабатывались идентично как для расхода топлива, так и для определения пути и скорости автомобиля, поскольку сигналы представляют собой прямоугольные импульсы (рис. 2).

Для облегчения обработки данных был написан скрипт, суть которого поясняет рисунок 3. Задавшись определенным количеством импульсов, фиксируется время прохождения данных интервалов, причем предыдущая точка считается начальной для следующего промежутка.

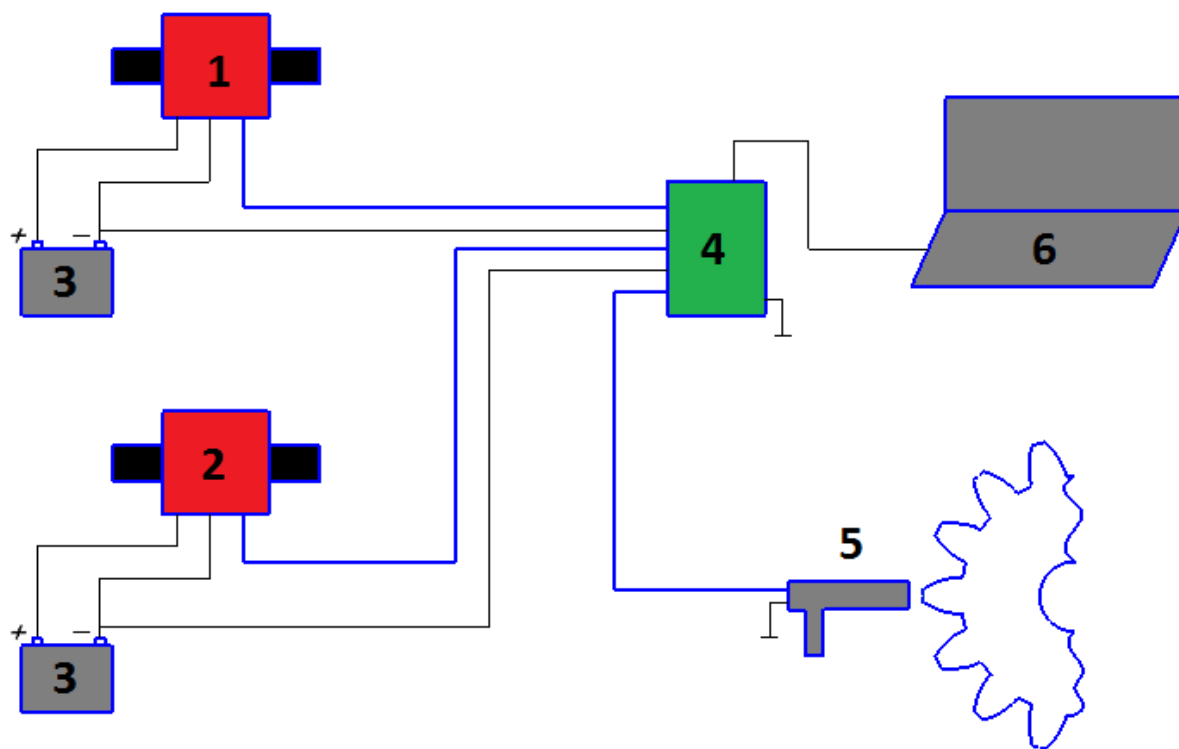


Рисунок 2 – Структурная схема приборного комплекса

1 – датчик расхода топлива (подача); 2 – датчик расхода топлива (обратка);
3 – аккумуляторные батареи; 4 – модуль АЦП; 5 – датчик ABS переднего правого колеса; 6 – ноутбук.

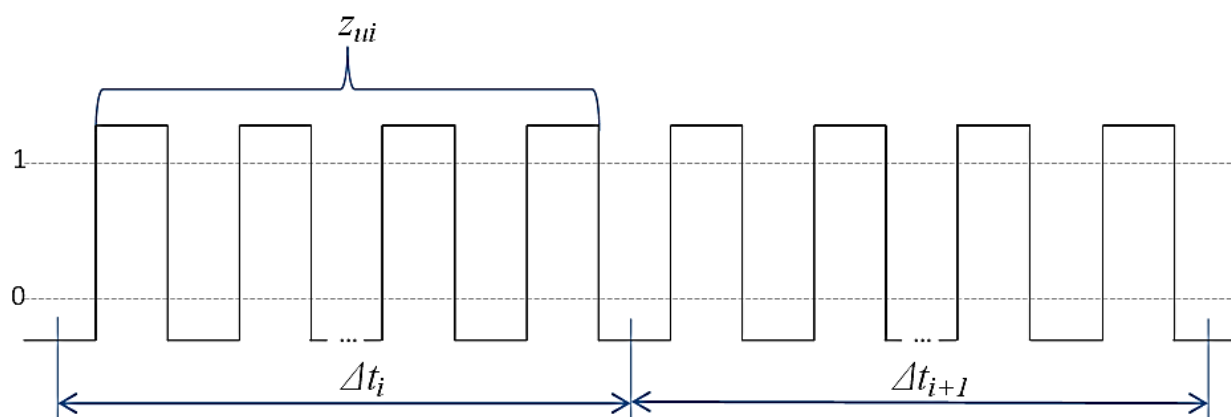


Рисунок 3 – Обработка результатов измерений

Ниже приводится пример выражения для вычисления линейной скорости автомобиля:

$$V_i = 3600 \cdot \frac{z_{ni}}{k \cdot \Delta t_i} \quad (8)$$

где z_{ni} – заранее заданное количество импульсов, имп;

k – калибровочное значение, имп/ км (для расчета скорости автомобиля ГАЗ 2217 было принято 482 имп/км);

Δt_i – время прохождения z_{ni} , с.

Метрологическая оценка комплекса позволила заключить, что относительная погрешность измерения линейной скорости автомобиля и угловой скорости колеса не превышает 2.4 %, а расхода топлива – 4.4 %

Результаты и обсуждения. Результаты измерений и данных представлены на рисунках 5 и 6. Зависимость скорости автомобиля от времени (рис. 4) получена при движении на каждой из пяти передач автомобиля. Эти данные послужили для расчета эффективного крутящего момента и эффективной мощности по внешней скоростной характеристике. Исходя из условий движения автомобиля, (разгон до 100 км/ч при полностью нажатой педали управления подачей топлива) экспериментальные точки ниже 2000 мин⁻¹ (рис. 5) не вошли в характеристику.

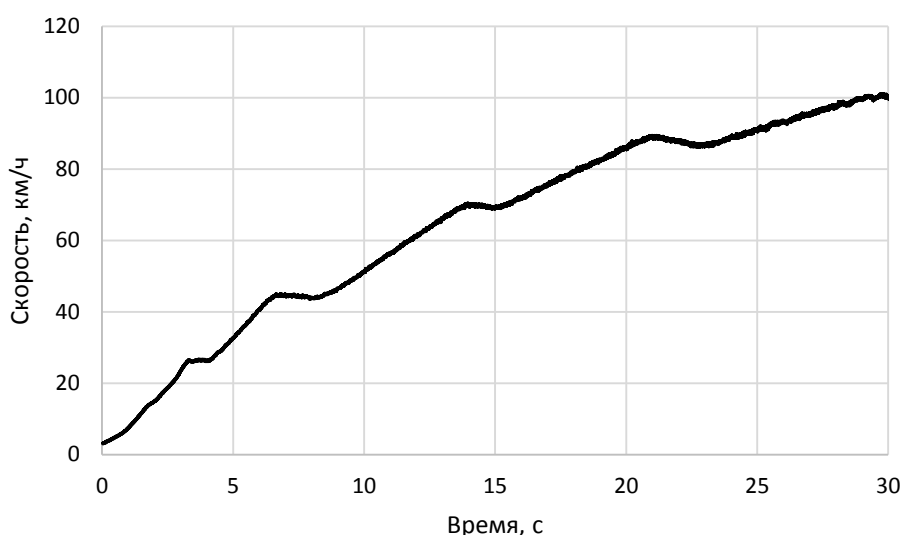


Рисунок 4 – Зависимость изменения скорости от времени при разгоне автомобиля ГАЗ 2217 до 100 км/ч

Расчетные данные, полученные экспериментально, согласуются с паспортной внешней скоростной характеристикой (ВСХ) данного дизельного двигателя. Анализ графиков показывает, что фактические значения эффективного крутящего момента в диапазоне 2000 – 3500 мин⁻¹ отличаются на 6.5 % (в исходной характеристике максимальный крутящий момент составляет 310 Нм в диапазоне 2000 – 3500 мин⁻¹). Это обусловлено различием в комплектациях двигателя автомобиля в стендовых и эксплуатационных условиях.

Выводы. 1. Разработанный компьютерный комплекс для измерения тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля в

дорожных условиях позволяет оценить ускорение, скорость и путь автомобиля с достаточной для практики точностью (относительная погрешность 2.4 %).

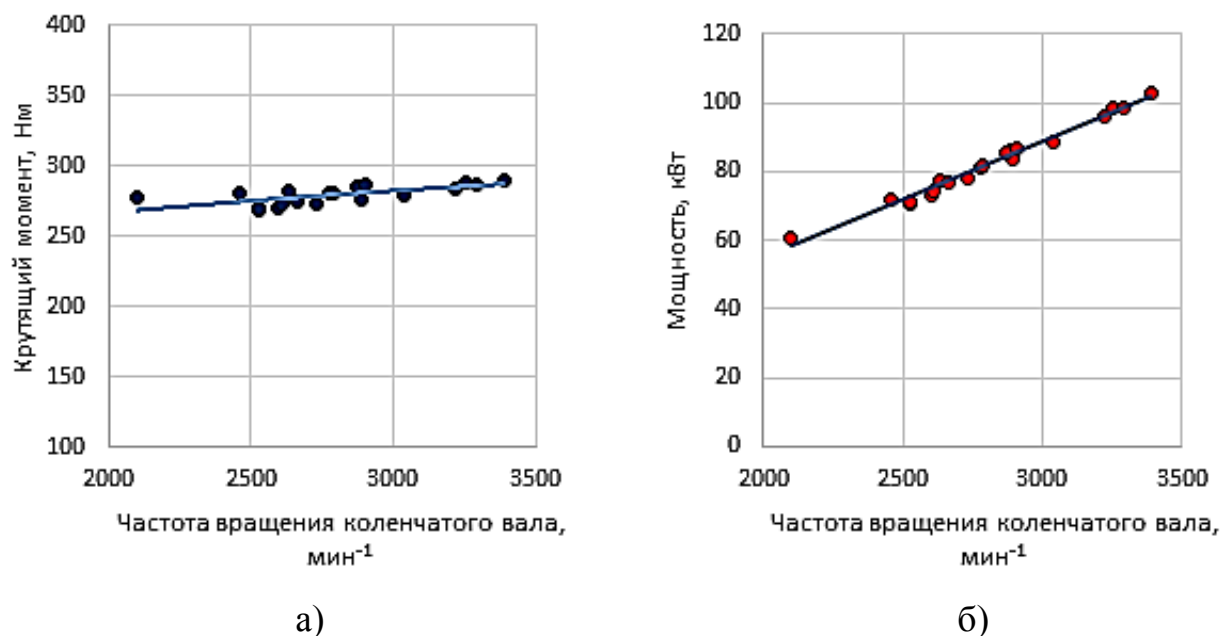


Рисунок 5 – Расчетные данные внешней скоростной характеристики автомобиля ГАЗ 2217 с дизельным двигателем ISf 2.8 Cummins
а – эффективный крутящий момент; б – эффективная мощность.

2. Для получения данных о тягово-скоростных свойствах автомобиля наиболее целесообразно использование штатного датчика угловой скорости антиблокировочной тормозной системы для колеса, работающего в ведомом режиме. В случае использования датчика угловой скорости колеса, работающего в ведущем режиме, необходимо учитывать скоростные и силовые потери в шине.

3. В аккумуляторных топливоподающих системах дизелей целесообразно применять способ расхода топлива двигателем, как разность расходов в подающей и возвратной магистралях, т. к. они сами по себе увеличивают количество диагностической информации о техническом состоянии системы топливоподачи.

Список литературы

1. Головных И.М. Резервы и методы топливосбережения при перевозках грузов автомобильным транспортом / И.М. Головных – Иркутск: ИрГТУ, 1996. – 214 с.
2. Кривцов С.Н. Использование дилерского диагностического программного обеспечения для сбора данных о режиме работы автомобиля с дизельным двигателем / С.Н. Кривцов, В.Г. Зимин, И.В. Малашкин // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: Сб. науч. тр. студентов и преподавателей Института Авиамашиностроения и транспорта //Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2015. – С. 29 – 33.
3. Кривцов С.Н. Методический подход к формированию динамической модели автомобиля с дизельным двигателем, оснащенный аккумуляторной топливоподающей системой / С.Н. Кривцов // Автомобильная промышленность. – 2016 - № 10. – С. 24 – 27.

4. *Кривцов С.Н.* Создание прибора для диагностирования дизельных двигателей на основе компьютерных технологий / С.Н. Кривцов // Матер.Междунар. науч.-практ. конф. “Информационные технологии, системы и приборы АПК АГРОИНФО – 2009” (Новосибирск, 14 – 15 октября 2009 г.) //Новосибирск: НГАУ, 2009. – С. 172 – 176.

5. *Молев Ю.И.* Методика определения расхода топлива автомобиля с использованием данных диагностического протокола OBD II / Ю.И. Молев, П.С. Мошков, Д.А. Соколов, А.Н. Тихомиров., В.В. Щербаков // FUNDAMENTAL RESEARCH № 8, 2015. – С. 74 – 78.

6. *Федотов А.И.* Расчет скоростных потерь в шинах автомобиля в условиях эксплуатации / А.И. Федотов, В.Г. Власов, С.Н. Кривцов // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 9. – С. 44 – 45.

7. *Худяков Д.А.* Диагностика технического состояния автотранспортных средств по расходу топлива на основе информации системы спутникового мониторинга / Д.А. Худяков, И.М. Блянкинштейн // Матер. 90-й Междунар. науч.-техн. конф. “Автомобиль для Сибири и Крайнего Севера. Конструкция, эксплуатация, экономика // Иркутск: Изд-во ИРНИТУ, 2015. – С. 71 – 77.

References

1. Golovnyih I. M. *Rezervyi i metodyi toplivosberezheniya pri perevozkah грузов avtomobilnyim transportom* [Reserves and methods of fuel savings in transporting goods by road]. Irkutsk, 1996, 214 p.

2. Krivtsov S.N. *Ispolzovanie dilerskogo diagnosticheskogo programmnogo obespecheniya dlya sbora dannyih o rezhime raboty avtomobilya s dizelnyim dvigatelem* [Use of dealer diagnostic software to collect data on the mode of vehicle operation with a diesel engine]. Irkutsk, 2015, pp. 29 – 33

3. Krivtsov S.N. *Metodicheskiy podhod k formirovaniyu dinamicheskoy modeli avtomobilya s dizelnyim dvigatelem, osnashchennyim akkumulyatornoy toplivopodayuschey sistemoy* [Methodical approach to the formation of a dynamic model of a car with a diesel engine equipped with a battery fuel supply system]. Avtomobilnaya promyshlennost, 2016, no. 10, pp. 24 – 27.

4. Krivtsov S.N. *Sozдание pribora dlya diagnostirovaniya dizelnyih dvigateley na osnove kompyuternyih tehnologiy* [Creation of a device for diagnosing diesel engines based on computer technology]. Novosibirsk, 2009, pp. 172 – 176.

5. Molev Y.I. *Metodika opredeleniya rashoda topliva avtomobilya s ispolzovaniem dannyih diagnosticheskogo protokola OBD II* [The method of determining the fuel consumption of a car using the OBD II diagnostic protocol data] FUNDAMENTAL RESEARCH, 2015, no. 8, pp. 74 – 78.

6. Fedotov A.I. *Raschet skorostnyih poter v shinah avtomobilya v usloviyah ekspluatatsii* [Calculation of high-speed losses in the tires of a car in operation]. Avtomobilnaya promyshlennost, 2012, no. 9, pp. 44 – 45.

7. Hudyakov D.A. *Diagnostika tehničeskogo sostoyaniya avtotransportnyih sredstv po rashodu topliva na osnove informatsii sistemyi sputnikovogo monitoring* [Diagnosis of the technical condition of vehicles for fuel consumption based on information from the satellite monitoring system]. Irkutsk, 2015, pp. 71 – 77.

Сведения об авторах:

Кривцова Татьяна Игоревна – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта Института авиамашиностроения и транспорта. Иркутский национальный исследовательский технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, К-121, тел. 89501116407, e-mail: tatyana_krivcova1985@mail.ru).

Свирбутович Ольга Александровна – кандидат социологических наук, доцент кафедры автомобильного транспорта Института авиамашиностроения и транспорта. Иркутский национальный исследовательский технический университет (664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83, К-123, тел.89149117086, e-mail: zazetta77@mail.ru).

Information about authors:

Krivtsova Tatyana I. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Motor Transport of Institute Aviation Machine Building and Transport. Irkutsk National Research Technical University (K-123, 83, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664074, tel. 89501116407, e-mail: tatyana_krivtsova1985@mail.ru).

Svirbutovich Olga A. – Candidate of Sociology Sciences, Ass. Prof. of Department of Motor Transport of Institute Aviation Machine Building and Transport. Irkutsk National Research Technical University (K-123, 83, Lermontov str., Irkutsk, Russia, 664074, tel. 89149117086, e-mail: zazetta77@mail.ru).

УДК 629.114.2.004.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТРАКТОРОВ
ПРИ ТРОГАНИИ С МЕСТА ПОД НАГРУЗКОЙ**

А.М. Криков, А.Е. Немцев, С.В. Хабардин, Н.А. Михайлов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Установлено, что все известные математические описания энергетических параметров, получаемые при различных режимах тяговых испытаний машин при трогании с места под нагрузкой, согласуются между собой, что свидетельствует о правильности их получения. Наилучший режим тяговых испытаний – при максимальной силе тяги. При этом наиболее предпочтительными формулами для вычислений энергетических параметров по результатам испытаний являются такие, которые учитывают известные паспортные значения эффективного крутящего момента двигателя и его эффективной мощности. В совокупности это позволит упростить процесс тяговых испытаний и получить более точные результаты.

Ключевые слова: трактор, испытание, процесс, мощность, расход топлива, параметр, определение, математическое описание.

**DETERMINATION OF ENERGY PARAMETERS OF TRACTORS
MOVING FROM A STANDSTILL UNDER LOAD**

Krikov A.M., Nemtsev A.E., Khabardin S.V., Mikhailov N.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

It is established that all known mathematical descriptions of energy parameters obtained under different conditions of traction testing machines when moving from a standstill under load, are consistent, that indicates they are correct. The best mode of traction tests is at maximum traction power. In this case, the most preferred formulas for calculating the energy parameters from the test results are those that take into account the known passport values of the effective torque of the engine and its effective power. As a whole, this will simplify the process of traction testing and obtain more results that are accurate.

Keywords: tractor, test, process, power, fuel consumption, parameter, definition, mathematical description.

Известно, что мощностные и топливные (энергетические) показатели тракторов определяют при тяговых испытаниях машин в движении и при трогании с места под нагрузкой. В нашей статье далее пойдет речь только о тяговых испытаниях машин при трогании с места под нагрузкой.

Однако прежде чем приступить к изложению основного материала статьи, сделаем некоторые пояснения относительно предмета нашего исследования. К настоящему времени в теории тяговых испытаний при трогании машины с места под нагрузкой получены различные математические описания, причем одних и тех же (одноименных) энергетических параметров [1, 2, 3, 4]. Например, номинальная эффективная мощность двигателя испытываемой машины может быть определена при номинальном и максимальном режимах испытаний и затем вычислена по одной из двух формул, относящихся к одному из указанных режимов испытаний. В связи с этим возникает вопрос соответствия формул по одноименным параметрам, то есть речь идет о правильности математических описаний параметров. Кроме того, поскольку возможно два режима тяговых испытаний при трогании с места под нагрузкой и по каждому режиму при вычислении одного и того же параметра возможно применение двух формул, то, естественно, возникает еще один вопрос, который касается выбора как режима, так и расчетных формул. В сущности, ответу на эти вопросы и посвящена данная работа.

Цель исследования – снижение затрат труда и средств на определение топливно-энергетических показателей тракторов за счет применения тягового метода испытания этих машин при трогании с места под нагрузкой.

Объект исследования – процесс тяговых испытаний машин.

Методика исследования. В основу методики положены теория трактора и автомобиля, а также расчетно-экспериментальный метод определения мощности и расхода топлива при трогании машины с места под нагрузкой.

Обсуждение результатов исследования. Тяговые испытания трактора при трогании с места под нагрузкой – это процесс определения его тягово-динамических и экономических характеристик при трогании машины с места в заданных условиях и в функции тяговой нагрузки, приложенной к тягово-сцепному устройству. Процесс испытаний проходит во взаимодействии, с одной стороны, трактора и тормозного устройства (неподвижного объекта с основанием), а с другой – двигателя и трактора. Тяговые испытания проводят под нагрузкой при отсутствии движения трактора, трогающегося с места. Испытания могут отличаться режимом нагружения машины: первый режим – при номинальной нагрузке [1, 4], второй – при максимальной силе тяги [2, 3].

В ходе испытаний динамометром измеряют силу тяги трактора, а расходомером – часовой расход топлива. Теперь перейдем к теории тяговых испытаний.

Рассмотрим график зависимости тяговой мощности трактора N_T , часового расхода топлива G_T и удельного тягового расхода топлива g_T от силы тяги трактора на крюке P_T (рис. 1). В режиме номинальной нагрузки [1, 4] гипотенуза OA треугольника OAB является прямой, соединяющей начальную точку O кривой линии зависимости $N_T = f(P_T)$ и точку A , где максимальное значение тяговой мощности N_T соответствует номинальному искомому значению тяговой мощности $N_{T(и)}$ при номинальном измеренном значении силы тяги трактора $P_{TH(и)}$. Выразим зависимость $N_T = f(P_T)$ через

$tg\alpha$ треугольника OAB:

$$N_{TH(I)} = P_{TH(I)} tg\alpha. \quad (1)$$

Тогда из (1) $tg\alpha$ примет вид:

$$tg\alpha = \frac{N_{TH(I)}}{P_{TH(I)}}. \quad (2)$$

Из теории трактора известны выражения (3) и (4) [5]:

$$N_{TH} = N_{eH} \eta_M, \quad (3)$$

$$P_{TH} = \frac{M_{eH} i_T \eta_M}{r_K}, \quad (4)$$

где N_{TH} – номинальная тяговая мощность трактора; N_{eH} – номинальная эффективная мощность двигателя; η_M – механический КПД трансмиссии; M_{eH} – номинальный крутящий момент двигателя; i_T – передаточное число трансмиссии; r_K – радиус качения ведущих колес.

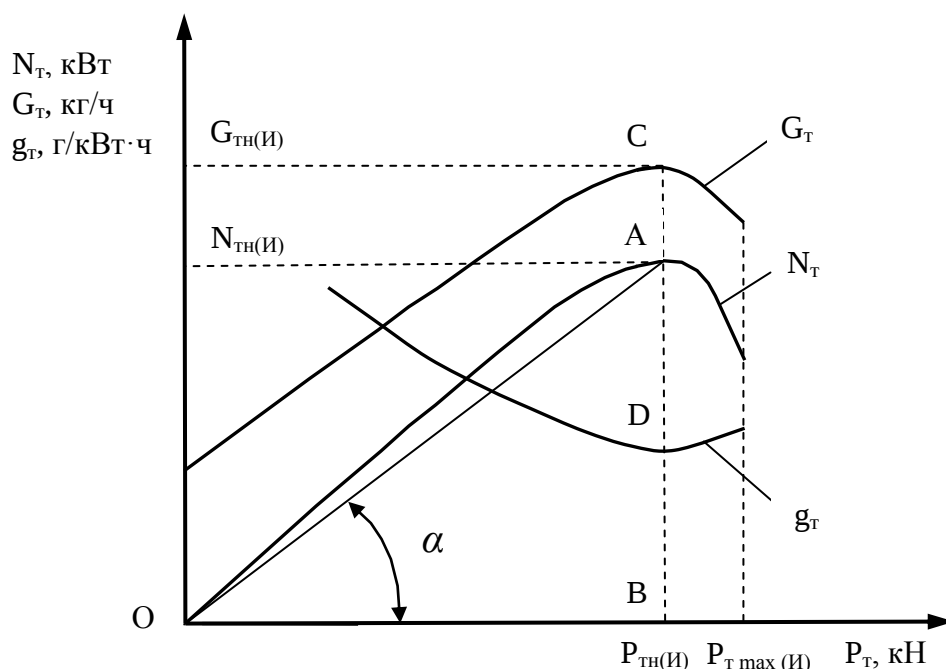


Рисунок 1 – График зависимости тяговой мощности трактора N_m , часового расхода топлива G_m и удельного тягового расхода топлива g_m от силы тяги на крюке P_m трактора

Подставим в правую часть выражения (2) формулы (3) и (4) и после упрощения получим

$$tg\alpha = \frac{N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T}. \quad (5)$$

Тогда искомое значение номинальной тяговой мощности с учетом формулы (1) примет вид:

$$N_{TH(I)} = \frac{P_{TH(I)} N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T}. \quad (6)$$

Теперь найдем значение номинальной эффективной мощности двигателя $N_{eH(I)}$ с учетом механического КПД трансмиссии η_M при $N_{TH} = N_{eH}\eta_M$:

$$N_{eH(I)} = \frac{P_{TH(I)} N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T \eta_M}. \quad (7)$$

В способах определения тяговой мощности трактора [4] и эффективной мощности двигателя [1] при номинальной силе тяги приведены выражения тяговой мощности трактора N_{TH} (8) и с учетом механического КПД трансмиссии η_M – эффективной мощности двигателя N_{eH} (9):

$$N_{TH} = \frac{P_{KH} r_K n_H}{i_T}, \quad (8)$$

$$N_{eH} = \frac{P_{KH} r_K n_H}{i_T \eta_M}, \quad (9)$$

где P_{KH} – номинальная касательная сила тяги трактора при его испытании на ровной горизонтальной площадке $P_{TH(I)} = P_{KH}$, что получено из уравнения тягового баланса трактора [5]; n_H – частота вращения коленчатого вала двигателя.

Сопоставим (6) и (7) с (8), (9) и покажем их соответствие. Для этого в правую часть уравнений (8), (9) подставим значение частоты вращения n_H из известного выражения $N_{eH} = M_{eH} n_H$ [5]. Тогда формулы (8) и (9) для искомых значений примут следующий общий вид:

$$N_{TH(I)} = \frac{P_{TH(I)} N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T}, \quad (10)$$

$$N_{eH(I)} = \frac{P_{TH(I)} N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T \eta_M}. \quad (11)$$

Теперь сопоставим выражения (10) и (11), полученные на основе известных способов [1, 4] с формулами (6) и (7), найденными по тяговой характеристике.

Таким образом, уравнения (6) и (7) идентичны уравнениям (10) и (11), а это значит, что они соответствуют формулам (8) и (9). Следовательно, математическое описание тяговой и эффективной мощности на основе измерений номинальной силы тяги выполнено правильно.

На следующем этапе по аналогичной методике получим эти же параметры на основе максимальной силы тяги и затем проанализируем их.

Для определения мощностных показателей тракторов при максимальной силе тяги необходимо учитывать отношение максимального значения силы тяги $P_{Tmax(I)}$ к номинальному значению $P_{TH(I)}$ (рис.1), равное отношению максимального значения крутящего момента двигателя M_{emax} к номинальному значению M_{eH} . В математическом описании (12):

$$\gamma_T = K_d = \frac{P_{Tmax(I)}}{P_{TH(I)}} = \frac{M_{emax}}{M_{eH}}, \quad (12)$$

где отношение силы тяги представлено коэффициентом γ_T , который по физическому смыслу соответствует коэффициенту приспособляемости K_d , учитывающему отношения значений крутящих моментов двигателя.

Выразим из формулы (12) значение номинальной силы тяги:

$$P_{TH(H)} = \frac{P_{Tmax} M_{eH}}{M_{e max}}. \quad (13)$$

Затем подставим полученное выражение $P_{TH(H)}$ в формулы (6) и (7). В результате искомые значения номинальной тяговой мощности трактора $N_{TH(H)}$ и эффективной мощности двигателя $N_{eH(H)}$ при измеренном максимальном значении силы тяги $P_{Tmax(H)}$ примут вид:

$$N_{TH(H)} = \frac{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}{M_{e max} i_T}, \quad (14)$$

$$N_{eH(H)} = \frac{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}{M_{e max} i_T \eta_M}. \quad (15)$$

Кроме того, известны выражения способов определения тяговой мощности трактора N_{TH} (16) [2] и эффективной мощности двигателя N_{eH} (17) [3] при максимальной силе тяги P_{Tmax} или $P_{Tmax(H)}$ (рис. 1). При $\eta_{TY}=1$, где η_{TY} – коэффициент полезного действия тормозной установки, эти выражения примут вид:

$$N_{TH} = \frac{P_{Tmax}}{\gamma_T} \operatorname{tg} \alpha, \quad (16)$$

$$N_{eH} = \frac{P_{Tmax}}{\gamma_T \eta_M} \operatorname{tg} \alpha. \quad (17)$$

Сопоставим (14), (15) с (16), (17) и покажем соответствие этих формул. Для этого в (16), (17) подставим формулу (5) и отношение моментов правой части равенства (12). После выполнения указанных действий получим значения $N_{TH(H)}$ (18) и $N_{eH(H)}$ (19):

$$N_{TH(H)} = \frac{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}{M_{e max} i_T}, \quad (18)$$

$$N_{eH(H)} = \frac{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}{M_{e max} i_T \eta_M}. \quad (19)$$

Следовательно, уравнения (18) и (19) соответствуют уравнениям (14) и (15), а это значит, что формулы (14) и (15) соответствуют формулам (16) и (17).

После рассмотрения параметров мощности перейдем к параметрам удельного расхода топлива. При этом работу выполним в том же порядке, как это было сделано с параметрами мощности.

Для начала отметим, что удельный расход топлива g_T в общем виде определяется отношением часового расхода топлива G_T к значению мощности N_T (рис. 1). Тогда математические описания удельного тягового $g_{T(H)}$ и

удельного эффективного расхода топлива $g_{e(H)}$ при измеренных значениях часового расхода топлива $G_{TH(H)}$ в различных режимах могут быть представлены общими формулами (20) и (21):

$$g_{T(H)} = \frac{G_{TH(H)}}{N_{TH(H)}}, \quad (20)$$

$$g_{e(H)} = \frac{G_{TH(H)}}{N_{eH(H)}}. \quad (21)$$

Параметры удельного расхода топлива при номинальной нагрузке или при номинальной силе тяги получим следующим образом. Преобразуем (20), (21) с учетом (6), (7) и в результате получим формулы для определения удельного тягового и удельного эффективного расхода топлива при номинальной нагрузке или при номинальной силе тяги:

$$g_{T(H)} = \frac{G_{TH(H)} M_{eH} i_T}{P_{TH(H)} N_{eH} r_K}, \quad (22)$$

$$g_{e(H)} = \frac{G_{TH(H)} M_{eH} i_T \eta_M}{P_{TH(H)} N_{eH} r_K}. \quad (23)$$

При известных выражениях (8), (9) [4, 1] формулы (20), (21) примут вид (24), (25):

$$g_{T(H)} = \frac{G_{TH(H)} i_T}{P_{KH} r_K n_H}, \quad (24)$$

$$g_{e(H)} = \frac{G_{TH(H)} i_T \eta_M}{P_{KH} r_K n_H}. \quad (25)$$

Далее найдем формулы для определения удельного тягового и удельного эффективного расхода топлива при максимальной силе тяги. Для этого в (20), (21) при $G_{TH(H)} = G_{Tmax(H)}$ (рис.1) подставим (14), (15):

$$g_{T(H)} = \frac{G_{Tmax(H)} M_{emax} i_T}{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}, \quad (26)$$

$$g_{e(H)} = \frac{G_{Tmax(H)} M_{emax} i_T \eta_M}{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}. \quad (27)$$

Преобразуем формулы (20), (21) с учетом (16), (17) [2, 3] в формулы (28), (29):

$$g_{T(H)} = \frac{G_{Tmax} \gamma_T}{P_{Tmax} \operatorname{tg} \alpha}, \quad (28)$$

$$g_{e(H)} = \frac{G_{Tmax} \gamma_T \eta_M}{P_{Tmax} \operatorname{tg} \alpha}. \quad (29)$$

В результате преобразования выражений (20), (21) с учетом соответствующих формул определения мощностных параметров получены математические описания удельного тягового и удельного эффективного расхода топлива при номинальной и максимальной силе тяги. При этом

уравнения (22) и (23) соответствуют уравнениям (24) и (25), а значит формулы (26) и (27) соответствуют формулам (28) и (29).

Результаты выполненного исследования представлены в табл. 1, где формулы для определения энергетических параметров, полученные по тяговой характеристике в данной статье, приведены в столбце с обозначением “Вариант А”, а математические описания известных способов тяговых испытаний машин – “Вариант Б”, при этом номера формул соответствуют их номерам в тексте.

Анализ результатов исследования (табл. 1) показывает, что математические описания (16), (17), (28) и (29) включают в себя коэффициенты γ_T и $tg\alpha$, значения которых неизвестны или их требуется устанавливать, что приводит к дополнительным затратам труда. Вместе с тем в формулах (14), (15), (26), (27) энергетических параметров эти составляющие коэффициенты в результате математических преобразований сводятся к известным паспортным значениям M_{eH} , N_{eH} , что весьма важно для практики. Следовательно, определение энергетических параметров тракторов в режиме максимальной силы тяги целесообразно производить по формулам (14), (15), (26), (27).

Таблица 1 – Результаты исследования тягового метода испытаний тракторов при трогании с места под нагрузкой

Режимы испытаний	Математические описания энергетических параметров тракторов при трогании с места под нагрузкой	
	Вариант А	Вариант Б
При нагружении трактора номинальной силой тяги	$N_{TH(H)} = \frac{P_{TH(H)} N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T} \quad (6)$ $N_{eH(H)} = \frac{P_{TH(H)} N_{eH} r_K}{M_{eH} i_T \eta_M} \quad (7)$ $g_{T(H)} = \frac{G_{TH(H)} M_{eH} i_T}{P_{TH(H)} N_{eH} r_K} \quad (22)$ $g_{e(H)} = \frac{G_{TH(H)} M_{eH} i_T \eta_M}{P_{TH(H)} N_{eH} r_K} \quad (23)$	$N_{TH} = \frac{P_{KH} r_K n_H}{i_T} \quad (8)$ $N_{eH} = \frac{P_{KH} r_K n_H}{i_T \eta_M} \quad (9)$ $g_{T(H)} = \frac{G_{TH(H)} i_T}{P_{KH} r_K n_H} \quad (24)$ $g_{e(H)} = \frac{G_{TH(H)} i_T \eta_M}{P_{KH} r_K n_H} \quad (25)$
При нагружении трактора максимальной силой тяги	$N_{TH(H)} = \frac{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}{M_{emax} i_T} \quad (14)$ $N_{eH(H)} = \frac{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K}{M_{emax} i_T \eta_M} \quad (15)$ $g_{T(H)} = \frac{G_{Tmax(H)} M_{emax} i_T}{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K} \quad (26)$ $g_{e(H)} = \frac{G_{Tmax(H)} M_{emax} i_T \eta_M}{P_{Tmax(H)} N_{eH} r_K} \quad (27)$	$N_{TH} = \frac{P_{Tmax}}{\gamma_T} tg\alpha \quad (16)$ $N_{eH} = \frac{P_{Tmax}}{\gamma_T \eta_M} tg\alpha \quad (17)$ $g_{T(H)} = \frac{G_{Tmax} \gamma_T}{P_{Tmax} tg\alpha} \quad (28)$ $g_{e(H)} = \frac{G_{Tmax} \gamma_T \eta_M}{P_{Tmax} tg\alpha} \quad (29)$

Результаты касающиеся вопросов погрешности, которые представлены в таблице 2 на примере удельного эффективного расхода топлива.

Анализ формул по наличию факторов погрешности (табл. 2) показывает, что дополнительным условием при измерении силы тяги трактора $P_{тн(н)}$ и часового расхода топлива $G_{тн(н)}$ в процессе нагружения трактора номинальной силой тяги является контроль частоты вращения коленчатого вала двигателя n_n , которая должна соответствовать номинальным значениям. Ясно, что дополнительная контрольная операция как фактор погрешности усложняет процесс измерения силы тяги трактора и часового расхода топлива. Этого не требуется в процессе испытаний при максимальной силе тяги и поэтому названный режим является более простым и точным и, следовательно, наиболее предпочтительным.

Таблица 2 – Анализ формул определения удельного эффективного расхода топлива по наличию факторов погрешности

Математические описания определения удельного эффективного расхода топлива	Параметры математических описаний		
	переменные	условно постоянные	постоянные
1. При нагружении трактора номинальной силой тяги			
$g_{e(н)} = \frac{G_{тн(н)} M_{eH} i_T \eta_M}{P_{тн(н)} N_{eH} r_K} \quad (23)$	$G_{тн(н)},$ $P_{тн(н)}$ при контроле n_n	η_M	$M_{eH}, i_T,$ N_{eH}, r_K
2. При нагружении трактора максимальной силой тяги			
$g_{e(н)} = \frac{G_{Tmax(н)} M_{emax} i_T \eta_M}{P_{Tmax(н)} N_{eH} r_K} \quad (27)$	$G_{Tmax(н)},$ $P_{Tmax(н)}$	η_M	$M_{emax}, i_T,$ N_{eH}, r_K

Выводы. 1. Установлено, что все известные математические описания энергетических параметров, получаемые при различных режимах тяговых испытаний машин при трогании с места под нагрузкой, согласуются между собой, что свидетельствует о правильности их получения.

2. Наилучший режим тяговых испытаний – при максимальной силе тяги. При этом наиболее предпочтительными формулами для вычислений энергетических параметров по результатам испытаний являются такие, которые учитывают известные паспортные значения эффективного крутящего момента двигателя и его эффективной мощности. В совокупности это позволит упростить процесс тяговых испытаний и получить более точные результаты.

Список литературы

1. Патент 2430338 Рос. Федерация, МПК G 01 L 5/00 (2006.01). Способ определения номинальной эффективной мощности двигателя транспортной машины / Хабардин С. В.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО “Иркут. гос. с.-х. акад.” – № 2010113026/28; заявл. 05.04.2010; опубл. 27.09.2011, Бюл. № 27. – 7 с.

2. Патент 2430339 Рос. Федерация, МПК G 01 L 5/13 (2006.01). Способ определения тяговой мощности транспортного средства при его испытании в тяговом режиме трогания с места / В.Н. Хабардин, С.В. Хабардин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО “Иркут. гос. с.-х. акад.” – № 2009134577/28; заявл. 15.09.2009; опубл. 27.09.2011 Бюл. № 27. – 9 с.

3. Патент 2430340 Рос. Федерация, МПК G 01 L 5/13 (2006.01). Способ определения эффективной мощности двигателя транспортной машины при ее испытании в тяговом режиме трогания с места / В.Н. Хабардин, С.В. Хабардин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО “Иркут. гос. с.-х. акад.” – № 2009134575/28; заявл. 15.09.2009; опубл. 27.09.2011, Бюл. № 27. – 7 с.

4. Патент 2438105 Рос. Федерация, МПК G 01 L 5/13 (2006.01). Способ определения номинальной тяговой мощности транспортной машины / С.В. Хабардин; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО “Иркут. гос. с.-х. акад.” – № 2010113029/28; заявл. 05.04.2010; опубл. 27.12.2011, Бюл. № 36. – 5 с.

5. *Фере Н.Э.* Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / *Фере Н.Э.* – М.: Колос, 1978. – 256 с.

References

1. *Pat. 2430338 Ros. Federatsiya, MPK G 01 L 5/00 (2006.01). Sposob opredeleniya nominal'noy effektivnoy moshhnosti dvigatelya transportnoy mashiny* [The method for determining the nominal effective power of a motor of a transport vehicle] Khabardin S.V.; *zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO “Irkut. gos. s.-kh. akad.” – № 2010113026/28 ; zayavl. 05.04.2010; opubl; 27.09.2011, Byul. № 27. – 7 p.*

2. *Pat. 2430339 Ros. Federatsiya, MPK G 01 L 5/13 (2006.01). Sposob opredeleniya tyagovoy moshhnosti transportnogo sredstva pri ego ispytanii v tyagovom rezhime trovaniya s mesta* [A method for determining the traction power of a vehicle when it is tested in the traction mode of starting from a place] Khabardin V.N., Khabardin S.V.; *zayavitel' I patentoobladatel' FGOU VPO “Irkut. Gos. S.-kh. Akad.” – № 2009134577/28; zayavl. 15.09.2009; opubl. 27.09.2011, Byul. № 27. – 9 p.*

3. *Pat. 2430340 Ros. Federatsiya, MPK G 01 L 5/13 (2006.01). Sposob opredeleniya effektivnoy moshhnosti dvigatelya transportnoy mashiny pri ee ispytanii v tyagovom rezhime trovaniya s mesta* [The method for determining the effective power of the engine of a transport vehicle when it is tested in the traction mode of starting]. Khabardin V.N., Khabardin S.V.; *zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO “Irkut. gos. s.-kh. akad.” – № 2009134575/28; zayavl. 15.09.2009; opubl. 27.09.2011, Byul. № 27. – 7 p.*

4. *Pat. 2438105 Ros. Federatsiya, MPK G 01 L 5/13 (2006.01). Sposob opredeleniya nominal'noy tyagovoy moshhnosti transportnoy mashiny* [The method of determining the nominal traction power of a transport vehicle]. Khabardin S.V.; *zayavitel' i patentoobladatel' FGOU VPO “Irkut. gos. s.-kh. akad.” – № 2010113029/28; zayavl. 05.04.2010; opubl. 27.12.2011, Byul. № 36. – 5 p.*

5. *Fere N.E. Posobie po ekspluatatsii mashinno-traktornogo parka* [Manual for the operation of the machine and tractor fleet]. Moscow, 1978, 256 p.

Сведения об авторах:

Криков Аркадий Максимович – доктор технических наук, профессор лаборатории технического сервиса МТП. Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН (630501, Новосибирская область, Новосибирский район, п. Краснообск, т. 89537646343, e-mail: krikov2010@mail.ru)

Михайлов Никита Андреевич – аспирант кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, т. 89501039154, e-mail: fair.irk@mail.ru).

Немцев Анатолий Егорович – доктор технических наук, старший научный сотрудник лаборатории технического сервиса МТП. Сибирский институт механизации и электрификации сельского хозяйства СФНЦА РАН (630501, Новосибирская область, Новосибирский район, п. Краснообск, т. 89139110611, e-mail: nemcev.nsk@yandex.ru).

Хабардин Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машинно-тракторного парка, безопасности жизнедеятельности и профессионального обучения инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, т. 89500901183, e-mail: fair.irk@mail.ru).

Information about authors:

Krikov Arkadiy M. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Technical Service Laboratory of MTP. Siberian Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of Siberian Federal Scientific Center of Agrobio technologies of the Russian Academy of Sciences (Box 463, SybNIIESKh SFNZ RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk district, Novosibirsk Region, 630501, tel. 89537646343, e-mail: krikov2010@mail.ru)

Mikhailov Nikita A. – Ph.D student of Department of Exploitation of Machinery and Tractor Park, Life Safety and Professional Education of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89501039154, e-mail: fair.irk@mail.ru).

Nemtsev Anatoly E. – Doctor of Technical Sciences, Ph.D Siberian Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture of Siberian Federal Scientific Center of Agrobio technologies of the Russian Academy of Sciences (Box 463, SybNIIESKh SFNZ RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, tel. 89139110611, e-mail: nemcev.nsk@yandex.ru).

Khabardin Sergey V. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department Exploitation of Machinery and Tractor Park, Life Safety and Professional Education of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500901183, e-mail: fair.irk@mail.ru).

УДК 631.356.4:658.562

ОБОСНОВАНИЕ ДЛИНЫ НАКЛОННОЙ СЕПАРИРУЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ

А.В. Кузьмин, С.С. Остроумов

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. *Иркутск, Россия*

В условиях Иркутской области предпочтительнее применять роторные сепараторы. В данной работе – обосновать параметры наклонной сепарирующей поверхности картофелеуборочной машины, обеспечивающие минимум повреждений клубней при уборке. В процессе работы сепаратора имеет место удар клубней о поверхность сепаратора, который может вызвать повреждения картофеля. Анализируя траектория движения клубней, можно принять, что длина наклонной сепарирующей поверхности должна быть в пределах 500 – 700 мм. При известном наружном диаметре роторов эти значения соответствуют трём-четырёх валам наклонной части сепаратора.

Ключевые слова: уборка картофеля, повреждаемость клубней, картофелеуборочная машина, рабочие органы, удар клубня.

**FOUNDATION OF LENGTH OF THE INCLINED SEPARATOR
SURFACE OF POTATO-TUBE MACHINE**

Kuzmin A.V., Ostroumov S.S.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

In Irkutsk region it is preferable to use rotor separators. The purpose of this work is to justify the parameters of the inclined separating surface of the potato harvest machine, which ensure minimum damage to the tubers during harvesting. While the separator operates, the tubers strike the surface of the separator, which can cause damage to the potato. According to the trajectory of the tubers' motion, it can be assumed that the length of the inclined separating surface should be within 500 – 700 mm. With the known outer diameter of the rotors, these values correspond to three to four shafts of the inclined part of the separator.

Keywords: potato harvesting, tuber damage, potato harvest machine, working organs, tuber blow.

Существует следующая проблема картофелеводства: возрастающий удельный вес механических повреждений клубней при уборке. Механические повреждения клубней картофеля зависят от многих причин, в том числе и от конструкции уборочных машин.

Анализируя картофелеуборочные машины, следует отметить, что в качестве сепарирующих органов наиболее широкое распространение получили прутковые элеваторы, как менее повреждающие клубни. Однако прутковые элеваторы наиболее эффективно сепарируют на легких почвах. Но в Иркутской области чаще встречаются более тяжелые почвы. Поэтому в условиях Иркутской области и в других районах с такими почвами необходимо применять вместо прутковых сепараторов другие более активные рабочие органы, например, роторные сепараторы.

Нами разработана картофелеуборочная машина с роторным сепаратором. Для определения параметров рабочих органов картофелеуборочной машины проводились испытания экспериментального картофелекопателя. При движении уборочного агрегата два рядка картофеля подкапывались лемехом, далее масса поступала на сепаратор, где подвергалась интенсивному разделению на пальчатой поверхности. Почва проходила в зазоры между дисками, а клубни переносились по поверхности сепаратора и, направляемые сужающимися щитками, укладывались на поверхность поля.

Уборка проводилась на первой передаче трактора при скорости движения около 5 км/ч. Полнота отделения примесей и повреждаемость клубней определялась по ГОСТ 54781-2011 “Машины для уборки картофеля. Методы испытаний”. Сепаратор данного картофелекопателя представляет собой систему параллельных валов. Достоинство такого сепаратора – высокая просеивающая способность при малой длине сепарирующей поверхности.

После удара с наклонной сепарирующей поверхностью, клубень, отскочив, должен упасть на горизонтальную сепарирующую поверхность. Если длина наклонной сепарирующей поверхности будет больше, чем необходимо, то клубень может вновь удариться о наклонную часть сепаратора, что будет способствовать большей его повреждаемости.

Для определения траектории полёта клубня, отраженного пальцем ротора, рассмотрим его дальнейшее движение.

На клубень действует сила тяжести $P = mg$ и сила сопротивления воздуха $Q = -\mu v$.

Дифференциальные уравнения движения будут иметь вид [1]:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = -\mu u_x = -\mu \frac{dx}{dt}, \quad (1)$$

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} = -mg - \mu u_y = -mg - \mu \frac{dy}{dt}, \quad (2)$$

Начальные условия:

$$\begin{aligned} \text{при } t = 0 \quad X &= R \sin(\omega \tau) = -R \sin(\omega \tau) \\ Y &= R \cos(-\omega \tau) = R \cos(\omega \tau). \end{aligned}$$

Уравнения (1) и (2) представляют собой линейные дифференциальные уравнения второго порядка с постоянными коэффициентами. Составив характеристические уравнения и найдя их корни, можно записать общее решение дифференциальных уравнений в виде [1]:

$$X = C_1 + C_2 e^{-\frac{\mu}{m} t}, \quad (3)$$

$$Y = C_3 + C_4 e^{-\frac{\mu}{m} t} - \frac{mg}{\mu} t, \quad (4)$$

Для определения постоянных интегрирования с учётом начальных условий получим систему уравнений [1]:

$$\begin{cases} -R \sin(\omega \tau) = C_1 + C_2 \\ u_x = -\frac{\mu}{m} C_2 \\ R \cos(\omega \tau) = C_3 + C_4 \\ u_y = -\frac{\mu}{m} C_4 - \frac{mg}{\mu} \end{cases}, \quad (5)$$

Решая полученную систему, найдём:

$$\begin{aligned} C_1 &= -R \sin(\omega \tau) + \frac{m u_x}{\mu}, \\ C_2 &= -\frac{m u_x}{\mu}, \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} C_3 &= R \cos(\omega \tau) + \frac{m}{\mu} \left(u_x + m \frac{g}{\mu} \right), \\ C_4 &= -\frac{m}{\mu} \left(u_y + m \frac{g}{\mu} \right). \end{aligned} \quad (7)$$

Подставив (6) в (3), а (7) в (4), получим уравнения движения клубня:

$$X = -R \sin(\omega \tau) + \frac{m u_x}{\mu} \left(1 - e^{-\frac{\mu}{m} t} \right), \quad (8)$$

$$Y = R \cos(\omega\tau) + \frac{m}{\mu} \left(u_x + \frac{mg}{\mu} \right) \left(1 - e^{-\frac{\mu}{m}t} \right) - \frac{mg}{\mu} t. \quad (9)$$

Исключив параметр t из уравнений (8) и (9), получим уравнение траектории клубня:

$$Y = R \cos(\omega\tau) + \left(u_x + \frac{mg}{\mu} \right) \left(\frac{x + R \sin(\omega\tau)}{u_x} \right) + \frac{m^2 g}{\mu^2} \ln \left[1 - \frac{\mu}{mu_x} (x + R \sin(\omega\tau)) \right], \quad (10)$$

Полученные расчетным путём траектории движения клубня для угловой скорости вращения валов 8, 9 и 10 с⁻¹ показаны сплошными линиями на рисунке. Штриховыми линиями обозначены траектории движения клубней, полученные в результате киносъёмки рабочего процесса сепаратора.

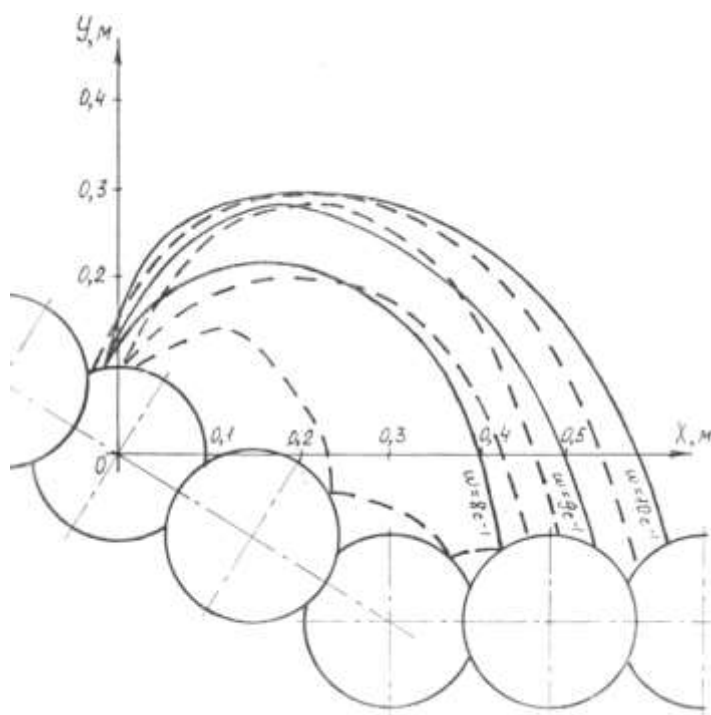


Рисунок – Траектории полёта клубня после удара

В большинстве случаев действительные траектории близки к теоретическим, однако когда масса вороха не позволяет клубням отразиться от роторов на большую высоту, тогда клубни пролетают близко к сепарирующей поверхности.

Выводы. 1. Анализируя траектории движения клубней, можно принять, что длина наклонной сепарирующей поверхности должна быть в пределах 500 – 700 мм.

2. При известном наружном диаметре роторов эти значения соответствуют трём-четырёх валам наклонной части сепаратора.

Список литературы

1. *Остроумов С.С.* Параметры и режимы работы роторного сепаратора для повышения эффективности растительных примесей от клубней картофеля / *С.С. Остроумов*: Дис. на соиск. уч. степени к.т.н. – Л., 1991. – 163 с.

References

1. *Ostroumov S.S. Parametry i rezhimy raboty roturnogo separatora dlja povyshenija jeffektivnosti rastitel'nyh primesej ot klubnej kartofelja* [Parameters and operating modes of the rotary separator for increasing the efficiency of vegetable impurities from potato tubers]. Dis. Cand., Leningrad, 1991, 163 p.

Сведения об авторах:

Кузьмин Александр Викторович – доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса и общепрофессиональных дисциплин инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Иркутская Область, г. Иркутск, пос. Молодежный; тел. 895085361, e-mail: Kuzmin_burgsha@mail.ru).

Остроумов Сергей Сергеевич – кандидат технических наук. ОАО “Иркутская продовольственная корпорация” (664011, Россия, г. Иркутск, ул. Октябрьской революции, 1, тел. 89041235256, e-mail: s.ostroumov@mail.ru).

Information about authors:

Kuzmin Alexandr V. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department of Technical Service and General Engineering Disciplines of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 895085361, e-mail: Kuzmin_burgsha@mail.ru).

Ostroumov Sergey S. – Candidate of Technical Sciences. Irkutsk Food Corporation (1, Oktyabrskoy Revolyutsii Str., Irkutsk, Russia, 664011, tel. 89041235256, e-mail: s.ostroumov@mail.ru).

УДК 330.131.7:338.45.621.3

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РИСКИ И СПОСОБЫ ИХ СНИЖЕНИЯ В
ЭЛЕКТРОСЕТЕВЫХ КОМПАНИЯХ**

А.В. Ланин, Е.В. Николаенко

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, г. Иркутск, Россия

Проведён анализ причин и факторов, которые могут приводить к возникновению экономических рисков в сфере энергетики. При этом риски такого рода могут оказывать неблагоприятное влияние на функционирование других сфер жизнедеятельности, так как энергетика тесно с ними связана. Перечислены возможные экономические риски в генерирующих, энергосбытовых и электросетевых организациях. Авторами предложены способы снижения рисков в электросетевых компаниях. Выявлено, что наиболее подходящим способом снижения уровня рискованности является прогнозирование надёжности, оно позволяет получить дополнительную информацию о будущем состоянии системы электроснабжения и превентивно сформировать базу запасных элементов, а также разработать план организационно-технических мероприятий для снижения аварийности электрических сетей.

Ключевые слова: риск, надёжность электроснабжение, запасное оборудование, электросетевая компания, экономика.

ECONOMIC RISKS AND METHODS OF RISKS REDUCTION IN
ELECTRONETWORK COMPANIES

Lanin A.V., Nikolayenko E.V.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, *Irkutsk, Russia*

There were analyzed the causes and factors which can lead to the production of the economic risks in the energy area. At the same time, such kinds of risks may have an adverse effect on the activity of other spheres of life because power industry is closely related to these spheres. Possible economic risks are listed in generating, utility and electronetwork companies. The authors propose the ways to reduce risks in electronetwork companies. It has been revealed that the most appropriate way to reduce the level of risk is to predict reliability, it provides additional information on the future state of the electricity supply system and form preventively the base of spare parts, and develops a plan of organizational and technical measures to reduce the accident rate of electrical networks.

Keywords: risk, electric reliability, spare equipment, electronetwork company, economics.

Сфера энергетики – это совокупность отраслей, производств, элементов инфраструктуры, обеспечивающих потребность экономики в энергоресурсах. Фактически все направления жизнедеятельности, так или иначе, связаны с потреблением энергии. При этом энергетическая система России функционирует в едином режиме и включает в себя несколько стадий: выработку, передачу, преобразование, распределение и потребление электрической и тепловой энергии. В процессе работы энергетических предприятий задействовано большое количество оборудования, устройств, элементов, которые функционируют и взаимодействуют не только между собой, но и с окружающими их объектами, т.к. энергетика играет важнейшую роль в развитии экономики, она не может не порождать экономических рисков.

Цель – проанализировать возможные экономические риски в сфере энергетики и предложить способы их снижения.

Материалы исследования. Рассмотрим экономические риски, возникающие в процессе функционирования энергетических предприятий. Следует отметить, что в данном случае мы подразумеваем под **экономическим риском** вероятность (возможность) возникновения дополнительных издержек в будущем, вызванных принятием неверного решения или стратегии в настоящем в условиях неопределенности.

Риски генерирующих компаний. Генерирующие компании обслуживают электростанции, которые, в свою очередь, осуществляют выработку электрической и (в некоторых случаях) тепловой энергии, посредством преобразования любого другого вида энергии в электричество с помощью специальных устройств — генераторов.

Существуют различные типы электростанций:

- гидроэлектростанции (ГЭС);
- теплоэлектростанции: конденсационные, теплофикационные (КЭС, ТЭЦ);
- атомные электростанции (АЭС);

- приливные электростанции (ПЭС);
- солнечные электростанции (СЭС);
- ветровые электростанции (ВЭС);
- биогазовые электростанции;
- геотермальные электростанции (ГЕОТЭС);
- парогазовые установки (ПГУ).

Функционирование генерирующих компаний сопряжено с различного рода экономическими рисками в зависимости от типа электростанции.

Всего можно выделить шесть видов экономических рисков для вырабатывающих энергию организаций, отличающихся причиной их возникновения.

1) Экономический риск, вызванный некорректным формированием запасного оборудования электростанций, влекущим за собой некачественное обслуживание генерирующих мощностей и ущерб от возможных аварий. Такой риск присущ всем типам электростанций.

2) Риск, вызванный неточностью прогнозирования объема электроэнергии для собственных нужд электростанции, что может приводить к переизбытку или недостатку ЭЭ и, соответственно дополнительным финансовым издержкам. С этим типом риска сталкиваются преимущественно ГЭС, ТЭС, биогазовые электростанции, ПГУ, АЭС.

3) Риск, обусловленный погодными факторами: ветровая нагрузка, уровень воды в реке, солнечная активность, температура подземных вод. Так как спрогнозировать погодные условия на длительную перспективу очень сложно, то это вызывает дополнительные потери, связанные с нерабочим простоем ВЭС, СЭС, ГЕОТЭС, а также может влиять на объемы вырабатываемой энергии ГЭС в периоды слабого ветра, несолнечную погоду, при низком уровне воды в реке и т.д. С другой стороны, в период чрезмерной ветровой нагрузки, большого количества солнечных дней возникает избыточная выработка электроэнергии и возникают проблемы с ее хранением.

4) Риск, вызванный недостатком или переизбытком топлива для электростанций. Дополнительные денежные издержки возникают в данном случае из-за неточного планирования запаса топлива. В случае лишних объемов их нужно складировать, а это затраты, при этом топливо может со временем утратить свое качество, что также несет в себе дополнительные траты. Нехватка топлива приводит к простоем оборудования электростанции и снижению объемов производства электроэнергии. Этот тип риска присущ ТЭС, АЭС.

5) Риск резкого (непредвиденного) снижения или увеличения уровня потребления мощности, то есть изменения режима нагрузки. В этом случае издержки возникают в результате малых объемов продаваемой электроэнергии, или дефицита выработки последней и неспособности удовлетворить потребителей в полном объеме. С таким риском сталкиваются все типы электростанций.

6) Риск, сопряженный с влиянием на экологическую обстановку

(выбросы, вредных веществ, экологическая катастрофа в результате аварии на электростанции и др.). Возможность возникновения ущерба обусловлена штрафами за нарушение экологических норм, вплоть до закрытия генерирующего предприятия. Любой тип электростанций подвержен данному риску.

7) Риск выработки электроэнергии низкого качества. Известно, что к качеству электроэнергии предъявляются требования, установленные ГОСТ, они регламентируют определенный уровень напряжения и частоты тока. В случае несоблюдения данных характеристик, оборудование может выйти из строя (сгореть, работать не в полную силу), что, безусловно, ведет к существенным затратам. Данный риск сопровождает работу всех типов электростанций.

8) Риск, обусловленный низкой квалификацией обслуживающего и управляющего персонала. Неквалифицированные кадры, работающие на электростанции, могут нарушить требования норм и правил эксплуатации оборудования, что приводит к авариям и выходу из строя элементов генерирующей системы. Это несет за собой дополнительные издержки. Риск недобросовестного обслуживания присущ всем электростанциям.

9) Риск отставания (морального старения) технологической базы приводит к затратам, которых можно было избежать если оснастить электростанцию современным оборудованием (турбины с более высоким КПД, средства автоматизации и др.).

10) Риск, обусловленный низким уровнем амортизационных отчислений. Амортизация значительно (иногда вдвое) отстает от норм, что приводит к использованию изношенного оборудования, авариям и ущербам. Данный риск актуален для всех типов электростанций, которые достаточно давно введены в эксплуатацию.

11) Риск, вызванный некорректной нормативно-технической базой. В этом случае применяемая документация неточно разграничивает ответственность субъектов при выполнении ими функций. Это приводит к издержкам недоработки, безответственного невыполнения планов и др.

Экономические риски организаций энергосбыта. Энергосбытовые компании осуществляют учет количества потребляемой энергии и взимают плату за ее использование с потребителей. Кроме того, энергосбыт контролирует и борется с несанкционированным использованием энергии. Учет энергопотребления реализуется с помощью специальных приборов - счетчиков активной мощности. Оплата за электроэнергию осуществляется на основе действующих тарифов.

В процессе функционирования организации энергосбыта подвержены следующим экономическим рискам.

1) Риск, связанный с неточностью измерения потребляемой электроэнергии приборами учета. Он может быть обусловлен физическим или моральным старением применяемых счетчиков. При этом потребители не оплачивают часть фактически используемой электроэнергии, что ведет к

непредвиденным издержкам энергосбытовой компании.

2) Риск, вызванный преднамеренной неоплатой (задолженностью) за потребленную электроэнергию. Так как в России продажа энергии осуществляется в долг (то есть сначала потребляется, потом оплачивается), то некоторые субъекты злоупотребляют этим и не платят за уже использованную электроэнергию, что приводит к крупным издержкам предприятий энергосбыта.

3) Риск, обусловленный несанкционированным использованием электрической мощности (воровство электроэнергии). Некоторые потребители подключаются к электрической сети в обход средств учета, соответственно, используемая ими электроэнергия никак не учитывается организациями энергосбыта и не оплачивается. Это приводит к непредвиденным дополнительным затратам (финансовым потерям).

Экономические риски электросетевых компаний. Электросетевые компании отвечают за процесс передачи, преобразования (изменения уровня напряжения) и распределения электроэнергии по потребителям. В течение функционирования задействовано большое количество оборудования: провода воздушных линий электропередачи, кабельные линии, опоры разных типов, трансформаторы, коммутационная аппаратура, средства автоматизации и релейной защиты и т.д. При этом электрические сети располагаются на обширных территориях с различным рельефом и, зачастую, добраться до некоторых узлов такой сети затруднительно. Нагрузка (потребители), питающаяся от линий электропередачи, распределена неравномерно, кроме того, в процессе функционирования электросетевая система подвержена влиянию множества внешних и внутренних факторов, оказывающих влияние на уровень надежности электроснабжения. К внешним следует отнести: погодные условия (ветер, количество осадков и др.), непредвиденное вмешательство в работу сетей человека или диких животных (срезание проводов, попадание птиц или кошек в трансформаторные пункты и т.д.). К внутренним факторам можно причислить: неквалифицированное обслуживание электрооборудования персоналом электросетевой компании, нехватка ресурсов материально-технической базы для проведения ремонтов и замены устаревшего оборудования, ошибки оперативно-диспетчерских служб в процессе выбора режима работы сетей, влияние отклонения показателей качества электроэнергии на надежность электроснабжения.

Влияние множества факторов на функционирование электросетевой организации приводит к возможным экономическим рискам.

1) Риск, обусловленный низким качеством передаваемой электроэнергии. Отклонения напряжения и частоты могут негативно влиять на работоспособность оборудования сетей и, соответственно, к отказам электроснабжения, что приводит к недоотпуску электроэнергии потребителям и дополнительным издержкам электросетевой компании.

2) Экономический риск, вызванный приближенными расчетами при планировании количества единиц запасного оборудования электрических

сетей. Приводит к некачественному обслуживанию и более длительному ремонту линий электропередачи, трансформаторных подстанций и других типов эксплуатируемого оборудования, что ведет к дополнительному ущербу от аварийных отключений.

3) Риск, вызванный негибкостью вновь вводимых в эксплуатацию электросетевых систем. Потребляемая мощность и количество потребителей постоянно растут, исходя из этого, периодически требуется пересматривать маршруты передачи электроэнергии, то есть менять структуру электрической сети, для этого она должна быть гибкой. В ином случае возникают дополнительные затраты на масштабное перестроение существующей системы электроснабжения.

4) Риск неквалифицированного обслуживания. Слабый уровень подготовки персонала электросетевой компании способен привести к ошибкам в эксплуатации оборудования и, соответственно, к незапланированным отключениям, что, безусловно, влечет за собой дополнительные траты на восстановление работоспособности элементов электрической сети и на переобучение (или замену) низкоквалифицированного сотрудника.

5) Риск длительных аварийных простоев электрооборудования сопряжен с предыдущим риском. Обусловлен высокими временными затратами на поиск и устранение причины выхода из строя элемента сети, что приводит к дополнительным издержкам из-за большого объема недоотпущенной потребителям электроэнергии. Это может быть вызвано низкой квалификацией персонала или использованием устаревших технических средств для поиска поврежденного участка электрической сети.

6) Риск влияния внешних погодных условий. Электрические сети, в особенности ВЛ, функционируют на открытом воздухе под влиянием ветра, осадков, что приводит к повреждениям: массовый обрыв проводов, повреждение опор ударами молнии и т.д. Восстановления после незапланированных аварий требуют дополнительных затрат.

7) Риск морального старения электрооборудования. Использование устаревших устройств влечет за собой неоправданные издержки, которых можно избежать, применяя современные средства передачи электроэнергии (электронные реле, средства автоматизации, smartgrid и др.).

8) Риск, обусловленный низким уровнем амортизационных отчислений. Амортизация значительно (иногда вдвое) отстает от норм, что приводит к использованию изношенного оборудования, авариям и ущербам. Данный риск актуален для всех типов электростанций, которые достаточно давно введены в эксплуатацию.

9) Риск, обусловленный ростом нагрузки и отставанием от него пропускной способности электрических сетей. Невозможность передачи нужных объемов электроэнергии используемыми линиями электропередачи приводит к недоотпуску мощности потребителям и к дополнительным издержкам на замену воздушных, кабельных линий и трансформаторов более

мощными.

10) Риск, связанный с нечеткостью или отсутствием нормативно-технической документации, позволяющей регламентировать процесс передачи электроэнергии и ответственность сторон потребителя и поставщика. Например, за передачу некачественной электроэнергии до сих пор нельзя взимать штрафы, так как документация и соответствующие акты в этом направлении в России отсутствуют.

Результаты исследования. В результатах исследования авторами предложены методы снижения рисков, возникающих в электросетевых компаниях. Вопросы уменьшения рисков генерирующих и энергосбытовых компаний в рамках данной статьи не рассматриваются.

Методы снижения экономических рисков на предприятиях электросетевых компаний. Для каждого конкретного риска необходимо подобрать наиболее подходящий метод его снижения. Кроме того, некоторые подходы, как будет видно далее, подходят для снижения сразу нескольких рисков электросетевой организации.

Нечеткость или отсутствие нормативно-технической документации, позволяющей регламентировать процесс передачи электроэнергии и ответственность сторон потребителя, поставщика. Связанный с данными факторами риск может быть снижен сопровождением сделок, то есть разработкой четких сопровождающих актов, предусматривающих ответственность сторон в процессе электроснабжения.

Этот метод может также способствовать снижению риска передачи электроэнергии низкого качества. Так как при разработке документации, которая будет позволять потребителю взыскать с электросетевой компании денежные средства за передачу ему некачественной электроэнергии, предприятие электрических сетей будет стремиться повысить качественные характеристики передаваемой ЭЭ. Также электросетевая компания и потребитель для снижения риска непредвиденных отклонений напряжения и частоты могут страховаться.

Риски, обусловленные моральным старением оборудования электрических сетей, недостаточной пропускной способностью линий электропередачи и низким уровнем амортизационных отчислений, в целом связаны с несвоевременной (запоздалой) заменой устаревшего электрооборудования. Снижение таких рисков может быть достигнуто разработкой строгих нормативных государственных актов, которые будут регламентировать нормы денежных отчислений электросетевыми компаниями для амортизации, НИОКР и создания новых видов устройств. Это может способствовать ускорению процесса замены морально и физически устаревшего оборудования.

Наибольшее количество рисков предприятий электросетевых компаний может быть снижено посредством использования метода на основе получения дополнительной информации, так как он позволяет снизить уровень влияния неизбежной неопределенности в процессе функционирования электрических

сетей.

Риск, вызванный негибкостью вновь вводимых в эксплуатацию электрических сетей. Если рассчитать на перспективу развитие инфраструктуры рассматриваемого жилого района или крупного предприятия рост и, соответственно, спрогнозировать изменение уровня потребления отдельных элементов перспективной потребляющей системы, то можно заранее построить электрическую сеть, которая в будущем будет удовлетворять своей структурой потребителей.

Получение дополнительной информации об уровне подготовки обслуживающего персонала электросетевой компании позволит выявить “пробелы” в знаниях и предотвратить аварийную ситуацию по причине некачественного обслуживания сетей. Такая информация может быть получена посредством специальных экзаменов, строгих проверок знаний, тестирований.

Риск, вызванный приближенными расчетами при планировании количества запасного оборудования электрических сетей, риск длительных аварийных простоев электрооборудования и риск влияния погодных условий сопряжены и взаимозависимы. Для их снижения также наиболее подходящим является метод получения дополнительной информации, в данном случае, прогнозирование количества отказов и возможного уровня недоотпуска электроэнергии потребителям. На основе прогнозной информации можно заранее более корректно спланировать количество запасного оборудования и, тем самым, избежать его нехватки или переизбытка в будущем, а также снизить время аварийного простоя оборудования и, соответственно, уровень недоотпуска электроэнергии. При этом прогноз строится на основе статистики за длительный период времени, которая отражает все влияющие факторы, в том числе и погодные.

Выводы. 1. Часть рисков на предприятиях электросетевой компании снижается с помощью разработки и использования четкой нормативно-правовой документации, регламентирующей ответственность сторон поставщика и потребителя электрической энергии.

2. Наибольшее количество экономических рисков электросетевых компаний может быть снижено посредством использования метода на основе получения дополнительной информации (метода прогнозирования), так как он позволяет снизить уровень влияния неизбежной неопределенности в процессе функционирования электрических сетей.

Сведения об авторах:

Ланин Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и электротехники энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89832433634, e-mail: lanin_irk@mail.ru).

Николаенко Евгений Владимирович – магистрант энергетического факультета. Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89148955487, e-mail: 1nikolaenko@bk.ru).

Information about authors:

Lanin Alexandr V. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Power Supply and Electrical Engineering of Energy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89832433634, e-mail: lanin_irk@mail.ru).

Nikolayenko Evgeny V. – master of Energy Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89148955487, e-mail: 1nikolaenko@bk.ru).

УДК 629.113.004.5(571.53)

**КОРРЕКТИРОВАНИЕ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ
ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ**

С.Ю. Луговнин, М.К. Бураев, В.А. Шистеев

Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск, Россия

В статье рассмотрены вопросы обеспечения работоспособности автотракторной техники путем повышения эффективности системы инженерно-технического сервиса и технической готовности машин на основе корректирования расхода запасных частей при ТО и ремонте. В данной работе был проведен анализ работ по рассматриваемой проблеме, выработаны рабочая гипотеза, цель и задачи исследования. Проведена оценка ресурсов деталей машин, эксплуатирующихся в разных районах Иркутской области, на основе которой была определена стратегия ремонтно-обслуживающих воздействий и методики статистического моделирования процесса получения коэффициентов корректирования нормативов потребности в запасных частях.

Ключевые слова: работоспособность, технический сервис, запасные части, автотракторная техника, зональные факторы, коэффициент корректировки, нормы расхода.

**CORRECTION OF SPARE PARTS EXPENSE
IN TECHNICAL SERVICE OF AUTOTRACTOR ENGINEERING**

Lugovnin S.Yu., Buraev M.K., Shisteev V.A.

Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky, Irkutsk, Russia

The article considers the questions of ensuring the health of the automotive vehicles by increasing system efficiency engineering services and technical availability of machines based on the adjustment of consumption of spare parts during maintenance and repair. In this paper, we analyzed the work on the studied problem, developed the working hypothesis, aim and objectives of the study. The estimation of resources of details of machines operating in different districts of the Irkutsk region on the basis of which was the strategy of repair-serving influences and techniques of statistical modeling of the process of obtaining correction coefficients standards of the need for spare parts.

Keywords: performance, technical service, spare parts, automobiles, tractors, zonal factors, a correction factor, the rate of flow.

Обоснование работоспособности автотракторной техники в зависимости от погодно-климатических условий отмечается в исследованиях И.П. Терских, Н.Н. Бережнова, А.Н. Важенина, А.И. Новожилова, Б.А. Арютова, А.П. Сырбакова, Л.А. Ефанова и других ученых. В этих и других работах

сотрудников ИСХИ, СибИМЭ, НГАУ, Кем СХИ и других вузов в качестве основных зональных факторов эксплуатации выделены климатические: температура окружающей среды, амплитуда ее колебаний, ветер и загрязненность воздуха пылью [1, 5]. Анализ научных работ в данной области показал отсутствие рекомендаций по уточнению нормативов запасных частей с учетом показателей вариации фактических отклонений параметров от теоретических реализаций, зависящих от эксплуатационных условий работы машин и их составных частей.

В данной работе в качестве рабочей гипотезы принято положение о том, что обеспечение работоспособности автотракторной техники можно добиться корректированием расхода запасных частей при техническом сервисе с учетом зональных различий в условиях эксплуатации.

Цель – обеспечение готовности и работоспособности автотракторной техники сельскохозяйственных предприятий путем уменьшения простоев в ремонте и ТО из-за отсутствия запасных частей нужной номенклатуры.

Задачи. Изучить влияние условий эксплуатации на потребность и надежность составных частей автотракторной техники; определить скорректированные нормы расхода запасных частей при техническом сервисе.

Методика исследований. Выбор машин в качестве объектов исследования обосновывался тем, что, во-первых, эти машины в настоящее время должны быть наиболее массовые в использовании, поэтому по ним может быть получен значительный эффект от реализации результатов работы и повышения ресурса; во-вторых, полученные модели могут стать прототипами для исследования других машин. Этим требованиям отвечают автомобили семейства КамАЗ и трактор МТЗ-1221. В работе использованы методы: вероятностно-статистический, экспертный, теории надежности, математического моделирования.

Обсуждение результатов. Экспериментальные данные собирались в условиях реальной эксплуатации автотракторной техники в хозяйствах Иркутской области, расположенных в районах умеренно-холодного (южные районы Иркутской области), холодного (Качугский, Жигаловский, Братский, Усть-Илимский, Киренский) и очень холодного (Мамско-Чунский, Бодайбинский, Катангский) климата. Достоверность информации о показателях надежности автотракторной техники определялась правильно выбранным количеством исследуемых объектов [2]. При относительной ошибке $\delta = 0.1$ и доверительной вероятности $\beta = 0.9$ для проведения экспериментов минимальный объем выборки составил $N = 22$ автомобиля и 18 – тракторов. Длительность испытаний составила один год. За период проведения экспериментальных исследований общая наработка (пробег) составила 10540 у.э.га. (801000 тыс. км). Среди подконтрольной выборки отказы имели 85.3 % автомобилей и тракторов, указанных выше марок. Восстановление работоспособности машин производилось 179 раз, то есть каждый автомобиль (трактор) восстанавливали в среднем 4.4 раза. За время испытаний было заменено 294 детали.

Результаты анализа учетной документации по хозяйствам Иркутской области позволили установить ряд наработок до первого капитального ремонта и сезонные – по годам эксплуатации. Собранные данные позволили построить соответствующие функцию и плотность распределения.

Установлено, что наработки до первого капитального ремонта хорошо описываются законом нормального распределения, а сезонные – законом Эрланга третьего порядка.

Осуществлено прогнозирование долговечности по параметрам состояния рабочих поверхностей деталей, для чего рассчитывались также предельные износы по каждому из параметров. Установлено, что распределение номенклатуры деталей в соответствии с их подверженностью климатическому воздействию подчиняется нормальному закону. Применительно к этому закону распределения были определены средние значения коэффициентов корректирования норм в пределах полученных групп деталей.

Воздействию низких температур подвержено не более 15 – 20 % от номенклатуры деталей автомобиля КамАЗ, поставляемых в запасные части, из них 43.4 % приходится на различного рода резино-технические изделия (амортизирующие детали, подвижные уплотнители и уплотнители силовых передач, защитные, а также вспомогательные детали общего назначения), работающие при температурах, близких к температуре окружающей среды (группа A_1 - A_4). 32.3 % составляют детали двигателя и трансмиссии автомобиля (A_8). 10 % приходится на изделие электрооборудования. 8.7 % занимают детали подвески и 5.6 % – подшипники скольжения (в основном подвески и рулевого управления).

В результате исследований получены математические модели изменения зональных коэффициентов корректирования норм расхода запасных частей. Адекватность полученных моделей проверена с использованием критерия Фишера, значимость коэффициентов оценивалась по t -критерию Стьюдента [1, 5].

Резинотехнические амортизирующие изделия (A_1)

$$y_1 = 1.516 + 8.305 * 10^{-2} \bar{t}_3 + 3.33 * 10^{-3} \bar{t}_3^2 \quad (1)$$

Уплотнители пневмоаппаратуры (A_2)

$$y_2 = 0.11 - 1.044 * 10^{-1} \bar{t}_3 - 1.199 * 10^{-3} \bar{t}_3^2 \quad (2)$$

Уплотнители силовых передач (A_3)

$$y_3 = 0.259 - 8.018 * 10^{-2} \bar{t}_3 - 6.87 * 10^{-4} \bar{t}_3^2 \quad (3)$$

Защитные детали (A_4)

$$y_4 = 1.46 + 7.21 * 10^{-2} \bar{t}_3 + 2.785 * 10^{-3} \bar{t}_3^2 \quad (4)$$

Деталей подвески и ходовой части (A_5)

$$y_5 = 1.523 + 7.89 * 10^{-2} \bar{t}_3 + 2.868 * 10^{-3} \bar{t}_3^2 \quad (5)$$

Подшипники скольжения (A_6)

$$y_6 = 0.6406 - 3.597 * 10^{-2} \bar{t}_3 + 1.21 * 10^{-4} \bar{t}_3^2 \quad (6)$$

Детали электрооборудования (A_7)

$$y_7 = 0.229 - 9.005 * 10^{-2} \bar{t}_3 - 1.229 * 10^{-3} \bar{t}_3^2 \quad (7)$$

Детали трансмиссии (A_8)

$$y_8 = 0.4056 - 6.88 \cdot 10^{-2} \bar{t}_3 - 8.75 \cdot 10^{-4} \bar{t}_3^2 \quad (8)$$

Доля износа деталей автомобиля КамАЗ (рис. 1), оцененная по изменению коэффициента $k_{дп}$ и произведения $k_{д1} \cdot k_{д2}$, вследствие влияния холодного воздуха составила: по рабочему процессу двигателя 21 – 24 %; по износу деталей от съема с двигателя дополнительной мощности на преодоление автомобилем более плотной воздушной среды – 19 – 23 %; по износу от пуска – прогрева в пределах 10 – 15 %; по другим факторам износа – 38 – 50 %. Доля износа деталей трактора МТЗ-1221, связанная с повышением удельной нагрузки в деталях силовой передачи трансмиссии (рисунок 2) для зоны очень холодного климата (Катангский район), составляет по сравнению с зоной умеренного климата 56 %.

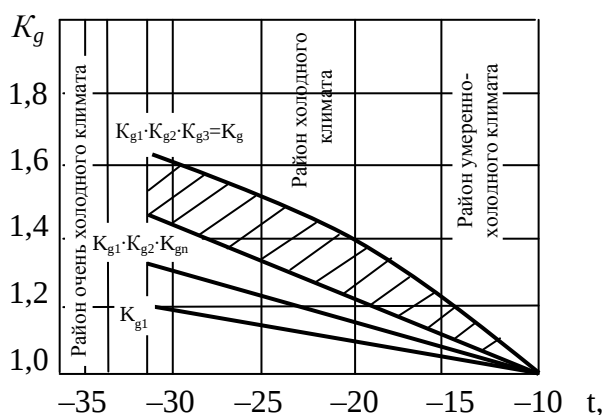


Рисунок 1 – Изменение обобщенного коэффициента коррективирования норм расхода деталей КамАЗ

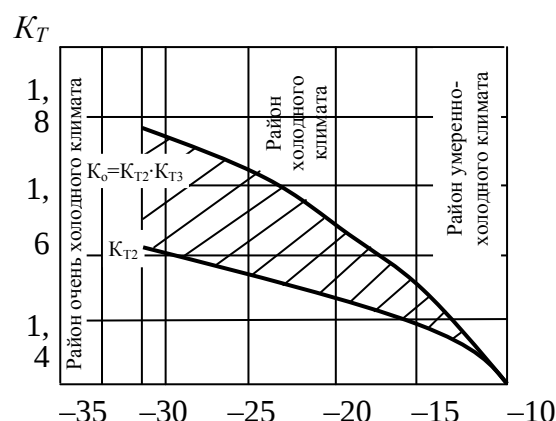


Рисунок 2 – Изменение обобщенного коэффициента коррективирования норм расхода деталей МТЗ-1221

Из графиков (рис. 1 – 2) видно, что доля износа, приходящаяся на прочие факторы (заштрихованная площадь), является значительной. Причина этого в недостатке крытых (отапливаемых) стоянок, как в местах основного базирования техники, так и на промежуточных пунктах их использования, отсутствие элементарных средств механизации погрузочно-разгрузочных работ, увеличение количества пусков и т. п.

Величина рассчитанных коэффициентов коррективирования норм расхода в значительной степени коррелирует с опытными значениями. Это говорит о том, что условия на разработку системы коррективирования норм, согласно которому она должна уложиться в существующее ресурсное обеспечение, удалось соблюсти.

Выводы. 1. Сформулирована целесообразность стратегии зонального распределения запасных частей, при которой поправка в сторону увеличения распространяется только на нормы деталей, подверженных воздействию климатических условий. Корректирование норм их расходования по номенклатуре позволяет, наряду с повышением технической готовности автотракторного парка в условиях холодного климата, сократить

производство и потребление запасных частей, не пользующихся спросом. Рассчитаны оценочные обобщенные коэффициенты корректирования норм расхода на первую замену в различных климатических зонах Иркутской области.

2. Установлена несбалансированность ремонтной документации и нормативов потребности в запасных частях для первого и последующих ремонтов машин при повышении в 1.5 – 2 раза параметра потока отказов. Установлено, что существенная доля приращения износа (38 – 50 %) по сравнению с районом умеренного климата обусловлена недостатком крытых (отапливаемых) стоянок как в местах основного базирования техники, так и на промежуточных пунктах их использования, а также повышенными пусковыми износами двигателей и трансмиссии.

Список литературы

1. Бережнов Н.Г. Влияние климатических факторов на эксплуатацию машин / Н.Г. Бережнов, А.П. Сырбаков // Сб. трудов КемСХИ // Кемерово:КемИСХИ, 2000. – Вып. 7. С. 92 – 97.
2. Ефанов Л.А. Разрушительные процессы и технологические способы повышения ресурса деталей машин, эксплуатируемых в условиях Севера / Л.А. Ефанов – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1988. – 168 с.
3. Луговнин С.Ю. Зональные особенности классификации запасных частей при техническом сервисе тракторов / С.Ю. Луговнин, М.К. Бураев, В.В. Луговнина // Вестник ИрГСХА. – 2016. – Вып. 74. – С. 109 – 116.
4. Кузьмин В.Р. Прогнозирование хладостойкости конструкций и работоспособности техники на Севере / В.Р. Кузьмин, А.М. Ишков - М.: Машиностроение, 1996. – 303 с.
5. Методика определения дифференцированных норм расхода запасных частей для технических изделий, эксплуатируемых в районах с холодным климатом // Якутск: Изд-во ИФТПС, 1989. – 55 с.
5. Шистеев А.В. К ремонтпригодности импортных сельскохозяйственных тракторов / А.В. Шистеев, М.К. Бураев, С.Ю. Луговнин // Вестник АлтГАУ. – 2015. – № 10. – С. 93 – 99.

References

1. Berezhnov N.G. *Vlijanie klimaticheskikh faktorov na jekspluataciju mashin* [Influence of climatic factors on the operation of machinery]. Kemerovo, 2000, no. 7, pp. 92 – 97.
2. Efanov L.A. *Razrushitel'nye processy i tehnologicheskie sposoby povyshenija resursa detalej mashin, jekspluatiruemyh v uslovijah Severa* [Destructive processes and technological ways to increase the life of machine parts operated in the North]. Irkutsk, 1988, 168 p.
3. Lugovnin S.Y. *Zonal'nye osobennosti klassifikacii zapasnyh chastej pri tehničeskom servise traktorov* [Zonal peculiarities of classification of spare parts with technical service of tractors]. Irkutsk, 2016, no. 74, pp. 109 – 116.
4. Kuzmin V.R. *Prognozirovanie hladostojkosti konstrukcij i rabotosposobnosti tehniki na Severe* [Forecasting the cold-resistance of structures and working capacity of machinery in the North]. Moscow, 1996, 303 p.
5. *Metodika opredelenija differencirovannyh norm rashoda zapasnyh chastej dlja tehničeskikh izdelij, jekspluatiruemyh v rajonah s holodnym klimatom* [The procedure for determining the differentiated norms for the consumption of spare parts for technical products operated in areas with a cold climate]. Yakutsk, 1989, 55 p.
5. Shisteev A.V. *K remontoprigodnosti importnyh sel'skhozajstvennyh traktorov* [To the maintainability of imported agricultural tractors] .Vestnik ASAU, 2015, no. 10, pp. 93 – 99.

Сведения об авторах:

Бураев Михаил Кондратьевич – доктор технических наук, профессор кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89500904493, e-mail: buraev@mail.ru).

Луговнин Степан Юрьевич – аспирант кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин инженерного факультета. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный), тел. 89041595806. e-mail: s.lugovnin@mail.ru).

Шистеев Алексей Валерьевич – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры технического сервиса и общинженерных дисциплин. Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского (664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, тел. 89025608844, e-mail: drive-er@yandex.ru).

Information about authors:

Buraev Mikhail K. – Doctor of Technical Sciences, Professor of Department Technical Service and General Engineering Disciplines of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89500904493, e-mail: buraev@mail.ru).

Lugovnin Stepan Yu. – Ph.D student of Department of Technical Service and General Engineering disciplines of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89041595806. e-mail: s.lugovnin@mail.ru).

Shisteev Alexey V. – Candidate of Technical Sciences, senior lecturer of Department Technical Service and General Engineering Disciplines of Engineering Faculty. Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky (Molodezhny, Irkutsk district, Irkutsk region, Russia, 664038, tel. 89025608844, e-mail: Drive-er@yandex.ru).

УДК 628.941.8

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИТОКАМЕРА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ РОСТА РАСТЕНИЙ
В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА**

¹С.А. Попова, ²И.И. Каримов

¹Южно-Уральский государственный аграрный университет, г. Челябинск, Россия

²Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия

В статье приводится описание аэропонной установки для освещения растений СД-облучателями. Рабочая камера описываемой установки снабжена веб-камерой, предназначенная для цифровой снимки листьев и стеблей. По полученным данным происходит оценка влияния определенных сочетаний факторов среды на процесс роста растений. Установка содержит систему автоматического управления подачи напряжения на светодиодные цепи элементов. СД-облучатель состоит из 162 одноваттных светодиодов с тремя спектральными полосами, что позволяет регулировать мощность излучения. Управление работой облучателей происходит двухступенчатым релейным или плавным регулированием мощностью при помощи потенциометров. При этом регулирование можно осуществлять вручную или автоматически.

Ключевые слова: фитокамера, СД-облучатели, математическая модель, фотопериод, драйвер, аэропонная установка, управляющий контроллер, светодиод, спектр излучения.

**EXPERIMENTAL PHITOCAMERA FOR INVESTIGATION OF FACTORS
OF PLANTS GROWTH IN THE CONDITIONS OF CLOSED SOIL**

¹Popova S.A., ²Karimov I.I.

¹South Ural State Agrarian University, *Chelyabinsk, Russia*

²Bashkir State Agrarian University, *Ufa, Russia*

The article describes the aeroponic device for illuminating plants with LED irradiators. The working chamber of the described installation is equipped with a web-camera, designed for digital photography of leaves and stems. Based on the obtained data, an assessment is made of the influence of certain combinations of environmental factors on the process of plant growth. The system contains an automatic control system for supplying voltage to the LED circuits of the elements. The LED-irradiator consists of 162 single-watt LEDs with three spectral bands, which allows to regulate the radiation power. The operation of the irradiators is controlled by a two-stage relay or smooth power control with potentiometers. The adjustment can be done manually or automatically.

Keywords: phitocamera, LED-feeders, mathematical model, photoperiod, driver, aeronautical installation, control controller, LED, radiation spectrum.

Стремительное развитие светодиодной индустрии и светодиодных светильников (СДС), а также простота и большой диапазон регулирования мощности и спектра излучения СДС открывает большие возможности для их использования в растениеводстве, особенно закрытого грунта.

Известно, что огромное влияние на скорость поглощения хлорофиллом квантов света оказывает не весь спектр солнечного света, а только часть его. Причем, оптимум поглощения распределяется между красным, и синим спектрами. Количественное сочетание этих спектров в общем потоке света пока слабо изучено. Но знание о том, сколько нужно времени для досвечивания тепличных культур, именно СД-облучателями, и каким сочетанием спектров, и в каком возрасте растений, дает огромное преимущество хозяйствам в деле экономии ресурсов [1, 6, 8].

На сегодняшний день, повсеместно досвечиванием растений заняты не только крупнейшие тепличные комплексы зарубежья [7], но и современные тепличные комбинаты городов миллионников. На досвечивание светокультуры сегодня отводится до 50 % всех затрат от производства тепличной овощной продукции. Кроме того, обилие света предполагает, в свою очередь большое количество тепла, иначе затраты на свет не окупятся. В зимний период года расход тепла на выращивание светокультуры очень большой. Чем ниже наружная температура, тем больше будет расход тепла. При обогреве неконтролируемая подача тепла может превратиться в перерасход ресурсов. Чтобы предусмотреть все риски энергетически затратного микроклимата теплицы следует точно знать, количественное соотношение света и тепла, а так же спектральный состав этого света и возраст растений [5]. И, возможно, необходимо знать каковы должны быть временные интервалы досвечивания. А потому необходимо определить при какой длительности световой инсталляции, и какой длительности темновой паузы произойдет оптимизация всех жизненно важных функций растений.

Для ответов на все эти вопросы необходимы обстоятельные многочисленные эксперименты с различными растениями и источниками света.

Цель исследования – организовать процесс выращивания растений в ограниченном пространстве и обеспечить различные условия среды обитания, которые позволят исследовать отклики-реакции растений на различные сочетания факторов среды.

Материалы и методы. Из структурной схемы видно (рис. 1), какие факторы и отклики могут понадобиться для создания математической модели, оценивающей процессы жизнедеятельности растений в теплице. К самым важным факторам можно отнести освещенность и температуру среды обитания. Температура среды и освещенность взаимосвязаны, что доказано в [6]. Естественный солнечный свет имеет широкий спектр излучения и часть этого спектра, красно-синий очень важен для процессов жизнедеятельности. Именно эта проблема изучается исследователями в последнее время, но изучается в отрыве от других не менее важных факторов. А было бы интересно проследить какая зависимость существует между различными уровнями спектра красный-синий и температурой или возрастом растений. Однако большое количество факторов, действующих на процессы жизнедеятельности растений, не позволяют детально проанализировать их влияние на фотосинтез, но оставляют возможность определить количественное воздействие этих факторов на изучаемый процесс [1]. Для обеспечения постоянства параметров среды обитания или обеспечения изменения их по определенному закону целесообразно использовать аэропонную установку.

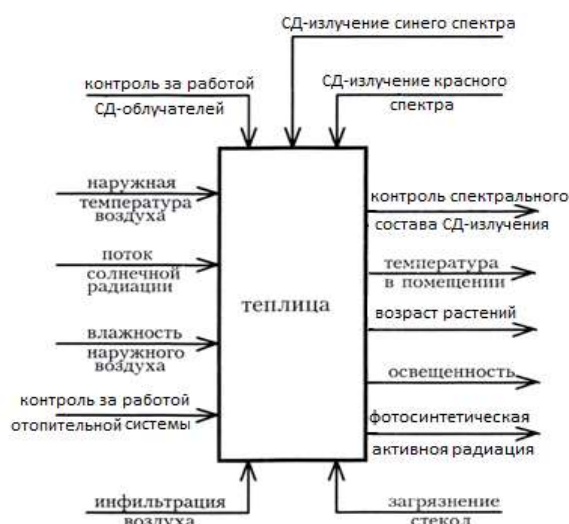


Рисунок 1 – Теплица как объект экспериментального исследования

На рисунке 2 изображена такая аэропонная установка, растения в которой освещаются специальным СД-облучателем. Камеру, в которой предполагается выращивать растения, изменяя факторы среды по выбранному плану эксперимента, можно называть фитокамерой. Фитокамера, рассчитанная на несколько взрослых растений, должна содержать оборудование изменяемого

микроклимата. “Отклики” – реакции растений на изменение факторов среды обитания должны фиксироваться различными датчиками и помещаться в память компьютера. Современные IT-технологии и вычислительные программы могут собирать и обрабатывать on-line огромные массивы информации. Фитокамера оборудована web-камерой, позволяющей делать мгновенные цифровые снимки листьев или стеблей. На основе снимков происходит оценка по спецпрограммам эффекта влияния определенных сочетаний факторов среды на процесс роста растений.



Рисунок 2 – Аэропонная экспериментальная установка с СД-облучателем

Самым сложным устройством в фитокамере является устройство для облучения растений. Кроме СД-облучателя установка содержит систему автоматического управления подачи напряжения на светодиодные цепи элементов.

СД-облучатель состоит из светодиодов мощностью по одному Ватт с номинальным током 0.35 А, которые при этом разделены на три регулируемые спектральные полосы, а один спектральный канал имеет две параллельные цепочки СД с общим током 0.7 А [2]. Выбор облучателя со светодиодными элементами обусловлен тем, что только они могут излучать в любом спектре, в том, который необходимо обеспечить. Для обеспечения отдельной регулировки интенсивности по трем спектральным полосам, в одном светильнике применяется сразу три драйвера. Драйвер должен отвечать определенным требованиям, поэтому был выбран – HLG-60H-C700B (ARPL, $U_{VDC} = 50...100$ В, $I_{out} = 0.7$ А, ШИМ, DIM 1...10 В, 70 Вт, IP56), с 10% преимуществом по запасу мощности. Диапазон выходного напряжения этого драйвера смещен в область повышенных значений напряжений, что важно при последовательном соединении большого количества СД. Если учитывать падение напряжения на одном СД, которое составляет около 3 В, и максимальное для выбранного драйвера напряжение $U_{VDC} = 100$ В, то получаем, что в одной СД-линейке должно быть не более 30 диодов. Кроме

того, количество СД в одной линейке еще определяется ограничениями габаритов корпуса светильника, радиатора-теплоотвода и печатными платами для монтажа светодиодов. Предлагается следующая компоновка световых элементов в облучателе: светодиоды размещаются на трех печатных платах с алюминиевой подложкой толщиной 1.5 мм; на каждой плате расположено 54 СД различного цвета, которые сгруппированы в шесть последовательных цепочек по 9 диодов в каждой. Цепочки попарно соединены в параллель для согласования с выходным током драйвера. Платы между собой соединены последовательно, при этом общая длина одной последовательной линейки СД равна 27 элементам, и тем самым, обеспечивается общее падение напряжения на всей линейке около 87...94 В.

В результате получаем в СД-облучателе 162 одноваттных светодиода с тремя спектральными полосами, размещенных в две линейки, и в каждой из которых находятся по 27 элементов. И таким образом, СД-облучатель содержит 24 красных (диапазон излучения 630 – 640 нм), 48 дальних красных (640 – 660 нм), 36 синих (440 – 460 нм), 6 ультрафиолетовых (380 – 400 нм) и 48 белых светодиодов. По каждой из спектральных полос можно будет производить регулировку мощности излучения (рис. 3).



Рисунок 3 – СД-облучатели в рабочем состоянии

На рисунке 4 изображена структурная схема СД-облучателя с микропроцессорным контроллером (МПК) для управления световым оборудованием.

Для обеспечения автоматического управления работой СД-облучателей было принято два типа управления: двухступенчатое релейное и плавное регулирование мощностью по каждой спектральной полосе излучения с помощью потенциометров R1, R2, R3. При этом регулирование мощностью можно осуществлять и вручную и автоматически по программе, защитой в микроконтроллер (МПК). Для осуществления алгоритма комплементарной досветки в МПК постоянно поступает информация об энергетической освещенности внутри помещения защищенного грунта с датчиков BL1, BL2. При этом датчик BL1 измеряет суммарную мощность фотосинтетической активной радиации (ФАР), а датчик BL2 измеряет мощность излучения отдельно по спектральным полосам. Следует отметить, что использование двух датчиков позволяет оптимизировать как мощность досвечивающего

излучения, так и соотношение между мощностями отдельных спектральных составляющих излучения.

Микропроцессорный контроллер МПК реализован на базе микросхемы микроконтроллера TexasInstruments MSP430, который базируется на шестнадцатиразрядном процессоре смешанных сигналов с RISC-архитектурой, и который спроектирован специально для приложений со сверхнизким потреблением. Программирование процессора осуществляется с персонального компьютера (ПК), в котором установлено программное обеспечение (ПО), содержащее базу данных (БД) по многим параметрам, в том числе и по суточным фотопериодам выращиваемых растений.

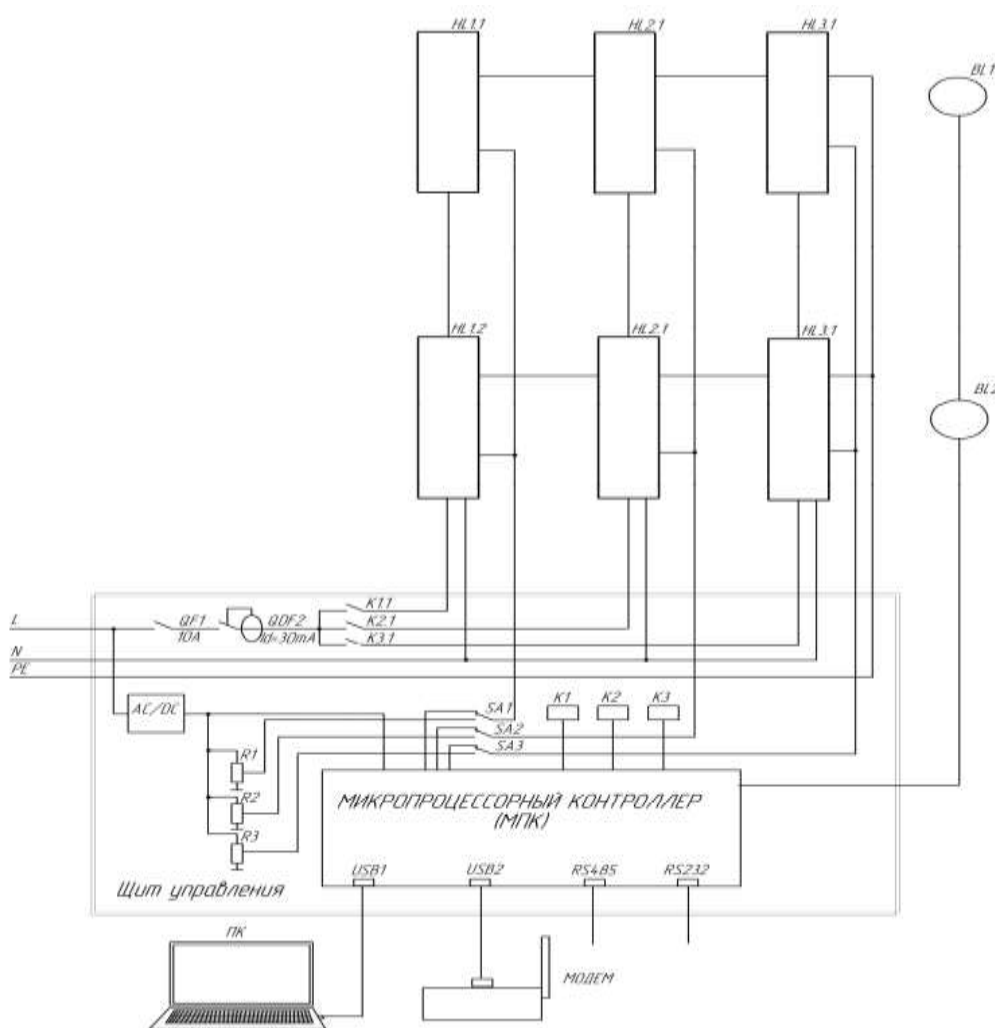


Рисунок 4 – Схема СД-облучателя с управляющим контроллером (МПК)

Работа группы СД-облучателей контролируется МПК посредством твердотельных реле K1, K2, K3. МПК может задавать любые режимы облучения от непрерывных до прерывистых или импульсных, если это потребуется исследователю. Облучатели желательно размещать на подвижном подвесе, что позволит расширить используемую мощность источника света или исследовать влияние света на нижние ярусы листьев растений [3, 4].

Выводы. 1. Разработанная установка может быть использована для изучения влияния спектральных режимов облучения тепличных растений различных видов и сортов.

2. Ее можно использовать для получения различных математических моделей роста растений, позволяющих осуществлять многофакторное управление свето-температурным режимом теплиц и экономить свет и тепло.

Список литературы

1. Дроздов С.Н. Некоторые аспекты экологической физиологии растений / С.Н. Дроздов, В.К. Курец – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 160 с.
2. Каримов И.И. Разработка и исследование энергосберегающей автоматизированной системы освещения теплицы на основе светодиодных технологий: отчет о НИР / И.И. Каримов, Р.Р. Галиуллин, С.М. Яковлев и [др.]. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – 97 с.
3. Патент №153690 РФ. Светодиодная осветительная установка-трансформер / Попова С.А., Рычкова Н.М., Супрун М.А.; опубл. 27.07.2015. – Бюл. № 21.
4. Патент №2454066 РФ. Светодиодный фитооблучатель / Попова С.А., Супрун М.А.; опубл. 27.09.2011. – Бюл. № 27.
5. Попова С.А. Математическое моделирование продуктивности растений как средство повышения эффективности энергосбережения / С.А. Попова // Вестник КрасГАУ. – 2010. – №7. – С. 141-145.
6. Попова С.А. Энергосберегающая система автоматического управления температурным режимом в теплице / С.А. Попова: Дис. на соиск.уч. степени к.т.н. – Челябинск, 1995. – 115 с.
7. Применение светодиодных фитоламп для растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forumofworld.com/threads/primenenie-svetodiodnyx-led-fitolamp-dlja-rastenij.87/>.
8. Фокин А.А. Экспериментальные исследования влияния параметров светодиодных светильников на урожайность зеленого лука при электродосвечивании / А.А. Фокин, А.С. Гордеев // Вестник МичГАУ. – 2013. – №5. – С. 59 – 63.

References

1. Drozdov S.N., Kurets V.K. *Nekotorye aspekty ekologicheskoy fiziologii rasteniy* [Some aspects of ecological plant physiology]. Petrozavodsk, 2003, 160 p.
2. Karimov I.I., Galiullin R.R., Yakovlev S.M. et all. *Razrabotka i issledovanie energosberegayushchey avtomatizirovannoy sistemy osveshcheniya teplitsy na osnove svetodiodnyh tehnologiy* [Development and research of energy-saving automated lighting system for greenhouses on the basis of LED technologies: a report on research]. Ufa, 2014, 97 p.
3. Pat. №153690 RF. *Svetodiodnaya osvetitel'naya ustanovka-transformer* [LED lighting system-transformer].
4. Pat. №2454066 RF. *Svetodiodnyy fitoobluchatel'* [LED lighting system-transformer].
5. Popova S.A. *Matematicheskoe modelirovanie produktivnosti rasteniy kak sredstvo povysheniya effektivnosti energosberezheniya* [Mathematical modeling of plant productivity as a means of increasing energy efficiency]. Vestnik KrasGAU [Messenger of KrasGAU]. 2010, no. 7, pp. 141 – 145.
6. Popova S.A. *Energosberegayushchaya sistema avtomaticheskogo upravleniya temperaturnym rezhimom v teplitse* [Energy-saving automatic temperature control system in the greenhouse]. Cand. Dis. Thesis, Chelyabinsk, 1995, 115 p.
7. *Primenenie svetodiodnyh led fitolamp dlja rastenij* [Application of LED plant phytolamps]. <http://forumofworld.com/threads/primenenie-svetodiodnyx-led-fitolamp-dlja-rastenij.87/>.

8. Fokin A.A., Gordeev A.S. *Eksperimental'nye issledovaniya vliyaniya parametrov svetodiodnyh svetil'nikov na urozhaynost' zelenogo luka pri elektrodosvechenii* [Experimental researches of influence of parameters of light-emitting diode fixtures on productivity of a green onion at the electric illumination]. Vestnik MichGAU [Messenger of MichGAU], 2013, no. 5, pp. 59 – 63.

Сведения об авторах:

Каримов Ильшат Ильгизович – соискатель кафедры электроснабжения и применения электрической энергии в сельском хозяйстве. Башкирский государственный аграрный университет (450001, Россия, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. 50-летия Октября, 34. e-mail: karishat89@gmail.com).

Попова Светлана Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов института агроинженерии. Южно-Уральский государственный аграрный университет (454080, Россия, Челябинск, пр. Ленина, 75, тел. 89617879991, e-mail: nrychkova@yandex.ru).

Information about authors:

Karimov Ilshat I. – the applicant of Department of Energy Supply and Usage of Electric Energy in Agriculture. Bashkir State Agrarian University (34, Str. of 50 years of October, Ufa, Republic of Bashkortostan, Russia, 450001, e-mail: karishat89@gmail.com).

Popova Svetlana A. – Candidate of Technical Sciences, Ass. Prof. of Department of Power Supply and Automation of Technological Processes of Agroengineering Institute. South Ural State Agrarian University (75, Lenin avenue, Chelyabinsk, 454080, tel. 89617879991, e-mail: nrychkova@yandex.ru).

**Требования
к статьям, публикуемым в научно-практическом журнале
“Вестник ИрГСХА”**

Условия опубликования статьи

1. Статьи должны содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными (востребованными) на современном этапе научного развития, либо представлять научно-познавательный интерес, соответствовать основным направлениям журнала.

2. Соответствовать предъявляемым правилам оформления.

3. Для авторов, кроме студентов, аспирантов и магистрантов очной и заочной формы обучения, условием публикации статей является годовая подписка – 1500 руб., при этом объем статьи не должен превышать 8 страниц. Число авторов в статье – не более пяти.

4. Оформление подписки через бухгалтерию Иркутского ГАУ (ИНН 3811024304 КПП 382701001 УФК по Иркутской области (ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ Л/СЧ.20346X05770) БАНК: ГРКЦ ГУ БАНКА РОССИИ по ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ г. ИРКУТСК БИК 042520001 Р/СЧ 40501810000002000001, КБК 0000000000000000000130, ОКТМО 25612440, ОГРН 1023801535658 (за годовую подписку журнала “Вестник ИрГСХА”).

5. Автор может опубликовать две статьи в год самостоятельно или в соавторстве.

6. Поступившие в редакцию и принятые к публикации статьи не возвращаются. Редакция предполагает анонимное рецензирование, имеет право отклонять статьи, не соответствующие вышеуказанным требованиям и основным научным направлениям журнала.

7. За фактологическую сторону статей, юридическую и иную ответственность несут авторы.

На отдельной странице предоставляется информация об авторе: фамилия, имя, отчество (полностью) на русском языке, фамилия и инициалы на английском языке, ученая степень, ученое звание, должность, телефон, e-mail и адрес организации (с указанием почтового индекса).

Правила оформления статьи

1. Статья направляется в редакцию журнала по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, ФГБОУ ВО “Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского”, “Редакция научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА” или по e-mail: nikulina@igsha.ru, тел. 8(3952)237125, 89500885005.

2. Статья представляется в бумажном виде и на электронном носителе (по e-mail или на электронном носителе) в формате MicrosoftWord. Бумажный вариант должен полностью соответствовать электронному. При наборе статьи необходимо учитывать следующее: форматирование по ширине; поля: справа и слева – по 23 мм, остальные – 20 мм, абзацный отступ – 10 мм.

3. Текст статьи должен быть тщательно вычитан и подписан автором, который несет ответственность за научно-теоретический уровень публикуемого материала.

4. Нумерация страниц обязательна.

Структура статьи:

1. Универсальный десятичный код (УДК) размещается в левом верхнем углу: полужирный шрифт, размер – 12 пт.

2. Название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), полужирный шрифт, 14 кегль, межстрочный интервал – 1.0.

3. Фамилия, имя, отчество автора, полужирный шрифт, 12 кегль.

4. Название организации, кафедры, 12 кегль, межстрочный интервал – 1.0.

5. Аннотация статьи должна отражать основные положения работы и содержать от 700 до 900 знаков (шрифт – TimesNewRoman, размер – 12 пт, интервал – 1.0).

6. После аннотации располагаются ключевые слова (шрифт – TimesNewRoman, курсив, размер – 12 пт.).

7. Далее: пункты 1, 2, 3, 4, 5, 6 дублируются на английском языке.

8. Основной текст статьи – шрифт TimesNewRoman, размер – 14 пт., межстрочный интервал – 1.0 пт. В тексте статьи автор сжато и четко излагает современное состояние вопроса, описание методики исследования и обсуждение полученных результатов; заглавие статьи должно полностью отражать ее содержание; основной текст экспериментальных статей необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: объекты и методы, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение, выводы.

9. Иллюстрации к статье (при наличии) предоставляются в электронном виде, включенные в текст, в стандартных графических форматах с обязательным подрисуночным названием.

10. Таблицы набираются в редакторе WORD – 12 кегль, название таблицы полужирным шрифтом.

11. Формулы и специальные символы набираются с использованием пункта меню Символ и редактора формул MS-Equation 5.0.

12. В конце статьи размещается список литературы (по алфавиту) на русском языке, 12 кегль, межстрочный интервал – 1.0; в тексте указывается ссылка с номером.

13. Далее – транслитерация всего списка литературы.

14. Ссылки на литературу приводятся в тексте в квадратных скобках.

15. Благодарность(и) или указание(я) на какие средства выполнены исследования, приводятся в конце основного текста после выводов (шрифт TimesNewRoman, размер – 12 пт.).

16. Оформление графиков и таблиц согласно стандарту (ГОСТ 7.1-2003).

17. Сведения об авторе(ах): фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, ученое звание, должность, место работы (место учебы или соискательство), контактные телефоны, e-mail, почтовый индекс и адрес учреждения.

Сопроводительные документы к статье

1. Заявление от имени автора (ров) на имя главного редактора научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.

2. На каждую статью обязательны две рецензии (внутренняя и внешняя),

составленные доктором или кандидатом наук по направлению исследований автора. Рецензии обосновывают новизну и актуальность научной статьи, логику и научность изложения текста, аргументированность выводов и заключений, включает в себя рекомендации рецензента по отношению к статье. Рецензии заверяются печатью соответствующего учреждения (организации), подписи рецензентов подтверждается начальником управления персоналом и содержит дату ее написания.

3. Заключение организации, где работает (ют) автор (ры), о возможности опубликовании материалов в открытой печати в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”, заверенное печатью и подписанное лицом (руководителем) организации, где работает автор (ы).

4. Для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук необходима рекомендация, подписанная лицом, имеющим ученую степень и заверенная печатью учреждения. В рекомендации отражается актуальность раскрываемой проблемы, оценивается научный уровень представленного материала и делаются выводы о возможности опубликования статьи в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”.

5. Все вышеперечисленные документы в отсканированном виде предоставляются в редакцию по e-mail: *nikulina@igsha.ru*.

Регистрация статей

1. Поступившая статья регистрируется в общий список по дате поступления.
2. Автор(ы) извещаются по e-mail или по контактному телефону о публикации статьи(ей) в соответствующем выпуске.
3. Зам. главного редактора в течение 7 дней уведомляет автора(ов) о получении статьи.

Порядок рецензирования статей

1. Научные статьи, поступившие в редакцию, проходят рецензирование.
2. Формы рецензирования статей:
 - внутренняя (рецензирование рукописей статей членами редакционной коллегии);
 - внешняя (направление на рецензирование рукописей статей ведущим специалистам в соответствующей отрасли).
3. Зам. главного редактора определяет соответствие статьи профилю журнала, требованиям к оформлению и направляет ее на рецензирование специалисту (доктору или кандидату наук), имеющему наиболее близкую к теме статьи научную специализацию.
4. Сроки рецензирования в каждом отдельном случае определяются зам. главного редактора с учетом создания условий для максимально оперативной публикации статьи.
5. В рецензии должны быть освещены следующие вопросы:
 - соответствует ли содержание статьи заявленной в названии теме;
 - насколько статья соответствует современным достижениям научно-теоретические мысли;
 - доступна ли статья читателям, на которых она рассчитана с точки зрения

языка, стиля, расположения материала, наглядности таблиц, диаграмм, рисунков и т.д.;

– целесообразна ли публикация статьи с учетом ранее выпущенной по данному вопросу научной литературы;

– в чем конкретно заключаются положительные стороны, а также недостатки; какие исправления и дополнения должны быть внесены автором;

– вывод о возможности опубликования данной рукописи в журнале: “рекомендуется”, “рекомендуется с учетом исправления отмеченных рецензентом недостатков” или “не рекомендуется”.

6. Рецензии заверяются в порядке, установленном в учреждении, где работает рецензент.

7. В случае отклонения статьи от публикации редакция направляет автору мотивированный отказ.

8. Статья, не рекомендованная рецензентом к публикации, к повторному рассмотрению не принимается. Текст отрицательной рецензии направляется автору по электронной почте, факсом или обычной почтой.

9. Наличие положительной рецензии не является достаточным основанием для публикации статьи. Окончательное решение о целесообразности публикации принимается редакционной коллегией.

10. После принятия редколлегией решения о допуске статьи к публикации зам. главного редактора информирует об этом автора и указывает сроки публикации.

11. Рецензии хранятся не менее 5 лет в бумажном и электронном вариантах и могут быть предоставлены в Министерство образования и науки РФ по запросу.

Порядок рассмотрения статей

1. Представляя статью для публикации, автор тем самым выражает согласие на размещение полного ее текста в сети Интернет на официальных сайтах научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru) и научно-практического журнала “Вестник ИрГСХА”.

2. Статьи принимаются по установленному графику:

– в № 1 (февраль) – до 1 ноября текущего года;

– в № 2 (апрель) – до 1 декабря текущего года;

– в № 3 (июнь) – до 1 февраля текущего года;

– в № 4 (август) – до 1 марта текущего года;

– в № 5 (октябрь) – до 1 апреля текущего года;

– в № 6 (декабрь) – до 1 мая текущего года.

В исключительных случаях, по согласованию с редакцией, срок приема статьи в ближайший номер может быть продлен, не более, чем на три недели.

3. Поступившие статьи рассматриваются редакционной коллегией в течение месяца.

4. Редакционная коллегия правомочна отправить статью на дополнительное рецензирование.

5. Редакционная коллегия правомочна осуществлять научное и литературное редактирование поступивших материалов, при необходимости сокращать их по согласованию с автором, либо, если тематика статьи представляет интерес для журнала, направлять статью на доработку автору.

6. Редакционная коллегия оставляет за собой право отклонить статью, не

отвечающую установленным требованиям оформления или тематике журнала.

7. В случае отклонения представленной статьи редакционная коллегия дает автору мотивированное заключение.

8. Автор(ры) в течение 7 дней получают уведомление о поступившей статье. Через месяц после регистрации статьи, редакция сообщает автору(рам) о результатах рецензирования и о плане публикации статьи.

Подробную информацию об оформлении статей можно получить по e-mail: *nikulina@igsha.ru* или *andrey_luzan86@mail.ru* тел. 8(3952)237657, 89500885005.

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ
“ВЕСТНИК ИрГСХА”

Выпуск 81/1
август

Технический редактор – Д.М. Лузан
Литературный редактор – В.И. Тесля
Перевод – С.В. Швецова

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 070444 от 11.03.98 г.
Подписано в печать 4.05.2017 г.
Усл. печ. л. 10.38.
Тираж 500. Заказ № 2883.
Цена договорная.
Почтовый адрес редакции:
664038, Россия, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный.