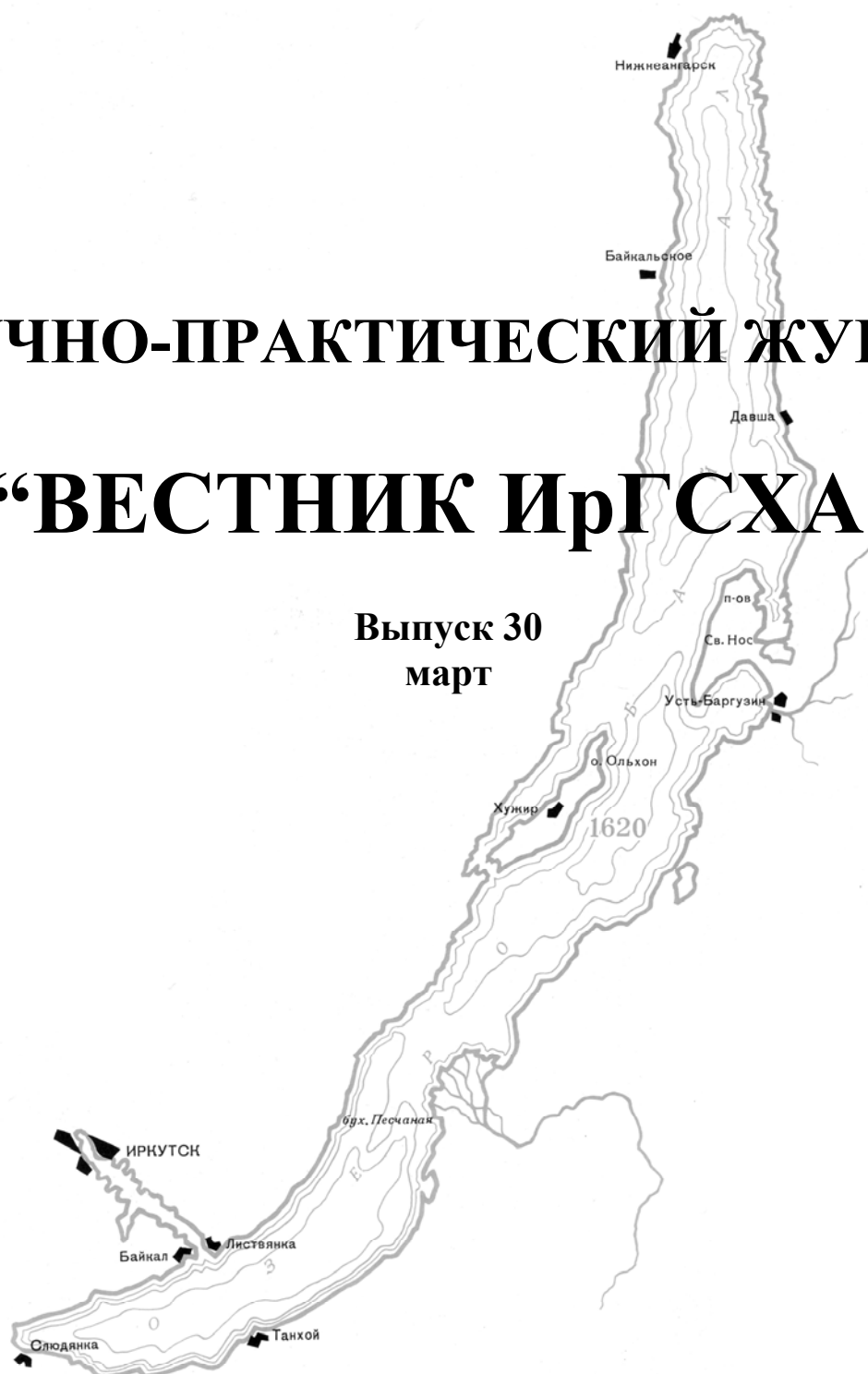


МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГОХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГОУ ВПО “Иркутская государственная сельскохозяйственная  
академия”

# НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ “ВЕСТНИК ИрГСХА”

Выпуск 30  
март



Иркутск  
2008

Научно-практический журнал "Вестник ИрГСХА", 2008, выпуск 30, март.  
Science-Practical journal "Vestnik IrGSCHA", 2008, 30<sup>st</sup> edition, march.

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

Edited under the decision of the Scientific Council of the Irkutsk State Academy of Agriculture since November, 1996.

**Главный редактор:** Я.М. Иваньо, проректор по научной работе, д.т.н.

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

**Ответственный секретарь:** Ч.Б. Кушеев, д.в.н.

**Члены редакционной коллегии:** П.П. Ильин, к.т.н., Л.А. Калинина, д.э.н., В.О. Саловаров, д.б.н., В.И. Солодун, д.с.-х.н., И.И. Шеметов, к.с.н.

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.

In the journal there are articles on different topics, such as: agronomy, land reclamation, nature protection, veterinary medicine, zoo-technology, mechanization, electrification, management, educational process, anniversaries, memory dates.

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.

The journal is registered in the Federal Service for Supervision of Law Observance in the sphere of mass communications and Conservation of Cultural Heritage. Certificate of registration of a mass medium PI № FS77-30938.

Подписной индекс 82302 в каталоге агентства ООО "Роспечать" "Газеты. Журналы"  
Subscription index 82302 in the catalogue of the Agency "Limited Liability Company "Rospechat", "News-papers. Journals".

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

The journal is included to the Russian index of scientific quoting of electronic library eLIBRARY.RU.

**ISSN 1999-3765**

© ФГОУ ВПО "Иркутская государственная  
сельскохозяйственная академия", 2008, март

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                     |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <i>Вашукевич Ю.Е., Иваньо Я.М., Остроумов С.С.</i><br>Некоторые аспекты кадрового обеспечения агропромышленного комплекса<br>Иркутской области..... | 7 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

### **АГРОНОМИЯ. МЕЛИОРАЦИЯ**

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Разина А.А., Луценко С.А., Корзинников Ю.С.</i><br>Экологический метод снижения вредоносности корневой гнили яровой пшеницы<br>в Предбайкалье..... | 14 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Телятко А.Л., Дедик И.Н., Луценко С.А., Киселева Е.Н., Корзинников Ю.С.</i><br>Обоснование модификации технологии возделывания яровой пшеницы<br>в Приангарье..... | 18 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **БИОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ**

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Васильева Н.А.</i><br>Феномен одиночества: истоки проблемы в западноевропейской философии<br>и литературе..... | 21 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Литвинов Ю.Н.</i><br>Микропроцессы эволюции сообществ (на примере сообществ мелких<br>млекопитающих)..... | 29 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **ВЕТЕРИНАРНАЯ МЕДИЦИНА. ЗООТЕХНИЯ**

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Пышкин Д.П., Носырева Ю.Н.</i><br>Применение кормовой биологически активной добавки на основе гуминовых<br>кислот в рационах коров-первотелок..... | 47 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **МЕХАНИЗАЦИЯ. ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ**

|                                                                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Васильев С.А.</i><br>Влияние амплитуды возмущения на распространение волн давления в шаровой<br>засыпке с двухфазным потоком..... | 52 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Вржац Е.Э.</i><br>Математические приближения в диффузионных задачах при нитроцементации<br>стали..... | 55 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Кошелев А.А.</i><br>Остров Ольхон: перспективы развития после присоединения к энергосистеме..... | 61 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Кутимская М.А., Бузунова М.Ю.</i><br>Биоэлектрические сети и здоровье человека..... | 67 |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Лукина Г.В.</i><br>Способы повышения качества электрической энергии в электрической сети<br>0.38 кВ с распределённой производственной нагрузкой..... | 76 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Наумов И.В., Иванов Д.А.</i><br>Исследование показателей несимметрии в действующих электрических сетях.....                                                                                        | 78  |
| <i>Наумов И.В., Подъячих С.В., Иванов Д.А.</i><br>Исследование дополнительных потерь мощности и качества электрической энергии в сельских распределительных сетях напряжением 0.38 кВ.....            | 84  |
| <i>Наумов И.В., Шпак Д.А., Иванов Д.А.</i><br>Управление режимами работы асинхронного двигателя в условиях несимметрии напряжений питающей сети.....                                                  | 90  |
| <i>Русанов В.А., Рожков Д.М., Бойков А.В., Шишкин Г.М.</i><br>Технологическое обеспечение качества восстановления деталей гальваническими покрытиями в условиях гидромеханического активирования..... | 96  |
| <i>Синельников А.М., Боннет В.В.</i><br>Анализ методов диагностики неисправностей электрических машин.....                                                                                            | 111 |
| <i>Таиров Э.А., Запов В.В.</i><br>Представление системы управления в программе тренажера для эксплуатационного персонала котла Е-500.....                                                             | 114 |
| <i>Шпак О.Н., Кудряшев Г.С., Третьяков А.Н.</i><br>Характеристики распределения высших гармоник в сети 0.38 кВ<br>ОАО "Белореченское".....                                                            | 119 |
| <b>ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА</b>                                                                                                                                                           |     |
| <i>Дубинина Е.Н.</i><br>Особенности развития интеграционных формирований в регионе.....                                                                                                               | 123 |
| <b>УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС</b>                                                                                                                                                                                |     |
| <i>Алтухов И.В.</i><br>Применение электротехнологии в сельскохозяйственном производстве и методика преподавания этой дисциплины.....                                                                  | 131 |
| <i>Вржац Е.Э., Макридина Л.Н.</i><br>Измеряемые педагогические технологии при контроле и оценке знаний по физике у студентов энергетического факультета ИрГСХА.....                                   | 136 |
| <b>ЮБИЛЕЙ. ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ</b>                                                                                                                                                                          |     |
| <i>Алтухов И.В.</i><br>История энергетического факультета.....                                                                                                                                        | 141 |
| <i>Покорский В.И.</i><br>Рожденный созидать<br>(Краткий очерк о Г.Я. Соколове).....                                                                                                                   | 147 |
| <b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b> .....                                                                                                                                                                      | 156 |

## CONTENS

|                                                                                                                                          |   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| <i>Vashukevich Yu.E., Ivan'o Ya.M., Ostroumov S.S.</i><br>Some aspects of staff supply of agro-industrial complex in Irkutsk region..... | 7 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|

### **AGRONOMY. MELIORATION**

|                                                                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Raiina A.A., Lucenko S.A., Korzinnikov Y.S.</i><br>Reducing harmful effect of root rot in Pre-Baikal Area..... | 14 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Telyatko A.L., Dedik I.N., Lutsenko S.A., Kiselyova E.N., Korzinnikov Yu.S.</i><br>Basing for Modification of Spring Wheat Cultivation Technology in<br>Pre-Angara region..... | 18 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **BIOLOGY. NATURE PROTECTION**

|                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Vasilieva N.A.</i><br>Phenomenon of loneliness: sources of a problem in the West-European philosophy<br>and literature..... | 21 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Litvinov Yu.N.</i><br>Microprocesses of community evolution (on the example of small mammal<br>communities)..... | 29 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **VETERINARY MEDIAL SCIENCE. ANIMAL SCIENCE-ZOOTECHNY**

|                                                                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Pyshkin D.P., Nosyreva Yu.N.</i><br>The application of a feed bioactive additive on the basis of humic acids in rations of<br>first-calf cows..... | 47 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

### **MECHANIZATION. ELECTRIFICATION**

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Vasiliev S.A.</i><br>Pressure wave propagation in a pebble bed when filtering a two-phase flow..... | 52 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Vrzhashch E.E.</i><br>Mathematical approximations in diffusion problems at steel nitrocementation..... | 55 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Koshelev A.A.</i><br>Olkhon Island: perspectives of development after connecting to power system..... | 61 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Kutimskaya M.A., Buzunova M.Yu.</i><br>Bioelectrical networks and health of man..... | 67 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Lukina G.V.</i><br>Ways of raising the quality of electrical energy in power network 0.38 kV with<br>distributed production load..... | 76 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Naumov I.V., Ivanov D.A.</i><br>The study of asymmetry indices in operating electric networks..... | 78 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Naumov I.V., Podiyatchikh S.V., Ivanov D.A.</i><br>The study of additional losses of power and quality of electrical energy in rural<br>distributive networks with 0.38 kV voltage.....                     | 84  |
| <i>Naumov I.V., Shpak D.A., Ivanov D.A.</i><br>Control of operating modes of asynchronous engine under conditions of voltage<br>asymmetry of feeding network.....                                              | 90  |
| <i>Rusanov V.A., Rozhkov D.M., Boykov A.V., Shishkin G.M.</i><br>Technological maintenance of quality of machine parts restoration with galvanic<br>coverings in conditions of hydromechanical activation..... | 96  |
| <i>Sinelnikov A.M., Bonnet V.V.</i><br>The analysis of diagnostic methods of electric machines troubles.....                                                                                                   | 111 |
| <i>Tairov E.A., Zapov V.V.</i><br>Presentation of control system in the program of simulator for exploiting<br>personnel of boiler E-500.....                                                                  | 114 |
| <i>Shpak O.N., Kudryashev G.S., Tretiyakov A.N.</i><br>Characteristics of distributing higher harmonics in the network 0.38 kV in Open<br>Joining Stock Company "Belorechenskoe".....                          | 119 |

## ***ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION***

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Dubinina E.N.</i><br>The features of developing integrational formations in the region..... | 123 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|

## ***EDUCATIONAL PROCESS***

|                                                                                                                                                                                         |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Altukhov I.V.</i><br>The use of electrotechnology in agricultural production and methods of<br>teaching this discipline.....                                                         | 131 |
| <i>Vrzhashch E.E., Makridina L.N.</i><br>The measured pedagogical technologies at controlling and evaluating students<br>Knowledge of physics in the energy department of the ISAA..... | 136 |

## ***JUBILEE. MEMORIAL DATES***

|                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Altukhov I.V.</i><br>The history of the energy department.....                | 141 |
| <i>Pokorsky V.I.</i><br>Born to create<br>(Brief sketch about G.Ya.Sokolov)..... | 147 |

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| <b><i>INFORMATION ABOUT AUTHORS</i></b> ..... | 156 |
|-----------------------------------------------|-----|

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Ю.Е. Вашукевич, Я.М. Иваньо, С.С. Остроумов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Администрация Иркутской области

Статья посвящена состоянию подготовки кадров для сельского хозяйства Иркутской области. Рассматриваются вопросы развития системы обеспечения выпускниками вуза организаций агропромышленного комплекса на основе перспектив развития сельских территорий, внедрения современных технологий и создания законодательной базы.

### **Перспективы развития региона и сельское хозяйство**

В 2007 г. проведено широкое обсуждение стратегии развития Иркутской области на перспективу до 2020 г. Предложены различные сценарии социально-экономических, производственных, демографических и других изменений в обществе. При этом рассмотрены инновационный и инерционный пути развития. Отдельно обсуждался вопрос капитализации Байкала. Помимо этого широкую огласку получил перспективный проект по созданию агломерации “Иркутск–Шелехов – Ангарск”.

К сожалению, в предложенных документах слабо освещены вопросы сельского хозяйства. В большей степени направления развития производства сельскохозяйственной продукции рассмотрены в программе развития Усольского муниципального образования. Это и понятно, поскольку на территории этого района действует ряд мощных сельскохозяйственных предприятий: СХОАО “Белореченское”, СХПК “Усольский свинокомплекс”, ЗАО “Железнодорожник” и другие. В дополнение к этому в 2008 г. администрацией Иркутского муниципального образования предложено включить район в законодательном порядке в число территорий сельскохозяйственного назначения. При этом таковыми считать несколько муниципальных образований бывшего Усть-ордынского бурятского автономного округа.

Очевидно, что стратегия развития Иркутской области, включающая различные проекты, не может быть реализована без серьезных перспектив сельского хозяйства региона. Особую актуальность данному вопросу придает закон, принятый от 29 декабря 2006 г. № 264 - ФЗ “О развитии сельского хозяйства”. Как дополнение к этому закону, 14 июля 2007 г. Правительством РФ

утверждено постановление № 446 “О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынка сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2008 - 2012 годы”. В первом документе отмечено, что государственная аграрная политика представляет собой составную часть государственной социально-экономической политики, направленной на устойчивое развитие сельского хозяйства и сельских территорий. Под устойчивым развитием сельских территорий понимается их стабильное социально-экономическое развитие, увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции, повышение эффективности сельского хозяйства, достижения полной занятости сельского населения и повышение уровня его жизни, рациональное использование земель.

В продолжение законодательных актов страны в конце марта 2008 г. участники депутатских слушаний вынесли на рассмотрение администрации Иркутской области проект “Развитие агропромышленного комплекса на территории Иркутской области”. В этом документе, в частности, предложено в качестве основного направления развития агропромышленного комплекса считать животноводство. Кроме того, рекомендовано разработать и утвердить областную государственную целевую программу “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2009 - 2012 годы”. Обращает на себя внимание пункт по вопросам социального развития села: строительство и ремонт дорог; полная телефонизация и компьютеризация сельских территорий; водоснабжение сельского населения; развитие культуры, физической культуры, образования, здравоохранения, строительство клубов, спортивных залов, школ, объектов медицинского назначения; подготовка кадров.

Отрадно заметить, что в проекте “Развитие агропромышленного комплекса на территории Иркутской области” проблема кадрового обеспечения сельскохозяйственных организаций является частью взаимосвязанных задач, касающихся социальных аспектов развития села.

Поддержание продовольственной безопасности, улучшение качества продуктов питания, многовековые традиции ведения сельского хозяйства на территории региона, перспективы туризма, стремительное развитие новых технологий – те немногие факторы из множества других, которые убеждают в необходимости серьезной государственной поддержки агропромышленного комплекса в виде системы мероприятий. Частью этой системы является подготов-



ка современных кадров на основе непрерывного образования для обеспечения агропромышленного комплекса региона.

### **Состояние кадрового обеспечения**

Согласно статистическим данным численность населения Иркутской области в 2006 г. составила немногим менее 2.4 миллионов. При этом наблюдается тенденция убывания этого показателя с 1995 г. Уменьшилось количество жителей в сельской местности, достигнув немногим более 390 тысяч. Хотя удельный вес сельских жителей относительно общей численности населения региона с 1995 г. остался на уровне 16.5 %, резко сократился удельный вес работающих в сельскохозяйственных организациях – с 17.8 до 4.8 %. В 2006 г. количество работников сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств составило немногим менее 27 тысяч.

Не могут не тревожить факты, связанные с уменьшением количества руководящих работников и специалистов сельскохозяйственных организаций. К тому же не наблюдается тенденция укрепления молодыми кадрами этой категории работников. Помимо уменьшения количественного состава, происходит ухудшение качества руководителей и специалистов. Только 61 % руководящего состава имеет высшее образование. Среди практиков таковых 12 %. Еще хуже положение среди специалистов. Здесь указанные показатели соответствуют 35.7 % и 13.5 %. Для руководителей среднего звена и рабочих кадров предприятий процент кадрового состава с высшим образованием еще ниже.

Невысоким является показатель закрепления молодых специалистов, завершивших обучение в сельскохозяйственной академии, находящийся на уровне 7 – 10 %.

Исходя из сказанного, состояние кадрового обеспечения различных категорий хозяйств не вполне адекватно потребностям агропромышленного комплекса, как по количеству, так и по качеству. Причем возникает еще один вопрос, связанный с соответствием выпускника предъявляемым требованиям современного производства, что связано с интенсивным внедрением передовыми сельскохозяйственными организациями современных технологий, новых технических средств и оборудования, широким использованием компьютерных программ и т.п.

### **Прогнозы и направления обеспечения кадрами**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия продолжает готовить специалистов по самым распространенным специальностям в систе-

ме аграрного образования страны, к которым относятся: экономика и управление на предприятии, зоотехния, агрономия, бухгалтерский учет, анализ и аудит, механизация сельского хозяйства и ветеринария. Помимо этого профессорско-преподавательский состав обучает студентов по другим 11 специальностям.

По данным за период 2005 - 2007 г.г., ежегодный выпуск специалистов составляет немногим более 470. Около 390 выпускников обучались на бюджетной основе. Что касается подготовки специалистов по контрактам от сельскохозяйственных организаций региона, то их процентное отношение к выпускникам, обучавшимся на бюджетной основе, находилось на уровне 50 %. Иными словами, число студентов, завершивших обучение в вузе по целевому направлению, несколько ниже 200. К этому следует добавить, что вуз ежегодно выпускает около 150 специалистов по 10 специальностям, прошедших заочное обучение на бюджетной основе.

Сравнение данных по трудоустройству молодых кадров в хозяйствах области и числа выпускников за 2007 г. показывает значительное расхождение между ними (рис. 1). Только 12,2 % студентов, завершивших обучение, пожелали работать в сельскохозяйственных предприятиях. К сожалению, не все из них остались на рабочих местах. Число таких специалистов оказалось около 10 %.

Приведенные данные и анализ сложившейся ситуации показывают необходимость решения комплекса проблем, касающихся подготовки квалифицированных специалистов и их трудоустройства.

Во-первых, помимо областной государственной целевой программы “Развитие сельского хозяйства и регулирование рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Иркутской области на 2009-2012 годы”, в которую входит раздел “Кадровое обеспечение агропромышленного комплекса Иркутской области на 2009 - 2012 г.г.”, нужна отдельная программа по этому вопросу. В эту программу можно было бы включить весь спектр вопросов, связанных с подготовкой выпускников и их привлечением в организации агропромышленного комплекса.

Во-вторых, необходим закон для Иркутской области, аналогичный тем, которые приняты в некоторых регионах Сибирского федерального округа, о государственной поддержке кадрового обеспечения на уровне субъекта феде-

рации. В этом документе нужно предусмотреть финансирование на профессиональную переподготовку и повышение квалификации руководителей и специалистов организаций, подготовку руководителей организаций, обучение студентов по целевому набору. В рамках закона предлагается целевая контрактная подготовка специалистов, утвержденная губернатором. Документ подписывают представитель учебного заведения, студент, работодатель, представитель местного самоуправления и заказчик в лице представителя администрации области.

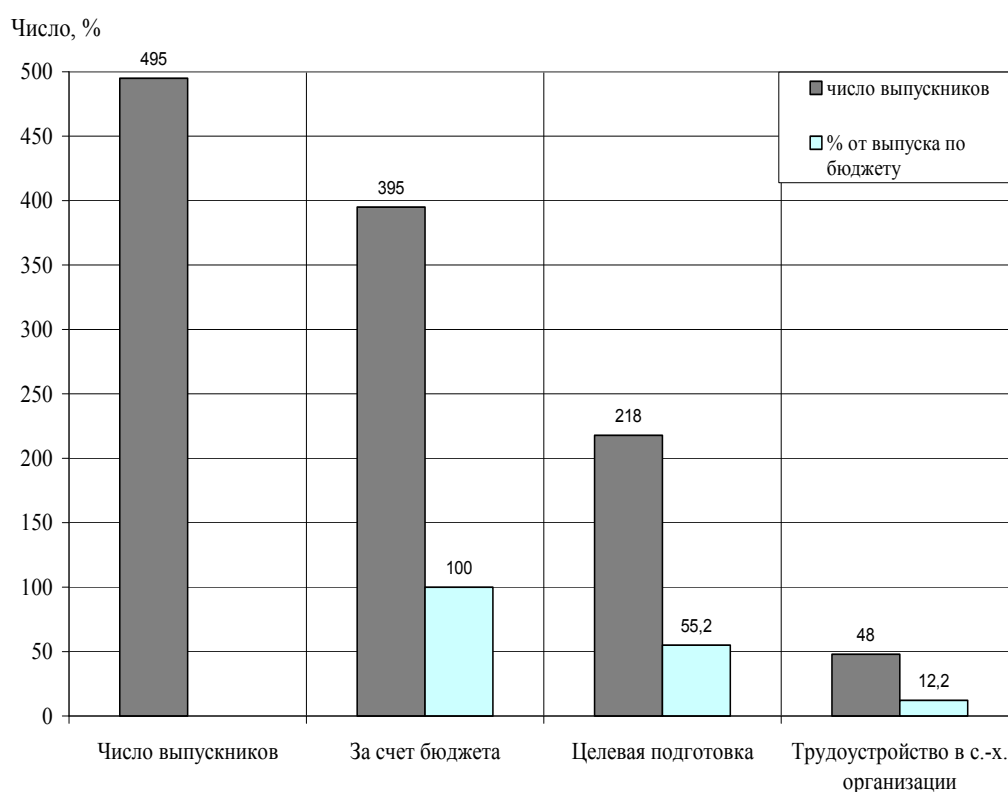


Рисунок 1 – **Выпуск специалистов и первоначальное трудоустройство в сельскохозяйственные организации по данным 2007 г.**

В-третьих, ввиду стремительного развития сельскохозяйственной техники и новых технологий требуется переход на качественно другой уровень подготовки кадров для хозяйств. Чтобы реализовать эту стратегическую задачу, нужна поддержка органов государственной власти субъекта федерации. Именно на полях учебного хозяйства следовало бы апробировать новую технику и технологии. Подобные элементы интеграции науки, учебного процесса и производства имеют место при подготовке специалистов. Речь идет о комплексном соглашении сельскохозяйственной академии с эффективно работающим СХ ОАО “Белореченское”, тесными контактами с передовыми аграрными ор-

ганизациями и Департаментом АПК Иркутской области. Тем не менее, для современной подготовки специалистов нужна устойчивая система развития отношений, немыслимая без государственной поддержки. Уровень приобретенных студентом знаний должен опережать уровень состояния сельскохозяйственного производства.

В-четвертых, применение непрерывного аграрного образования - это не только подготовка кадров в училищах, техникумах и вузах. Здесь большое значение имеет учеба в сельских школах, на которой не может сказаться состояние инфраструктуры села. Качественное повышение уровня жизни в сельской местности, технико-технологическое переоснащение производства может стать основой системы пропаганды труда агрария и потребности старшеклассников в дальнейшем аграрном образовании. Помимо повышения образовательного уровня сельских школ, серьезную роль играет послевузовское образование, связанное с переподготовкой кадров на базе института повышения квалификации. Кроме того, для улучшения качественного состава и роста квалификации молодых преподавателей особое место отводится аспирантуре и докторантуре. С одной стороны, аспирантура решает задачу повышения квалификации преподавательского состава. Вместе с тем опыт передовых хозяйств показывает, что часть производителей решает проблему переподготовки путем обучения в аспирантуре. Другими словами, расширились функции аспирантуры, и повысилась ответственность руководителей за подготовку, как правило, опытных специалистов производства.

Необходимость в кадрах для села определяется многими факторами, одним из которых является предполагаемый вариант многолетнего развития региона. Прогноз потребности экономики Иркутской области в выпускниках образовательных учреждений высшего профессионального образования до 2020 г., полученный в Байкальском государственном университете экономики и права, показывает, что спрос на кадры для сельского хозяйства будет возрастать как по инерционному, так и по стратегическому варианту. В этом прогнозе потребность без учета экономических специальностей может колебаться от 130 до 235 выпускников в год. Полученные результаты согласуются с данными Департамента АПК и анализом динамики выпускников в академии с учетом их распределения в сельскохозяйственные организации. По этим данным предложено на новой контрактной основе с государственной поддерж-

кой обучать 125 студентов. Такое же количество выпускников предполагается ежегодно трудоустраивать в сельскохозяйственные организации. Помимо возможности участия молодых специалистов в национальном проекте “Развитие АПК” – “Обеспечение доступным жильем молодых специалистов (или их семей)” предусматривается единовременная финансовая поддержка в размере 70 тысяч рублей. Кроме того, необходима ежемесячная доплата выпускникам, обеспечивающая их общий доход на уровне 5 минимальных размеров месячной оплаты труда в течение первых 3 лет работы.

В рамках переподготовки и повышения квалификации требуется ежегодно обучать от 600 до 800 специалистов аграрного комплекса, не менее 50 руководителей и их резерв, а так же глав муниципальных образований сельскохозяйственных районов. Общие затраты бюджета области на указанные мероприятия, включенные в проект целевой программы кадрового обеспечения АПК Иркутской области должны составлять 75 миллионов рублей. Указанные мероприятия позволят повысить закрепление кадров на селе до 70 – 80 %.

Подводя итоги сказанному, следует подчеркнуть, что обеспечить кадрами агропромышленный комплекс невозможно без решения социально-экономических проблем сельской местности, технического и технологического переоснащения, качественно нового уровня подготовки специалистов, расширения функций непрерывного образования, законодательной базы и государственной поддержки со стороны области.

*Состояние, подготовка кадров, сельское хозяйство, Иркутская область.  
State, personnel training, agriculture, Irkutsk region.*

**UDK 631.158: 658.3 (571.53)**

#### **Summery**

### **SOME ASPECTS OF STAFF SUPPLY OF AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX IN IRKUTSK REGION**

**Yu.E. Vashukevich, Ya.M. Ivan’o, S.S. Ostroumov**

The Irkutsk State Academy of Agriculture  
The Administration of Irkutsk region

The article is devoted to the state of staff training for the farming of Irkutsk region. Such problems are considered as the development of the system of providing university’s graduates for agro-industrial complex enterprises on the basis of perspectives of rural areas development, the introduction of up-to-date technologies and the creation of legislative ground.

УДК 632.25:633.11"321" (571.53)

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД СНИЖЕНИЯ ВРЕДНОСТИ КОРНЕВОЙ ГНИЛИ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРЕДБАЙКАЛЬЕ**

**А.А. Разина, С.А. Луценко, Ю.С. Корзинников**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

Агрономический факультет

Кафедра сельскохозяйственной экологии

Кафедра ботаники, луговодства и кормопроизводства

Корневая гниль является серьезным распространенным заболеванием яровой пшеницы, значительно снижающим урожайность. Предлагается безпестицидный способ снижения вредности этого патогена с использованием разрыва циклов развития патогена и растения-хозяина, что обеспечило прибавку урожая 39.6 %.

Президиум РАСХН 19 января 2006 года рассмотрел вопрос индуцированного иммунитета сельскохозяйственных культур. Чтобы снизить отрицательное влияние химических средств защиты растений на окружающую среду и человека требуются принципиально новые экологически безопасные методы борьбы с вредными организмами.

Современное растениеводство характеризуется исключительно низкой стабильностью фитосанитарного состояния. Причинами этого являются не только средства химизации, но и характерные для последних десятилетий изменения структуры сельскохозяйственного производства и системы возделывания сельскохозяйственных культур [6].

Накоплению патогенов в почве и повышению вредности болезней способствует применяемая агротехника: монокультура или бессменное возделывание зерновых культур, особенно в отсутствии предпосевного протравливания семян и некачественная обработка почвы [2]. Кроме того, распространению и накоплению корневой гнили способствуют климатические условия региона. Так, в Урало-Сибирском регионе, в зоне действия весенне-летней засухи, широко распространены корневые гнили зерновых колосовых культур [3, 5].

Эти проблемы актуальны и для Иркутской области. По вредности ведущее место в нашем регионе занимают корневые гнили яровой пшеницы. По

данном Иркутской областной станции защиты растений в 2006 году корневые гнили составили 100 % , понижая урожайность яровой пшеницы до 30 %.

При совершенствовании защиты растений от вредных организмов коренные изменения могут быть получены только на основе принципиально новой стратегии, направленной на общую фитосанитарную оптимизацию растениеводства [2].

Современным направлением в области фитоиммунитета являются исследования по разрыву циклов развития “растения-хозяина”, патогенов и фитофагов.

Концепция о параллельной биологической эволюции растений и их патогенов была выдвинута Н.И. Вавиловым и получила дальнейшее развитие в теории сопряженной эволюции паразитов и их хозяев, разработанной П.М. Жуковским. В 1946 году М.С. Дунин выдвинул теорию, основанную на особенностях взаимодействия паразита и растения в разные фазы его развития. По его мнению, при воздействии на растение приемами, способными влиять на прохождение определенных фаз развития, можно добиться снижения вредности болезни [9].

Эмпирически такой подход используется достаточно давно. А.А. Соловьев добивался очищения выращиваемых семян от патогенов подзимним посевом [8]. Над подзимним посевом яровой пшеницы работал и автор метода гидрофобизации семян – заведующий лабораторией гидрофобизации семян ТСХА С.В.Крылов.

Мы ставили своей задачей разработать теорию, средства и способы нарушения параллельности циклов развития (разрыв циклов развития) “растение-хозяин” и патогена. На наш взгляд наиболее перспективным является использование сверхранних и подзимних сроков сева яровой пшеницы. Это позволит “растению-хозяину” в период более благоприятный для своего развития пройти уязвимую фазу, в результате чего снизится возможность заражения или роста и развития патогена в тканях растения.

В нашем опыте разрыв циклов развития “растение-хозяин” и патогена достигался использованием раннего срока посева.

Исследования проводились в 2007 году на опытном поле ИрГСХА.

По механическому составу почва опытного участка - тяжелосуглинистая серая лесная.

Объект исследования: корневая гниль пшеницы.

Метод исследования: полевой опыт. Площадь делянки 180 м<sup>2</sup>, расположение делянок последовательное. Повторность опыта - четырехкратная. Агротехника яровой пшеницы зональная. Сорт "Тулунская - 12".

Опыт включал четыре варианта:

1 – ранний срок посева яровой пшеницы – 26 апреля, без предпосевного протравливания семян;

2 – ранний срок посева яровой пшеницы – 26 апреля, с предпосевным протравливанием семян – виал, 0.5 л/т;

3 – обычный для региона срок посева – 19 мая, без предпосевного протравливания семян – (контроль - 1);

4 – обычный для региона срок посева – 19 мая, с предпосевным протравливанием семян – виал, 0.5 л/т (контроль - 2).

Учет распространения и интенсивности развития корневой гнили проводили по методике ВИЗР [4].

**Таблица - Влияние сроков сева на снижение вредоносности корневой гнили яровой пшеницы на фазе всходов (2007 год)**

| Показатели                                  |      | Варианты – сроки сева                                 |                                                           |                                                         |                                                             |
|---------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
|                                             |      | 19 мая<br>с пред-<br>посевным<br>протрав-<br>ливанием | 26 апреля, с<br>пред-<br>посевным<br>протрав-<br>ливанием | 19 мая<br>без пред-<br>посевного<br>протрав-<br>ливания | 26 апреля,<br>без пред-<br>посевного<br>протрав-<br>ливания |
| Распространение корневой гнили (в %)        |      | 9.42                                                  | 5.45                                                      | 16.68                                                   | 14.37                                                       |
| Интенсивность развития корневой гнили (в %) |      | 2.25                                                  | 2.78                                                      | 2.84                                                    | 2.90                                                        |
| Индекс развития корневой гнили, баллов      |      | 0.22                                                  | 0.15                                                      | 0.47                                                    | 0.41                                                        |
| Урожайность пшеницы                         | т/га | 1.75                                                  | 1.98                                                      | 1.84                                                    | 2.57                                                        |
|                                             | %    | 100                                                   | 113.14                                                    | 100                                                     | 139.67                                                      |

Как видно из таблицы, в вариантах без предпосевного протравливания в ранний срок сева распространение заболеваний корневой гнилью уменьшились на 13.84 %. При этом возросла интенсивность развития на 2.07 %, а сам индекс развития болезни снизился на 12.77 %.

Таким образом, использование раннего срока сева способствует снижению распространения возбудителя и индекса развития болезни. Это происхо-



дит за счет того, что возбудитель попадает в неблагоприятные условия, а именно, устойчивых к заражению им растений. Устойчивость растений обеспечивается отсутствием стресса. Им может быть недостаток влаги. Для нашего региона обычна весенне-летняя засуха. С одной стороны она ослабляет растения при традиционных сроках сева. С другой стороны, отсутствие стресса для растений способствует снижению вредоносности корневой гнили. Поэтому за счет повышения устойчивости растений к заболеванию урожай не снижается, хотя возбудитель присутствует. Еще А.А. Ячевский говорил: "Важно не столько помешать развитию паразита, сколько дать "растению-хозяину" возможность продолжать свою жизнедеятельность" [7].

Полученные результаты свидетельствуют о повышении урожайности в ранние сроки сева - на 39.67 %.

В варианте с предпосевным протравливанием семян при раннем сроке сева протравитель снижает все показатели заболевания, но это не способствует повышению урожайности. Можно предполагать это связано с подавлением полезной микрофлоры.

### Выводы

1. Ранний срок сева яровой пшеницы без предпосевного протравливания способствовал снижению распространения возбудителя корневой гнили и индекса развития болезни на 13.84 % и 12.77 % соответственно по сравнению с вариантом традиционного срока сева без предпосевного протравливания.

2. При раннем сроке сева без предпосевного протравливания снижается вредоносность корневой гнили, что способствует повышению урожайности яровой пшеницы на 39.67 % по сравнению с вариантом традиционного срока сева без предпосевного протравливания. Кроме того, это может сказаться на уменьшении потери урожая, которые характерны для Иркутской области.

*Корневая гниль, заболевание, яровая пшеница, безпестицидный способ.  
Root rot, disease, spring wheat, non-pesticide method.*

### Литература

1. Амирханов Д.В. Протравливание семян – прием обязательный /Д.В. Амирханов, Д.В. Хасанов, Р.Ф. Исаев.// Защита и карантин растений. 2001. № 5. - С. 9-10.
2. Жученко А.А. Роль растениеводства в век биологии и экономики знаний / А.А. Жученко // Вестник РАСХН, 2006. - № 1. - С. 3-6.
3. Кислов А.В. Влияние паровых звеньев, обработки почвы и удобрений на плодородие почвы и урожайность пшеницы в степи Южного Урала / А.В. Кислов, О.Л. Еремкина // Зерновое хозяйство, 2005. - № 4. - С. 8-10.
4. Методы учета вредных организмов. //Защита и карантин растений, 2002. - № 3. - С. 51-54.

5. Немченко В.В. Применение регуляторов роста для повышения устойчивости растений к неблагоприятным условиям произрастания / В.В. Немченко // Регуляторы роста и развития растений. - Материалы 6-ой Междунар. конф. – М.: МСХА, 2001. – 263 с.

6. Новожилов К.В. Фитосанитарная оптимизация растениеводства / К.В. Новожилов // Защита и карантин растений, 1998. - № 5. - С.15-17.

7. Попова И.Б. Физиолого-биохимическая характеристика пшеницы, пораженной различными патогенными микроорганизмами / И.Б. Попова // Физиология сельскохозяйственных растений. Физиология пшеницы. М.: МГУ. – 1969. – Т. 4. - 541 с.

8. Соловьев А.А. Подзимний посев как метод семеноводства / А.А. Соловьев // Известия ИСХИ. - Иркутск, 1960. Вып. 15. – С. 146 - 153.

9. Шкаликов В.А. Иммуитет растений / В.А. Шкаликов, Ю.Т. Дьяков, Ф. С.-У. Джа-лилов - М.: Колос, 2005. – 230 с.

**UDK 632.25:633.11 "321"(571.53)**

### **Summary**

## **REDUCING HARMFUL EFFECT OF ROOT ROT IN PRE-BAIKAL AREA**

**A.A. Razina, S.A. Lucenko, Yu. S. Korzinnikov**

Root rot is a serious wide-spread disease of spring wheat lowering yields significantly. We suggest non-pesticide method of reducing harmful effect of this pathogen with the help of gap between pathogen development cycles and host plant, which has provided additional yield 28.4 %.

**УДК 633.11"321"(571/53)**

## **ОБОСНОВАНИЕ МОДИФИКАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В ПРИАНГАРЬЕ**

**А.Л. Телятко, И.Н. Дедик, С.А. Луценко, Е.Н. Киселева, Ю.С. Корзинников**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

Агрономический факультет

Кафедра ботаники, луговодства и кормопроизводства

Организация ранневесенних посевов яровой пшеницы в Приангарье с внесением изменений в технологию её возделывания, что позволяет повышать ее урожайность на 30 - 40 % и снижать влияние патогенов, вредителей и сорняков.

Современный экологический кризис в сельском хозяйстве зависит от количественных показателей применения пестицидов и минеральных удобрений.

Поэтому перед агрономами стоит важная задача: биологизация сельскохозяйственного производства и, в первую очередь, при выращивании зерна [1, 2].

За многие годы возделывания яровой пшеницы произошел отбор патогенов, вредителей, сорняков. Последние хорошо приспособлены к технологии возделывания самой культуры. Необходимо разорвать сопряженность циклов развития культурных растений и вредных организмов.

В условиях Приангарья есть своя особенность – короткий вегетационный период (90 - 100 дней). Его действие в сочетании с весенне-летней засухой, холодные и дождливые условия в период формирования и налива зерна, являются объективными причинами низкой урожайности и невысокого качества зерна яровой пшеницы. В данном регионе яровую пшеницу высевают в первой и второй декадах мая [3]. К этому же времени развивается весенне-летняя засуха и активизируется жизнедеятельность вредных организмов,

Вместе с тем видовой особенностью яровой пшеницы следует считать холодостойкость и даже заморозкоустойчивость всходов. Это позволяет организовать ранневесенние посевы без вредных организмов, а также и снизить лимитирующее влияние весенне-летней засухи и осенней холодной, дождливой погоды.

Данное сообщение основано на работах, выполненных авторами в апреле - сентябре 2007 года на опытном поле ИрГСХА пос. Молодежный. Крупноделаночные опыты проводились в пятикратной повторности на делянках, размеры которых составили 180 м<sup>2</sup>. Всего было заложено 100 делян (55 - в апреле и 45 – в мае). Семена яровой пшеницы “Тулунская - 12” высевали 26 апреля, т.е. на 7 - 10 дней раньше обычного срока (19 мая) зерновой сеялкой с нормой посева 300 кг/га (май) и 340 кг/га (апрель).

Учет урожая проводили после уборки комбайном CaMΠO-130 и подработки зерна на ситах, с приведением к 14 % влажности. Наблюдения за ростом пшеницы, сорняков, проявлением корневой гнили, деятельности пьявицы проводили на метровых микроделянках в трехкратной повторности на всех заложённых делянках полевого опыта.

По результатам наших исследований озерненность колосьев и урожайность при оптимальных условиях для развития всходов посева в апреле выше, чем в мае (табл.).

Повышение урожайности в апрельский срок посева происходит за счет опережающего развития растений пшеницы, которые в пять – шесть раз превосходит число сорняков, биомасса корневой гнили снижается в шесть – во-

семь (вредоносность и септориоза колосьев в 0.2 -0.3 раза, пыявицы – в два раза).

**Таблица - Показатели роста и урожайности яровой пшеницы “Тулунская - 12” при разных сроках посева (данные 2007 года)**

| Срок посева                         | Кол-во растений на 1 кв.м, шт. |        | Выживаемость, % | Высота колоса, см | Число колосков в колосе, шт | Число зерен в колосе, шт | Масса 1000 семян | Урожайность |               |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------|-----------------|-------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|-------------|---------------|
|                                     | Всходы                         | Уборка |                 |                   |                             |                          |                  | Биолг. ц/га | Хозйств. ц/га |
| 26.04                               | 514.0                          | 427.3  | 83.1            | 6.40              | 12.52                       | 19.0                     | 35.5             | 29.90       | 25.56         |
| 19.05                               | 536.0                          | 505.3  | 94.3            | 6.38              | 11.77                       | 15.0                     | 32.5             | 25.30       | 18.40         |
| <i>HCP<sub>05</sub> = 0.42 ц/га</i> |                                |        |                 |                   |                             |                          |                  |             |               |

Таким образом, организация ранневесенних посевов, требует существенного изменения технологии возделывания яровой пшеницы. Например, на преобладающих в Приангарье тяжелых почвах, поля должны быть подготовлены к посеву с осени. Это позволяет повысить урожайность на 30 – 40 % и снизить деятельность вредных организмов: патогенов, вредителей, сорняков.

*Ранневесенние посевы, яровая пшеница, Приангарье, изменения в технологии.*

*Early spring sowings, spring wheat, Pre-Angara area, technological changes.*

### **Литература**

1. Жученко А.А. Роль растениеводства в век биологии и экономики знаний // Вестник РАСХН, 2006. № 1. - С.3 - 6.
2. Ресурсный потенциал производства зерна в России / А.А. Жученко - М.: Агрорус, 2004. - 1109 с.
3. Хуснидинов Ш.К. Растениеводство Предбайкалья / Ш.К. Хуснидинов, А.А. Долгополов, Г.Н. Покровская - Иркутск: ИрГСХА, 2000. - 418 с.

**UDK 633.11”321”(571/53)**

### **Summary**

### **BASING FOR MODIFICATION OF SPRING WHEAT CULTIVATION TECHNOLOGY IN PRE-ANGARA REGION**

**A.L. Telyatko, I.N. Dedik, S.A. Lutsenko, E.N. Kiselyova, Yu.S. Korzinnikov**

Organization of early spring seedings of spring wheat in Pre-Angara region with introduction of changes into the technology of its cultivation enables to increase yields by 30-40%, to reduce a harmful effect of organisms (pathogenes, pests, weeds).

УДК 316.752

**ФЕНОМЕН ОДИНОЧЕСТВА: ИСТОКИ ПРОБЛЕМЫ  
В ЗАПАДНОЕВРОПЕЙСКОЙ ФИЛОСОФИИ И ЛИТЕРАТУРЕ**

**Н.А. Васильева**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра философии, истории и социологии

В данной статье речь идет об истоках проблемы одиночества в западноевропейской философии и литературе. Анализируется влияние данного феномена на формирование субъективного мира личности.

Одиночество принадлежит к числу тех понятий, смысл которых, на первый взгляд, вполне отчетливо представляется даже обыденному сознанию, но подобная ясность обманчива, так как скрывает сложное, противоречивое философское содержание.

Все исследователи сходятся в том, что одиночество связано с переживанием человеком его оторванности от сообщества людей, близких, исторической реальности и гармоничного восприятия мира в целом. Своеобразной аксиомой всех современных концепций одиночества стало признание того, что физическая изолированность субъекта не всегда соседствует с одиночеством. Современный человек ощущает одиночество остро в ситуациях интенсивного общения: на улице, на работе, в семье. Это состояние наиболее полно отражено в термине "одинокая толпа", который был предложен американским социологом Д. Рисменом в 50-е гг. XX века.

Одиночество, в отличие от объективной изолированности человека, которая может быть и добровольной, отражает тягостный разлад личности, господство дисгармонии, страдания, кризиса "Я". Весь мир окрашивается в трагедийные тона и начинает восприниматься как лишенный смысла и ценности. Можно ли, в таком случае, считать, что единственная альтернатива одиночеству безграничное общение? На наш взгляд, если подразумевать под общением только обмен информацией, которая не наполнена для человека смыслом, то подобное общение не противостоит одиночеству, а, напротив, - порождает или обостряет его.

Массовое производство социально-психологических стереотипов - привычек, обычаев, вкусов, оценок, форм поведения и восприятия - уничтожает

черты индивидуальных различий людей. По словам Э.В. Ильенкова, "... два абсолютно одинаковых индивида, каждый из которых обладает тем же самым набором знаний, привычек, склонностей и т.д., были бы друг для друга абсолютно неинтересны, не нужны... Это было бы попросту удвоенное одиночество" [2].

Действительно, подобное удвоение, утроение и так далее постоянно происходит в обществе массовой информации и индустриального производства. Между тем общество как форма всеобщего представляет собой устойчивое взаимодействие неповторимых индивидов, у которых общее равнозначно присущему им индивидуальному набору черт. И это закономерное многообразие различий сближает человеческую общность сильнее, чем казарменное единообразие. В этом смысле восприятие и поощрение плюрализма индивидуальностей создает основу подлинному контакту между людьми и противостоит цепной реакции нарастания одиночества.

Теоретическое и художественное осмысление одиночества имеет давние истоки.

Цель данной статьи – проследить истоки возникновения феномена одиночества в западноевропейской философии и литературе.

Еще в ветхозаветной книге Екклесиаста сказано: "Человек одинокий, и другого нет; ни сына, ни брата нет у него; и всем трудам его нет конца, и глаз его не насыщается богатством" [1]. Драматизм утраты живой связи с миром людей пронизывает этот библейский текст, ставший едва ли не первым провозвестником экзистенциалистского пессимизма.

По мере того, как человек приходил к осознанию своей связи с родом людей, он открывал для себя всю катастрофичность утраты такой связи или даже ее некоторого ослабления.

Христианство с самого начала восприняло и вобрало в себя чувство щемящего одиночества. Ведь Христос в нравственном всесовершенстве стоит недостижимо выше своих учеников и толпы. Потому он так же одинок в пустыне, как и на шумных улицах Иерусалима и среди своих учеников. По сути, он одинок и в своей жертвенной смерти.

Мотивы земного одиночества прослеживаются в сочинениях отцов церкви, например: у Аврелия Августина, в понимании которого первородная греховность и смертность человека сами по себе определяют его одиночество перед лицом бога, стремясь к которому человек только и может преодолеть свое состояние.

Еще более отчетливо эта тенденция, усугубляющая земную изолированность человека, заявляла о себе в раннем протестантизме (Ж. Кальвин). Протестантский ригоризм не оставлял места для раскрытия внутреннего мира личности через общение с другими людьми. Признавалась только одна форма общения - сугубо индивидуальный "диалог" с богом. Протестантизм фактически освящал одиночество, которое не затрудняло, согласно его доктрине, а, напротив, облегчало путь к истинной вере.

Своеобразно преломленные мотивы протестантского одиночества стали одной из исходных точек развития философской концепции трансценденталистов XIX века (Г.Д. Торо). Торо писал, что "одиночество не измеряется милями, которые отделяют человека от его ближних" [6].

Трансценденталисты фактически первыми в истории европейской мысли стали проводить ясное различие одиночества и уединения. В XIX столетии принцип уединения рассматривался романтиками и трансценденталистами скорее как средство самозащиты, так он подразумевал укрепление духовного потенциала личности, ее социальное и творческое возмужание, необходимые для последующей борьбы за справедливое устройство общества. С тех пор устойчивая дихотомия одиночества и уединения прочно укрепилась в европейской философско-социологической мысли.

Иную концепцию одиночества и уединения выдвинул современник Торо датский теолог и философ С. Кьеркегор. "Одиночество" Кьеркегора - это замкнутый мир внутреннего самосознания, мир, принципиально не размыкаемый никем, кроме бога. Непроницаемая сфера самосознания высвечивалась, согласно Кьеркегору, трагическими всполохами отчаяния, в то время как устойчивая позиция "Я" сводилась к вечному молчанию.

Хаотичный протест против мерзостей жизни имел, по мысли философа, только один позитивный исход - обретение веры, но веры нетрадиционной. Вера Кьеркегора была сугубо индивидуалистическим погружением в иррационалистический образ бога, который единственно может стать собеседником затерянного в мире человека. В сущности, главный тезис Кьеркегора сводится к формуле: верить в бога абсурдно, но именно поэтому и надо верить, ибо и сам мир абсурден.

Так, задолго до А. Камю Кьеркегор связал воедино одиночество и абсурдность бытия, увидев в них неизбежные проявления современной жизни.

"Духовный человек" Кьеркегора - носитель разорванного сознания. Он не стремится покинуть мир людей, подобно Торо. В этом "духовный человек"

просто не видит никакой необходимости. Ведь он с самого начала вовлечен в общество в качестве "постороннего". И такая субстанциональная "посторонность" оказывается важнейшей чертой мировоззрения Кьеркегора.

В работе с характерным заглавием "Несчастнейший" Кьеркегор сравнивал людей с одинокими птицами в ночном безмолвии, собравшимися один-единственный раз, чтобы проникнуться зрелищем ничтожества жизни, медлительности дня и бесконечной длительности времени [3].

В этих ранних формах философского осмысления одиночества, присущих европейской философии Нового времени, обозначились две разные трактовки данного феномена, проявившиеся со всей полнотой в позднейшей культуре и философии.

Линия Торо, продолжая сохранять заряд романтического утопизма и этического оптимизма, трансформировалась в неоромантическую идеологию контркультуры. Последняя делала и ныне делает упор на альтернативные формы сознания и жизнеустройства. Именно эта традиция породила своеобразные теории "коллективности", которые предусматривают общинный стиль жизни, сохраняющий, как предполагается, полную внешнюю и внутреннюю свободу каждого "общинника".

Вторая традиция, восходящая в современной философии к Кьеркегору, через посредство Э. Гуссерля перешла в европейский экзистенциализм.

Базой, на которой возводилась философская теория Гуссерля, послужило представление о сознании как непрерывном и нескончаемом потоке особым образом сконструированных переживаний, имеющих свои общезначимые законы и принципы, совершенно изолированные от всего внешнего, в том числе и материального мира. Этот процесс отделения сознания от объективной реальности получил наименование "редукции", важнейшей составной частью которой было так называемое "эпохе", то есть воздержание от любых высказываний относительно внешнего мира путем сосредоточения исключительно на анализе "чистой" субъективности.

Проблема, с которой не могла не столкнуться феноменология, стала проблемой одиночества человеческого "Я", получившая в истории философии наименование проблемы интерсубъективности, то есть возможности или невозможности теоретико-познавательного общения индивидов с другими познающими субъектами, признания их существования вообще.



Парадокс состоит в том, что феноменология рано или поздно сталкивается с задачей "доказать" само существование других людей как равноценных с моим "Я" центров сознания. Парадоксальность такого положения объясняется тем, что субъективизм исходит из одной реальности - реальности "Я". Все остальное, так или иначе, предстает в виде проекции, или трансценденции, субъекта вовне. Таким образом, в рамках феноменологии еще можно доказать существование других людей как чисто физических, опредмеченных объектов, но, если ставится вопрос о наличии у них сознания, то возникают сложности теоретического характера и появляется опасность солипсизма, признания тотального одиночества субъекта в мире.

Универсальная модель одиночества, представленная в феноменологии Гуссерля, стала для многих философов XX века основой осмысления феноменов общественного бытия.

Наиболее наглядно трансформация феноменологии в экзистенциальное осмысление проблемы одиночества произошла в творчестве Ж.-П. Сартра.

Сартру принадлежит изречение: "Человек не есть то, что он есть; человек есть то, что он не есть". За внешней парадоксальностью этого суждения скрывается определенный философский смысл, утверждающий всеобщую и фундаментальную неудовлетворенность человека миром, разлад с самим собой. Согласно этой формуле, человек постоянно порывается стать тем, "что он не есть", - выйти за пределы своего "Я", разомкнуть рамки своего одиночества. Однако реальность такова, что в ней человеку трудно найти достойное его общение; человек не может понять, "что он есть" на самом деле. Потому его путь к себе, вернее, "в себя" сопряжен с осмыслением одиночества как экзистенциальной ситуации бытия человека в мире.

В отличие от Гуссерля, Сартр стремился субъективизировать мир. Он рассматривал мир как состоящий из "меня" и "другого". "Одним из свойств присутствия во мне другого есть объективность", - писал философ в своем очерке "Экзистенциализм - это гуманизм" [4]. Любой "другой" вмещивается в самое сокровенное для меня. В результате "принадлежащее" мне бежит от меня под непрощенным воздействием другого. Это тотальное бегство человека от человека и выражает понимание межличностных отношений Сартром. Вещи, будучи объектами моего мира, постоянно теряют свою интимность для меня, превращаются в предметы совместного владения, то есть появление другого чело-

века и тем более общности людей есть, по Сартру, разрушение, кризис, опасность. При этом любая форма коллективности изначально обречена на саморазрушение - отчуждение превращается в универсальный модус "бытия-в-мире".

Одиночество личности становилось в экзистенциализме принципом замкнутого антропологического универсума. Когда личность начинает вступать во взаимоотношения с миром и другими людьми, то человек сталкивается с объективностью, что в свою очередь ведет к одиночеству. "Человек, - писал Сартр, - становится таковым, каким он был сформирован задачами, расположенными на его пути. Объекты являются немymi требованиями, и в "Я" нет ничего, кроме пассивного повиновения этим требованиям" [5]. Одиночество человека закономерно связывалось философом с немой пассивностью, потерей надежды.

Поскольку взаимоотношения "меня" и "другого" постоянно конфликтны, то не может быть и речи о какой-либо общности индивидов. Признание множества субъектов не может быть ясно и отчетливо дано человеческому сознанию, утверждал Сартр, повторяя известные мотивы "эгологии" Гуссерля. Рассматривая самые тривиальные примеры "общности" людей экзистенциалист доказывает, что солидарность с этой общностью всегда иллюзорна, тогда как ощущение одиночества глубинно, бытийно. Как бы человек ни был вовлечен в переживание общности, он стремится разрушить ее, сохраняя одиночество своего "Я".

Взгляды Сартра во многом разделял другой философ-экзистенциалист А. Камю.

Исходя из убеждения в абсурдности человеческого бытия, он провозгласил символом "человеческого состояния" античный миф о Сизифе, который был осужден богами на тяжелый и бессмысленный труд, а также лишен поддержки как людей, так и богов. Между тем одиночество Сизифа становится подтверждением его силы и внутренней свободы. Камю настаивал на том, что вера в абсурд становится реальным возмещением одиночества. Безверие в общность людей трансформировалось в утверждение экзистенциальной свободы. Для Камю свобода - это "бунт", но не как открытого социального протеста, а как порыва субъективного отчаяния.

И все же Камю воссоздает иную альтернативу Сизифову отчаянию. Это миф о Прометее, который пожертвовал всем для блага людей. Одиночка Прометей воплощает трагизм мироздания, который высвечен любовью, жертвен-

ностью, состраданием. Жертвенность Прометея предстает высшей добродетелью человеческого духа, возвышающей современного человека и возвращающей ему смысл бытия. Не стремясь произвести отрицание одиночества, философ воспринимал его как каинову печать современного общества. И этот протест сам по себе давал импульс дальнейшему движению гуманистической мысли в поисках объяснения бытия человека в мире.

В философии и психологии понятие одиночества употребляется в конвенциональном смысле, представляя собой унаследованную систему нормативных значений и ценностей, которая определяет решающие элементы в intersубъективных отношениях и стилях жизни.

Яркий пример одиночества можно найти в характерной форме переживания человека в современном мире. Описание этого переживания занимает центральное место в классическом исследовании Э. Фромма "Бегство от свободы".

Пытаясь показать доминирование социального в характере современного человека, Фромм признал, что ключ к пониманию людей нового типа лежит в "специфическом отношении человека к миру" [7]. По разным соображениям, которые разъяснены в книге, Фромм спорит с тем, что современный человек в индустриальном технократическом обществе "чувствует бессилие и крайнюю безнадежность" [8]. Автор настаивает на том, что новая свобода, которую получил человек в процессе своего исторического освобождения от социальной, экономической и религиозной зависимости, "ограничила возникновение глубокого чувства безнадежности, бессилия, одиночества и тревоги" [9]. Хотя некоторые из этих теоретических положений проблематичны и недостаточно обоснованы, не может быть сомнений в том, что описания Фроммом "невыносимого чувства одиночества и бессилия" встретили широкое признание и одобрение. Многие согласились с положением, что "человек больше всего боится одного: изоляции" [10].

Фромм подробно рассматривал ситуации, приводящие к возникновению у человека ужаса перед одиночеством, изоляцией. Оказавшись в открытом море после кораблекрушения, человек гибнет гораздо раньше, чем исчерпываются его физические силы. Причина преждевременной гибели - страх умереть в одиночестве.

Фромм перечислил и проанализировал ряд социальных потребностей, формирующих резко отрицательное отношение личности к одиночеству. Это - потребность в общении, связях с людьми, потребность в самоутверждении,

привязанности, потребность обладать самосознанием, потребность в системе ориентации и необходимость иметь объект поклонения. Чувство одиночества, раскалывающее личность на дискретные части, по мысли Фромма, ведет к агрессии, насилию, терроризму, анархии. Философия Фромма стала в рамках современного западного гуманизма одним из ярких манифестов тех, кто стремится создать альтернативу деградации личности, пытается найти точку опоры в мире.

В настоящий момент более важным является тот факт, что представления Фромма привлекли внимание к особому типу одиночества, который был признан широко распространенным и сильно воздействующим на современное общество. Это одиночество, которое лежит в основе определенных форм отчуждения, разъединенности человека с культурой и даже аномии.

Тема одиночества огромна в современной философской и художественной литературе и требует серьезного осмысления.

*Истоки, проблемы, одиночество, философия, литература, субъективный мир личности.*

*Sources, problems, aloneness, philosophy, literature, subjective world of a personality*

#### **Литература**

1. Библия. Ветхий Завет. Книга Екклесиаста, или Проповедника (4:8).
2. Ильенков, Э.В. Диалектическая логика / Э.В. Ильенков. - М., 1974. - С. 253.
3. Кьеркегор, С. Несчастнейший / С. Кьеркегор // Северные цветы. - Кн. 4. - СПб., 1908. - С. 38.
4. Сартр, Ж.-П. Экзистенциализм - это гуманизм / Ж.-П. Сартр. - Париж, 1946. - С. 48.
5. Сартр, Ж.-П. Бытие и Ничто / Ж.-П. Сартр. - Париж, 1943. - С. 721.
6. Торо, Г.Д. Уолден, или Жизнь в лесу / Г.Д. Торо. - М., 1980. - С. 48.
7. Фромм, Э. Бегство от свободы / Э. Фромм: пер. с англ. Г.Ф. Швейника. 2-е изд. М.: Прогресс: Универс, 1995. - С. 9.
8. Фромм, Э. Бегство от свободы / Э. Фромм: пер. с англ. Г.Ф. Швейника. 2-е изд. М.: Прогресс: Универс, 1995. - С. 219.
9. Фромм, Э. Бегство от свободы / Э. Фромм: пер. с англ. Г.Ф. Швейника. 2-е изд. М.: Прогресс: Универс, 1995. - С. 53.
10. Фромм, Э. Бегство от свободы / Э. Фромм: пер. с англ. Г.Ф. Швейника. 2-е изд. М.: Прогресс: Универс, 1995.. - С. 15.

**UDK 316.752**

#### **Summary**

### **PHENOMENON OF LONELINESS: SOURCES OF A PROBLEM IN THE WEST-EUROPEAN PHILOSOPHY AND LITERATURE**

**N.A. Vasilieva**

In given clause is a question of philosophical and literary of a phenomenon of loneliness in the West-European tradition.

**УДК 591.553****МИКРОПРОЦЕССЫ ЭВОЛЮЦИИ СООБЩЕСТВ  
(на примере сообществ мелких млекопитающих)****Ю.Н. Литвинов**

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск

Обсуждаются основные вопросы, связанные с эволюцией современных сообществ и экосистем. Обосновывается сходство биологических систем с кибернетическими системами. На примере мелких млекопитающих показано, что пространственные и временные информационные параметры разных сообществ, позволяют отобразить тенденции их информационной структуры. Это можно рассматривать как отличительный ландшафтный облик. Изменение информационной структуры сообществ отображает начальные этапы их микроэволюции.

В биологии в отличие от других наук, процессы и явления, относящиеся к формированию, развитию и функционированию живой оболочки земли (биосферы) имеют эволюционную направленность. Эволюционные процессы на уровне отдельных организмов или составляющих их популяций доказаны много раз со времен Ч. Дарвина и в последние годы многократно подтверждались успехами синтетической теории эволюции и теории эволюции онтогенеза [4]. Вместе с тем, уже признанно, что новая трактовка естественного отбора означает появление эволюционного синтеза, основанного на тесном единстве идей, которые сейчас входят в компетенцию генетики популяций и синэкологии [4]. Следует признать, что эволюционные преобразования, происходящие на экосистемном (биоценотическом) уровне развития живого часто не имеют обобщающей теории и рассматриваются разными исследователями в основном с теоретических позиций, имеющих или как основу эволюции сообществ и экосистем - эволюцию составляющих их популяций, или, ставя в основу изучения развитие временных глобально-исторических процессов, с ретроспективным анализом и актуалистической реконструкцией природных явлений [9].

На сегодняшний день справедливо и актуально представление о том, что “лишь в самых общих чертах намечена картина экосистемной эволюции. В создании теории биоценотических кризисов в геологической истории вообще сделаны первые шаги; нет хорошей системы объяснений закономерностей более или менее синхронной смены господствующих форм жизни в истории Земли, характер взаимодействия соответствующих биологических (и др.) процессов остается малоисследованным, хотя факты, относящиеся к этой стороне биоло-

гической эволюции, буквально нарастают по экспоненте” [29]. Не удивительно, что вопрос о том эволюционируют ли сообщества, часто характеризуется отрицательным ответом [27, 41]. Хотя само применение понятия “эволюция” требует ясной точки приложения. Например, вопрос об эволюции сообществ формулируется, учитывая кардинальное отличие эволюции экосистем от эволюции составляющих эти экосистемы популяций и видов, потому не всегда понятно, в каком смысле можно применять к процессу исторического преобразования сообществ термин эволюция, иными словами входит ли этот вопрос в схему эволюционной теории [27, 33].

Учитывая вышесказанное, хотелось бы остановиться на методологических проблемах, которые касаются изучения изменений происходящих в современных сообществах живых организмов. Также представляется важным привести примеры оценки состояния современных сообществ млекопитающих во времени и в пространстве, с помощью методов экологии сообществ и теории информации.

### **Сообщества и эволюция**

Если под эволюционными преобразованиями в сообществах понимать явления подчиняющиеся закономерностям “дарвиновского” отбора то в целом такие процессы на уровне сообществ отчетливо не проявляются и поэтому эволюции сообществ как бы не существует [6, 27]. Тем не менее, широкое понимание термина эволюция: как изменения в обществе и природе, их направленность, порядок и закономерности, на наш взгляд позволяют устоявшиеся и необратимые изменения в сообществах характеризовать как эволюционные. В данном случае мнение о том, что биосистема может вполне быть эволюционирующим объектом, к тому же влияющем способом обратной связи на организмы и окружающую среду, вполне актуально [17]. Обратная связь подразумевает влияние биосистемы, через популяции на качественный и количественный состав организмов и выполнение ей регуляторной функции в данном процессе [32].

А.С. Северцов [27] считает, что “микроэволюционный процесс, как таковой, не влияя существенно на структуру сообществ (за исключением некогерентной эволюции в периоды экологических кризисов), формирует материал для компоновки экосистем. Однако, поскольку для их состава важны не столько новые виды, сколько новые жизненные формы, филоценогенез идет медленнее микроэволюции, со скоростью макроэволюции.

Таким образом, по своему механизму эволюция экосистем дуалистична - с одной стороны, она основана на эволюции популяций компонентов сообщества, с другой, - на компоновке готовых жизненных форм. Основным же отличием эволюции экосистем от эволюции популяций и видов является неадаптивность эволюции надвидовых сообществ”.

Вместе с тем, такой известный синэколог, как Уиттекер признает очевидной эволюцию сообществ и приводит несколько ее характеризующих закономерностей [43]. По мнению автора в сообществе, образующем живую компоненту экосистемы, все виды взаимодействуют между собой и эволюционные изменения видов обязательно сопровождаются эволюцией всего сообщества. Сообщество меняется по своей структуре и функциям. Подобно видам, сообщество филогенетически связаны между собой, они эволюционно приспосабливаются к изменяющимся условиям. Не обязательно приравнивать сообщество к организму высшего порядка, чтобы убедиться, что такие свойства сообщества как рост, созревание, структурная дифференциация, круговорот вещества и поток энергии, адаптивная оптимизация, устойчивость и организованность эволюционно меняются. Эволюция видов, ведущая к увеличению их числа, ведет к возрастанию стабильности сообщества, увеличению многообразия экологических ниш в сообществе и, следовательно, к его дифференциации пространственной и функциональной структуры [43, 44]. По мнению этого автора, поскольку сообщества как целые не имеют центральной контрольной системы и не наследуют для себя генетической информации, их эволюция является главным образом результатом эволюции видов, входящих в их состав [43].

Если рассматривать закономерности размещения живых организмов на земном шаре, многие вопросы эволюционных преобразований в экосистемах становятся очевидными. С точки зрения биогеографии любую проблему макроэволюции можно обсуждать под биогеографическим углом зрения [8]. Этот автор пишет, что явления макроэволюции выявляются только на больших отрезках времени, которые поэтому исключают возможность адекватного эксперимента и которые не могут быть целиком поняты по аналогии с явлениями микроэволюции. Биогеография же демонстрирует связь природных условий с эндемизмом биоты на территории этих условий (провинций) - то есть экзогенную обусловленность эволюции.

Совершенно очевидно, что существующие примеры анализа эволюционных изменений в сферах надорганизменного уровня организации живого требует строгого методологического подхода. При этом нужно разделять интересы крупных биологических дисциплин, таких как палеонтология, зоогеография и собственно экология (а именно экология сообществ или синэкология), методология которой, на наш взгляд еще не устоялась и требует отдельных объяснений и уточнений.

В свете систематизации экологических понятий наиболее “экологизированная” система уровней организации живого предложена Ю.И. Черновым, согласно ей выделяются следующие уровни: молекулярный, клеточный, организменный, популяционно-ценотический (или популяционный и ценотический). Этим уровням соответствуют основные формы организации: молекула, клетка, организм, популяция и биоценоз (сообщество). Каждому из них соответствует и определенная система наук [33].

Процессы и явления, о которых идет речь в данной статье, на наш взгляд, попадают в сферу эволюционной экологии, которая рассматривается как самостоятельное пограничное между эволюционной теорией и классической экологией направление, задачи которого сводятся к анализу, с одной стороны, экологических факторов эволюции, с другой — исторического развития экологических форм организации жизни [34]. По мнению этого автора “проблема развития надорганизменных систем, хотя и включается в сферу эволюционной теории, но, как правило, освещается весьма поверхностно, без соотнесения этого модуса развития жизни с другими явлениями эволюционного процесса. Эта тема в недостаточно явной форме фигурировала в первых набросках задач и перспектив эволюционной экологии. Между тем, очевидно, что именно “ценотическая эволюция” должна быть одной из основных ее составных частей”.

### **Эмерджентные свойства надорганизменных систем**

Когда рассматриваются или изучаются совокупности популяций разных видов (сообщества) становится ясным, что такие объединенные крупные функциональные единицы имеют качественно новые экологические свойства характерные для определенного экологического уровня. Речь идет о том, что виды животных (или растений), объединяясь в сообщества переплетаясь в пространстве и времени, как невидимые провода, образуют взаимозависимые группировки, изменения в которых происходят по своим обобщенным законам. Такие



свойства называются эмерджентными. В случае биологических сообществ, примерами эмерджентных свойств будут видовое разнообразие, пределы сходства конкурирующих видов, структура пищевой сети, биомасса и продуктивность сообщества [24].

Главная цель экологии сообществ – установить, насколько соответствуют такие свойства крупным структурным объединениям, основные характеристики которых часто повторяются, даже в тех случаях, когда сообщества резко отличаются по видовому составу, широтно-зональной или высотно-поясной климатической принадлежности [1].

Эволюционные закономерности проявляющиеся в надвидовых сообществах не всегда очевидны, в силу слабой интегрированности последних [31, 34]. Но слабая интегрированность надорганизменных систем, как раз и позволяет проводить модельные оценки их структуры с позиций экологического подхода в понимании американских экологов, когда анализ структуры и функционирования данного надорганизменного уровня организации живого (популяции, сообщества в экосистемах) базируется на основных задачах исследователя [14]. Такой подход позволяет получить наиболее реальные экологические результаты и близкие к реальности модели процессов и явлений, ограниченные определенным масштабом.

Вместе с тем в природе достаточное количество примеров высоко интегрированных сообществ (паразитарные системы, сообщества микроорганизмов и т.д.), которые позволяют полнее проявляться свойствам эмерджентности. Анализ большого количества фактов эволюционного развития живых организмов позволяет выдвинуть гипотезу о первичности возникновения высокоорганизованных сообществ (бактериальные сообщества), которые дали начало одно- и многоклеточным организмам [12, 13]. Согласно этой гипотезе в устойчивых и стабильных сообществах сильнее проявляется специализация видов, возникают коадаптации и симбиотические отношения. В предельном случае высокоорганизованный симбиотический блок может превратиться в новый организм. Большое значение в развитых сообществах имеет путь коэволюции – естественный путь к объяснению механизмов усложнения живых форм [26].

В большинстве современных синэкологических исследований термин "сообщество" употребляется для обозначения территориальной группировки филогенетически близких видов, относящихся к одному или к смежным трофиче-

ским уровням [35, 38, 39, 42, 43]. Причина этого хорошо обоснована К.А. Роговиным и заключается в том, что именно в сообществах на уровне, промежуточном между популяциями и целыми биоценозами, происходит регуляция и горизонтальное перераспределение потоков вещества и энергии в экосистемах. Именно на этом уровне иерархии жизни могут складываться отношения между видами, которые, в конечном счете, ограничивают их разнообразие [25]. Конкуренция между видами в сообществах животных выявлена, она может быть прямой, пассивной, эксплуатационной и т.д. (там же). Новый вид, появившись в сообществе, должен найти себе место обитания и занять экологическую нишу. Виды с одинаковыми экологическими нишами сосуществуют, занимая различные места обитания по градиенту среды. Концепция о пространственном распределении видов по градиенту среды более реалистична, чем констатация мозаичности распределения популяций в сообществе [44].

Вопрос масштабов при практическом исследовании сообществ имеет большое значение для понимания процессов их формирования, факторов, определяющих пространственно-временные отношения видов в разных географических условиях [25, 36]. Эволюция биологического разнообразия на нашей планете, определяется по наблюдаемым в природе или выявляемым в эксперименте структурным закономерностям, при этом очень важен правильный выбор масштаба анализа. Этот масштаб определяется как степенью детализации в исследовании объекта, степенью общности используемых показателей, так и протяженностью экологической шкалы, относительно которой проводится исследование [25].

### **Экологические проблемы изучения развития и изменений в сообществах и экосистемах**

Основоположники кибернетики не раз подчеркивали сходство явлений, имеющих место в живой природе и в технике [3]. Это сходство наиболее отчетливо проявляется в сходстве технических и биологических информационных систем [2]. Известный эволюционист Э. Майр подчеркивает, что онтогенетические и физиологические явления рассматриваются, с точки зрения современной теории эволюции, как расшифровки информации, заключенной в генотипе. Вместе с тем он признает, что в процессе филогенеза и при всех эволюционных изменениях создаются все новые информационные программы [10].

Любые надорганизменные системы часто рассматриваются как сложные вероятностные кибернетические. Они представляют собой механизмы, обеспечивающие воспроизведение организмов, регулирующие их распределение по поверхности планеты, а также функциональные связи особей разных видов, лежащие в основе образования видовых сообществ [23].

Одна из основных форм взаимодействия надорганизменных систем - обмен информацией. Экологический подход в анализе систем надорганизменного уровня часто исследует информацию, как меру неопределенности в их строении. Информацию очень удобно применять как средство изучения и описания биологических систем. Если рассматривать проблему разнообразия живых организмов, то мера разнообразия или различия в фиксированных значениях того или иного вида разнообразия отображается информацией. Количество информации измеряется числом возможных вариантов соотношений видов в сообществе, т.е. количеством возможных комбинаций из заданного количества значений.

Применение теории информации в экологии позволяет использовать количественные методы там, где ранее ограничивались лишь качественными, описательными методами. Наиболее удобная и распространенная мера количества информации – логарифм числа единиц информации или числа рассматриваемых значений (индекс Шеннона).

$$H = - \sum P_i \ln P_i,$$

где  $P_i$  - доля  $i$ -го вида в общей численности, изучаемого сообщества.

Значение индекса возрастает при увеличении числа видов и более равномерном соотношении численностей (т. е. в том случае, когда все  $P_i$  становятся одинаковыми). Соответственно выделяют два компонента видового разнообразия: число видов, или “видовое богатство” и “выравненность”. Для оценки последней иногда используют отношение реально наблюдаемого значения индекса к максимально возможному при данном числе видов (т. е. когда численности всех видов равны) [5].

Во многих изученных сообществах живых организмов этот индекс хорошо показывает гетерогенность выборки. Отмеченные в природе многочисленные примеры различных обилий (или структур доминирования) видов в сообществах, их неравномерности (или равномерности) послужили основой для разра-

ботки соответствующих моделей, к которым обращались многие исследователи [40, 41]. Очевидно, что регистрация и изучение соотношения видов является самым полным математическим описанием всей собранной по сообществу информации [15]. В известных исследованиях разработаны и приведены многочисленные информационные индексы, применяемые как мера разнообразия сообщества. Их свойства оценки сообщества; группировка по их способностям выделять видовое богатство, либо доминирование; взаимоотношение между индексами, подробно охарактеризованы в сводке Э. Мэгарран.

### **Исследование информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих в экосистемах Сибири**

Изучали сообщества мелких млекопитающих в разных зонально-ландшафтных районах Сибири. Поскольку каждое сообщество, или точка в экосистеме, имеет свой “спектр разнообразия” [11], мы понимаем под видовым разнообразием сообщества его видовое богатство и выравненность, показывающие, как отдельные особи распределены по видам. В наших исследованиях видовое разнообразие отражает сложность строения и структуру сообщества.

Информационные индексы разнообразия призваны отражать различия между местообитаниями разных сообществ, а также между участками или выборками, что не всегда очевидно [15]. Это очень важно при оценке последствий загрязнения или другого средового стресса, или же выборе лучшего среди нескольких близких между собой местообитаний в природоохранных целях. В качестве меры изменения разнообразия сообщества применялись четыре индекса - разнообразия и выравненности Шеннона и разнообразия и выравненности Симпсона [24]. Индекс Шеннона наиболее информативен, он не меняется, если число видов и их относительные доли постоянны, поэтому изменения индекса, особенно в сторону уменьшения, указывают на нарушение структуры доминирования сообщества грызунов, выпадение из него отдельных видов, т.е. на утрату устойчивости [21].

Индекс Симпсона более чувствителен к изменению структуры доминирования в сообществах, особенно связанных с влиянием антропогенных факторов.

Хороший метод помогающий установить связи между переменными – анализ многомерных пиктографиков [37]. Главная идея пиктографиков состоит в представлении отдельных единиц наблюдения в виде определенных графиче-

ских объектов; при этом значения переменных ставятся в соответствие параметрам объектов (в данном случае усредненные значения информационных индексов). В результате общий вид объектов меняется как функция конфигурации значений. Таким образом, мы получаем уникальные для каждой конфигурации значений наглядные характеристики объектов. Поскольку масштаб пиктограммы определяется наибольшим значением, то на пиктограмме могут отсутствовать те переменные, которые имеют значения другого порядка малости. Форма пиктографиков – как бы качественная характеристика сообщества, выраженная через количественные показатели информации. По-видимому, это один из примеров качественной оценки информации о решающем значении, которого в биологии писал И.И. Шмальгаузен [31].

Когда были определены четыре усредненных информационных индекса (индексы разнообразия и выравненности Шеннона  $H$  и  $J$  и Симпсона  $D$  и  $E$ ), для сообществ диких грызунов эталонных ключевых участков Сибири, расположенных в разных природных зонах и ландшафтах, стало очевидно, что сообществу мелких млекопитающих, принадлежащему определенному ландшафту, соответствует определенная форма пиктографика [19]. В качестве примера можно представить ряд усредненных гипотетических графиков сообществ, крупных зональных ландшафтов (рис. 1).

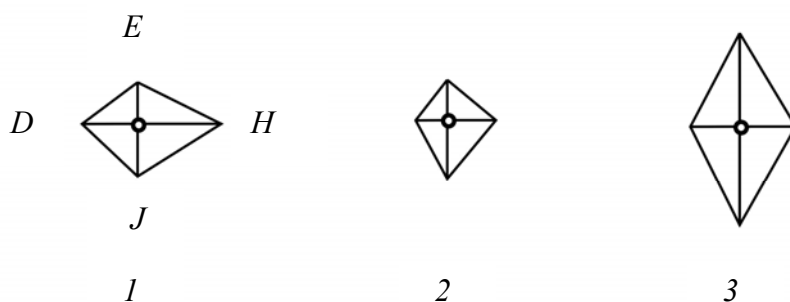


Рисунок 1 - Наиболее характерные усредненные пиктографики четырех информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих ландшафтов: 1 – открытых пространств; 2 – лесных; 3 – горно-таежных.

Фигура 1 (рис. 1.) характерна для усредненных информационных оценок сообществ мелких млекопитающих, принадлежащих открытым пространствам: лесостепи Западной Сибири, северной лесотундре или горным степям юга Сибири. Речь идет о ненарушенных сообществах с обычной для вышеуказанных ландшафтов структурой доминирования. Уплощенная форма графика по вертикальной оси свидетельствует о более высоких значениях индексов биоразнообразия  $D$  и  $H$ , чем индексов выравненности  $E$  и  $J$  (горизонтальные оси) в со-

обществах. Графики 2 и 3 дают представление об усредненных информационных оценках сообществ мелких млекопитающих лесных и горно-таежных ландшафтов. Величина индексов биоразнообразия рассчитанных для данных сообществ обычно меньше, чем индексов выравненности и форма графика уплощена в горизонтальном направлении. Это объясняется тем, что лесные и таежные сообщества обычно богаты видами и сильнее выровнены. Ранее показано, что уменьшение средних величин индексов по одной, двум, трем или всем осям свидетельствует о нарушении структуры доминирования в сообществе [19].

Форма пиктографика позволяет, например, определить различия в информационных характеристиках разнообразия степных сообществ и объединенных сообществ в сибирской лесостепи. В нашей работе сообщества степных биотопов и объединенные показатели по участкам степей, леса, антропогенных ландшафтов и берегов озер анализировались отдельно. На рисунке 2 представлены пиктографики информационных индексов разнообразия сообществ степей (1) и объединенных биотопов Северной Кулунды (2), а также степей (3) и объединенных биотопов Прибайкалья (4). Графики индексов сообществ степных участков по форме приближаются к таковым, характерным для открытых пространств. По некоторым показателям ( $D$  и  $J$ ) сообщество мелких млекопитающих степей Прибайкалья имеет более сбалансированное соотношение.



Рисунок 2 - Усредненные пиктографики информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих: степей – (1) и объединенных биотопов – Северной Кулунды (2); степей - (3) и объединенных биотопов – Прибайкалья (4).

Более богатые в видовом отношении сообщества объединенных биотопов (2 и 4), имеют похожие графики усредненных индексов разнообразия. График имеют уплощенную в горизонтальном направлении форму, что свидетельствует о высокой выравненности видов в изучаемых сообществах.

Пиктографики имеющие малые значения усредненных индексов по одной, или нескольким осям характеризуют нарушенные сообщества, причем нарушение может быть обусловлена как суровыми условиями в высоких широ-

тах и верхних поясах гор, так и антропогенными нарушениями в различных ландшафтах (рис. 3). График 1 показывает достаточную величину индекса биоразнообразия Симпсона  $D$  и выравненности Шеннона  $J$  и сравнительно малые значения двух других индексов  $H$  и  $E$  в сообществе мышевидных грызунов Северного Алтая. Малые значения приведенных индексов показывают нарушенную структуру доминирования, которая заключается в высокой доли в сообществе видов-доминантов, характерных для трансформированных ландшафтов (полевки – темная, обыкновенная и полевая мышь) и сравнительно низких долях всех остальных видов [18]. График 2 демонстрирует также значения индексов в трансформированном сообществе грызунов Центрального Алтая, где те же виды доминанты, но доля полевой мыши возрастает, выравненность в сообществе увеличивается, а индекс разнообразия Симпсона  $D$  становится очень низким. Низкие значения индексов характерны для нарушенного загрязнения сообществ мышевидных грызунов Норильского участка на Таймыре (3), по сравнению с сопредельными лесотундровыми участками. Сообщества мелких млекопитающих тундры и северной лесотундры имеют нарушенную структуру доминирования, которая обусловлена высокой долей доминантов (сибирский лемминг), графики 4 и 5 [18].

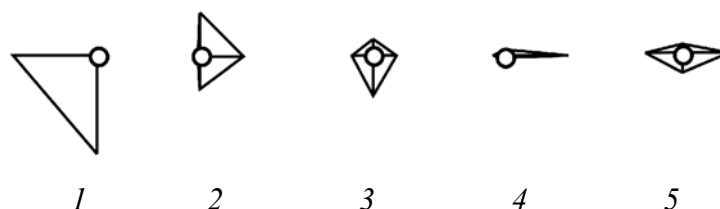


Рисунок 3 - Пиктографики информационных индексов разнообразия сообществ мелких млекопитающих с нарушенной структурой доминирования (подробности в тексте).

Анализ усредненных информационных характеристик сообществ мелких млекопитающих позволяет говорить о них как о структурно-сложившихся информационных системах, изменения в которых, обусловлены различными природно-климатическими, зонально-ландшафтными и антропогенными факторами. Информационные параметры как бы характеризуют эволюционно сложившиеся сообщества в различных территориально-географических условиях. Вместе с тем нарушения структуры сообщества, как обратимые, так и необратимые на больших и малых территориях на наш взгляд служат примером микроэволюционных процессов на экосистемном уровне.

Метод главных компонент - факторы влияющие на показатели информационных характеристик сообществ мелких млекопитающих можно оценить и разделить с помощью методов факторного анализа [19, 20]. На рисунке 4. показано разделение усредненных индексов разнообразия грызунов Горного Алтая, которые соответствуют пиктограммам, в факторном пространстве трех главных компонент. Сходные группы факторов обуславливают группировку в пространстве главных компонент сообществ с высокими стабильными показателями разнообразия (рис. 4б) и более низкими значениями (рис. 4а). Вместе с тем, сильное расхождение в пространстве трех основных факторов значений индексов разнообразия сообществ, находящихся в нарушенных ландшафтах (рис. 4в и 4г), свидетельствует о различной информационной нагрузке (особенно по вто-

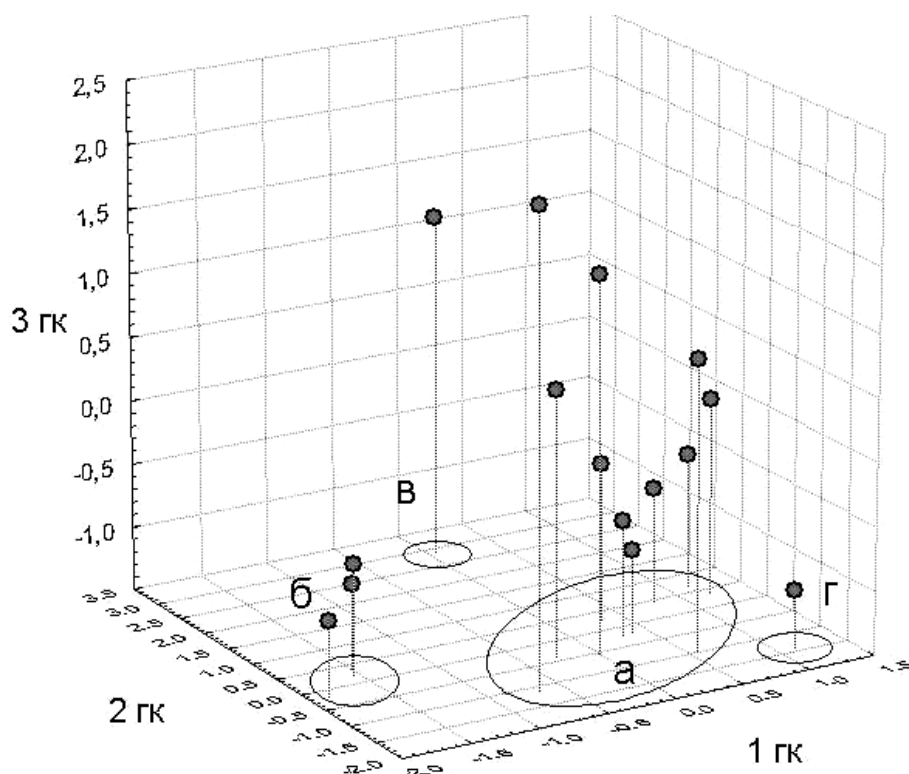


Рисунок 4 - Расположение сообществ мелких млекопитающих Горного Алтая по показателям четырех индексов разнообразия в пространстве трех главных компонент (пояснения в тексте).

рой и третьей главным компонентам), обусловленной совершенно различными вкладами признаков индексов *E* и *H*. Это указывает на существенные различия в информативности значений индексов нарушенных сообществ грызунов трансформированных лесных ландшафтов Северо-Алтайского района и сильно обедненных участков долины Катунь на Центральном Алтае, которые обусловлены разными факторами [19].



### Связность и устойчивость сообщества

В природном сообществе нет единого организующего центра. Организация сообществ есть результат сложных связей и взаимодействий его частей, зависит от генетических особенностей входящих в него видов. Стабильность сообществ не аналогична гомеостазу организмов и обеспечивается способностью видов замещать друг друга в сообществе по функции, а также факторами регуляции популяций, зависящими от их плотности, регулированием среды самим сообществом и его собственной функцией равновесия как системы [44].

Для закрытых систем состояние устойчивости соответствует термодинамическому равновесию, а в открытых, включая живые организмы, находится на удалении от него и характеризуется как “проточное равновесие”, или “устойчивое неравновесие”, или же, как стационарное состояние. Движение к любому типу равновесия, или “поиск цели”, осуществляется через замкнутые циклы событий с обратной связью [30].

При изучении многолетних взаимозависимых численных характеристик видов грызунов в сообществе, кроме выделения доминантов и второстепенных видов большой интерес представляет межвидовая синхронность движения численности. В лесных и таежных сообществах определена достоверная корреляция численности по годам у мышей таких видов: мышь малютка – полевая мышь; малая лесная мышь – восточноазиатская мышь [20, 22]. У полевок, в сообществах всегда коррелирует численность по годам у полевки-экономки и темной полевки (Северная Бараба, Прибайкалье, Горный Алтай). Часто отмечается достоверная корреляция у рыжих полевок, например, красная и рыжая в горной тайге Алтая. Многолетние средние значения коэффициента корреляции служат характеристикой адаптации популяционной динамики разных по степени доминирования и “цикличности” групп видов к флуктуирующим условиям среды [22].

В некоторых ландшафтах Сибири многолетняя средняя численность полевок, относящихся к разным родам может быть синхронной, как, например, у серых (*Microtus*) и рыжих лесных (*Clethrionomys*) полевок в Северной Барабе. В этих равнинных участках северной лесостепи, основным фактором популяционной динамики служит уровень обводненности территории. Численность этих видов также снижается при прямом конкурентном влиянии

водяной полевки (*Arvicola terrestris*) [20]. Временные адаптивные комплексы в Северной Барабе выглядят следующим образом (табл.).

Таблица - Основные адаптивные группы видов грызунов в Северной Барабе  
(многолетняя тринадцатилетняя популяционная динамика)

| Виды имеющие достоверную корреляцию (уровень значимости 5 %) многолетних показателей численности                        | Вид имеющий отрицательную корреляцию показателей численности со всеми остальными видами сообщества |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Microtus oeconomus</i><br><i>Microtus agrestis</i><br><i>Clethrionomys rutilus</i><br><i>Clethrionomys rufocanus</i> | <i>Arvicola terrestris</i>                                                                         |

В условиях горной тайги, многолетнее движение численности популяций серых и рыжих лесных полевок не совпадает по годам. Полученный в результате применения метода главных компонент структурный индекс каждого вида в сообществе за 17 лет показывает, что индексы видов-доминантов (полевки-экономки и красной полевки) находятся в противофазе ( $r = -0.86$ ,  $p < 0.001$ ). То есть, при возрастании рейтинга в сообществе полевки-экономки рейтинг красной полевки убывает и наоборот. Траектория сообщества на плоскости первых двух главных компонент изображена на рисунке 5. Состояния с более равномерной структурой группируются на правой стороне графика. Состояния со структурой, отклоняющейся от равномерной, расположены либо вверху, либо внизу графика. Состояния в верхней части графика соответствуют высокому рейтингу полевки-экономки, в нижней – красной полевки. В состояниях с равномерной структурой рейтинги обоих видов-доминантов принимают промежуточные значения. Переход из одного крайнего состояния в другое осуществляется только через относительно нормальные состояния.

Адаптивный комплекс у этих видов обусловлен временным разделением основных кормовых ресурсов. Ландшафт горной тайги, представленный мозаикой многочисленных местообитаний создает хорошие условия для «плотной упаковки» экологических ниш у полевок. Поэтому разделение ресурсов происходит во времени.

Понятно, что сложившиеся небольшие адаптивные комплексы видов в сообществе, которые можно численно оценить, демонстрируют связи в сообществе. Изменение или разрушение этих связей приводит к изменениям в сообществе и в какой-то степени влияет на его устойчивость.

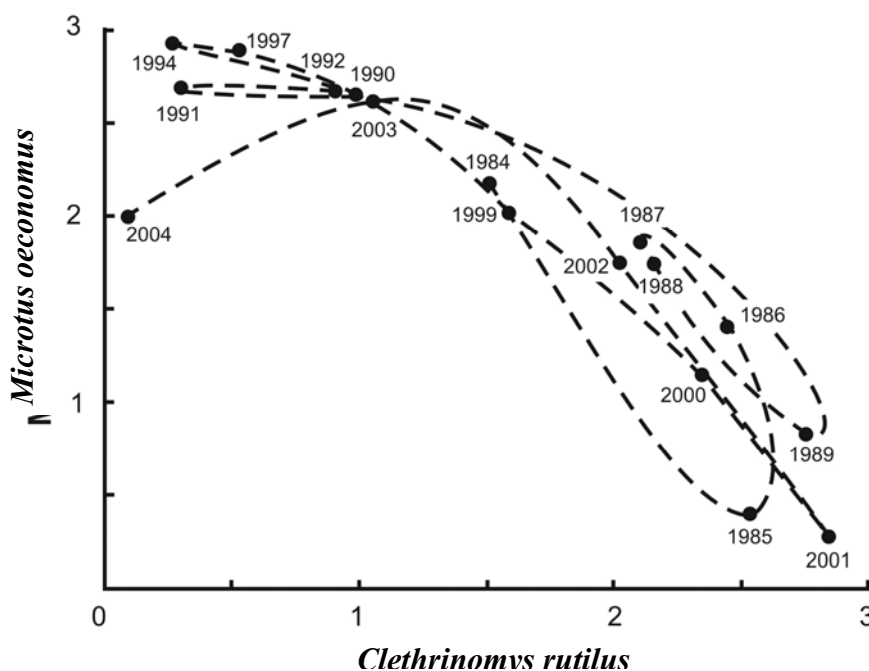


Рисунок 5 - Траектория сообщества на плоскости, образованной структурными индексами видов-доминантов в сообществе мышевидных грызунов Северо-Восточного Горного Алтая за 17 лет.

Как достоверные положительные корреляционные связи, так и отрицательные указывают на взаимоотношения между видами, которые взаимообуславливают их расположение в пространстве местообитаний и формируют их численный состав [20]. Эти связи позволяют рассчитать так называемую связность сообщества ( $C$ ), которая служит мерой отношения числа реализованных связей (независимо от реальной частоты встречаемости каждой из них) к общему числу теоретически возможных [11].

При определении меры связности в сообществах мышевидных грызунов (животных одного трофического уровня в отличие от многочисленных примеров определения связности сообществ с несколькими трофическими уровнями), учитывали только хорошо проявленные достоверные положительные и отрицательные корреляционные связи. Рассчитанная связность сообществ из примеров, приведенных выше (Северная Бараба и Северо-Восточный Горный Алтай) составила 0.53 и 0.19 соответственно. Если первое сообщество можно определить как нестабильное, но относительно устойчивое за счет средней связности [20], то второе значение связности свидетельствует о том, что, несмотря на высокую степень стабильности таежного сообщества грызунов, оно неустойчиво.

## Заключение

Приведенные примеры отражают некоторые синэкологические характеристики сообществ мелких млекопитающих Сибири. Вместе с тем пространственные и временные информационные параметры разных сообществ, на наш взгляд позволяют отобразить тенденции их информационной структуры, которая имеет, как отличный ландшафтный облик, так и может изменяться под воздействием зонально-ландшафтных и антропогенных факторов разного происхождения. Изменение информационной структуры сообществ, на наш взгляд может служить примером начальных этапов микроэволюции сообществ.

Многолетняя динамика взаимозависимых численных характеристик в сообществе отображает связи между видами, которые формируют адаптивные (иногда коадаптивные) комплексы. Сила многолетних динамических связей в сообществе, позволяет определять его связность и судить о его стабильности и устойчивости к действию различных факторов.

Исследования поддержаны грантом РФФИ (04-04-48543).

*Эволюция, современные сообщества, экосистемы, пространственные, временные, информационные параметры, сообщества.*

*Evolution, modern communities, ecosystems, spacial, time, informative parameters, communities.*

## Литература

1. Бигон М. Экология. Особи, популяції, сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд - М.: Мир. 1989. -Т. 2. - 278 с.
2. Бугровский В.В. Об общих свойствах информационных систем в живой природе и технике / В.В. Бугровский, И.А. Вогау, Д.А. Гольдин, Э.В. Дмитриев, А.С.Керженцев // Общие проблемы изучения биосферы. М.: Наука, 1988. - С. 182 – 196.
3. Винер Н. Кибернетика и общество / Н. Винер - М.: Изд-во инос. лит., 1963. - 120 с.
4. Галл Я.М. К истории создания “Происхождения видов” / Я.М. Галл // Чарлз Дарвин Происхождение видов путем естественного отбора. С.-Пб.: Наука, 2001. - С. 485 – 516.
5. Гиляров А.М. Мнимые и действительные проблемы биоразнообразия / А.М. Гиляров // Усп. совр. биологии, 1996. - Т. 116. - № 4. - С. 493 – 506.
6. Гиляров А.М. Становление эволюционного подхода как объяснительного начала в экологии / А.М. Гиляров // Журн. общ. биологии. 2003. - Т. 64. - № 1. - С. 3 – 22.
7. Гродницкий Д.П., Две теории биологической эволюции / Д.П. Гродницкий - Саратов: Научная книга. 2002. - 159 с.
8. Емельянов А.Ф. Эволюция наземной биоты в свете биогеографии / А.Ф. Емельянов // Фундаментальные зоологические исследования. М. - С. Пб.: Т-во науч. изданий КМК. 2004. - С. 216 – 240.
9. Жерихин В.В. Избранные труды по палеоэкологии и филоценогенетике /В.В.Жерихин - М.: Т-во науч. изданий КМК. 2003. - 542 с.
10. Майр Э. Популяции, виды и эволюция / Э. Майер - М.: Мир. 1974.- 460 с.
11. Маргалеф Р., 1992. Облик биосферы/ Р. Маргалеф - М.: Наука, 1992. - 212 с.
12. Марков А В., 2003. Проблемы эволюции /А.В.Марков // Сайт. <http://www.macroevolution.narod.ru>
13. Марков А.В. Происхождение звкариот как результат интеграционных процессов в микробном сообществе/ А.В. Марков, А.М. Куликов // Междунар. рабочее сов. “Происхож-

дение и эволюция биосферы”. Новосибирск, 2005. - С. 85 – 86.

14. Митчелл П. 101 ключевая идея: Экология / П. Митчелл - М.: ФАИР-Пресс, 2001. - 224 с.

15. Мэггарран Э., 1992. Экологическое разнообразие и его измерение / Э.Мэггарран - М.: Мир. 1992. - 184 с.

16. Мэй Р.М. Эволюция экологических систем. Эволюция. / Р.М. Мэй - М.: Мир. 1981. - С. 173 - 195.

17. Левченко В.Ф. Эволюция биосферы до и после появления человека / В.Ф. Левченко - С-Пб., 2004 - 162 с.

18. Литвинов Ю.Н. Влияние факторов различной природы на показатели разнообразия сообществ мелких млекопитающих / Ю.Н. Литвинов // Успехи совр. биологии. 2004. - Т. 124. - № 6. - С. 612 – 621.

19. Литвинов Ю.Н. Популяции и сообщества мелких млекопитающих Сибири / Ю.Н. Литвинов - Новосибирск. Изд-во Цэрис. 2001. - 126 с.

20. Литвинов Ю.Н. Структурные связи как элемент биоразнообразия в сообществах грызунов Северной Барабы / Ю.Н. Литвинов, В.В.Панов // Успехи совр. биологии. 1998. - Т. 118. - № 1. - С. 101 – 108.

21. Литвинов Ю.Н. Пути сохранения видового разнообразия млекопитающих в экосистемах Горного Алтая / Ю.Н. Литвинов, Ю.Г. Швецов // Успехи соврем. биологии. 1995. - Т. 115. - № 6. - С. 669.

22. Литвинов Ю.Н. Структура сообществ мышевидных грызунов горных хребтов Прибайкалья / Ю.Н. Литвинов, Ю.Г. Швецов, Л.Ю. Епифанцева, Т.А. Дупал // Успехи совр. биологии. 2000. - Т. 120. - № 2 - С. 201 – 206.

23. Наумов Н.П. Структура и саморегуляция биологических макросистем / Н.П. Наумов // Биол. кибернетика. М.: Высшая школа. 1972. - С. 301 – 361.

24. Одум Ю. Экология / Ю. Одум. - М.: Мир, 1986. - 376 с.

25. Роговин К.А. Экология сообществ родственных видов животных (подходы и методы исследований на примере наземных позвоночных) / К.А. Роговин // Журн. общ. биол. 1999. - Т. 60. - № 4. - С. 394 – 413.

26. Родин С.Н. Идея коэволюции / С.Н. Родин - Новосибирск: Наука, 1991. - 270 с.

27. Северцов А.С. Эволюция популяций и эволюция биоценозов / А.С. Северцов // Зоол. журн. 1998. - Т. 77. - № 5. - С. 517 – 526.

28. Советский энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия. 1986. - 1599 с.

29. Татаринов Л.П. Параллелизм и направленность эволюции / Л.П. Татаринов // Эволюция и биоценотические кризисы. - М.: Наука. 1987. - С. 124 – 143.

30. Шишкин М.А. Индивидуальное развитие и эволюционная теория / М.А. Шишкин // Эволюция и биоценотические кризисы. М.: Наука, 1987. - С. 76 – 124.

31. Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии / И.И. Шмальгаузен - Новосибирск: Наука. 1968а. - 223 с.

32. Шмальгаузен И.И. Факторы эволюции / И.И. Шмальгаузен - М.: Наука. 1968 б. - 451 с.

33. Чернов Ю.И. Эволюционный процесс и историческое развитие сообществ / Ю.И. Чернов // Фауногенез и филоценогенез. - М.: Наука, 1984. - С. 5 – 23.

34. Чернов Ю.И. Эволюционная экология - сущность и перспективы / Ю.И. Чернов // Успехи совр. биол. 1996. - Т. 116. - № 3. - С. 277 – 292.

35. Brown J.H. Macroecology / J. H. Brown // Chicago: Univ. of Chicago Press. 1995/ - 269 p.

36. Hellman J.J. Bias, precision, and accuracy of four measures of species richness / J.J. Hellman, G.W. Fowler // Ecological Applications. 1999. - V. 9. - P. 824 – 834.

37. Kobayashi S. Diversity indices: relations to sample size and spatial distribution / S. Kobayashi // Jap. J. Ecol. 1981. - Vol. 31. - № 3. - P. 231 – 236.

38. Lewicki P., Hill T., & Czyzewska M., Nonconscious acquisition of information / P. Lewicki, T. Hill & M. Czyzewska // American Psychologist. 1992. - 47. - P. 796 – 801.

39. MacArthur R.H. Patterns of terrestrial bird communities / R.H. MacArthur // Avian biology / Eds Farner D.S., King J.R. N.Y.: Acad. Press. 1971. - P. 189 – 221.

40. MacArthur R.H. Geographical ecology: patterns in the distribution of species / R.H. MacArthur // N.Y.: Harper and Row. 1972. - 269 p.
41. May R.M. Patterns of species abundance and diversity / R.M. May // *Ecology and Evolution of Communities*. Harvard University Press Cambridge. MA. 1975. - P. 81 – 120.
42. May R.M. Patterns in multi- species communities / R.M. May // *Theoretical Ecology: Principles and Applications*. Blackwell. Oxford. 1981. - P. 197 – 227.
43. Pianka E.R. Ecology and natural history of desert lizards. Princeton. / E.R. Pianka // -N.J.: Princeton Univ. Press. 1986. - 202 p.
44. Whittaker R.H. Communities and Ecosystems / R.H. Whittaker // - New York. 1975. - 327 p.
45. Whittaker R. H., Evolution of natural communities/ R.H. Whittaker, G. M.Woodwell // “Ecosyst. Struct and Fund. Proc. 31st Annu. Biol. Colloq., 1970”. Corvallis, Ore. 1972. - P. 137–156.

**UDK 591.553**

**Summary**

**MICROPROCESSES OF COMMUNITY EVOLUTION  
(on the example of small mammal communities)**

**Yu.N. Litvinov**

There is a discussion of basic problems connected to evolution of modern communities and ecosystems. The similarity of biologic systems with cybernetic systems is grounded. The pattern of small mammals it is shown that space and time information parameters of different communities enable to discover the tendencies of their information structure. The change of community information structure reflects primary stages of their microevolution.

УДК. 636.084.5

**ПРИМЕНЕНИЕ КОРМОВОЙ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ  
ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ В РАЦИОНАХ  
КОРОВ-ПЕРВОТЕЛОК**

**Д.П. Пышкин, Ю.Н. Носырева**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Факультет биотехнологии и ветеринарной медицины  
Кафедра кормления, разведения и ветеринарной генетики

Биологически активная добавка на основе гуминовых кислот, стимулирует обменные процессы в организме животных, что в свою очередь оказывает положительное влияние на молочную продуктивность, а именно на количество надоенного молока и качественный состав.

Одной из актуальных проблем современного животноводства является разработка и внедрение в практику кормовых биологически активных добавок (БАД) из натурального сырья. Они являются средствами увеличения неспецифической резистентности, стимуляции роста и повышают продуктивность животных.

Кормовая БАД мобилизует иммунную систему животных за счет стабилизации обменных процессов организма. Она не обладает аллергизирующим, эмбриотоксическим и канцерогенным свойствами.

Сохранение и поддержание высокого уровня продуктивности у коров-первотелок является одной из важных задач, стоящих перед специалистами животноводства [1, 2].

*Цель исследований* - изучение кормовой БАД на основе гуминовых кислот и ее применение в рационах коров-первотелок.

Перед проведением эксперимента был сделан анализ рациона лактирующих коров в хозяйстве на предмет сбалансированности по основным питательным веществам, в том числе и по минеральным.

Суточный рацион дойных коров в хозяйстве в летний период представлен в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что летний рацион по питательным веществам условно сбалансирован, отклонения от него находятся в пределах допустимых норм.

**Таблица 1 - Суточный рацион дойных коров в хозяйстве в летний период**

| Показатели            | Норма | Корма                |                  | Итого | Баланс (+,-) |
|-----------------------|-------|----------------------|------------------|-------|--------------|
|                       |       | Зеленая масса, 43 кг | Концентраты 2 кг |       |              |
| 1                     | 2     | 3                    | 4                | 5     | 6            |
| КЕ (в кг)             | 9.6   | 8.6                  | 1.4              | 10.0  | +0.4         |
| ОЭ                    | 115   | 92.8                 | 17.5             | 110.3 | -4.7         |
| Сухое вещество (в кг) | 13.2  | 8.6                  | 1.7              | 10.3  | -2.9         |
| Сырая клетчатка (в г) | 3700  | 2365                 | 160              | 2525  | -1175        |
| ПП (в г)              | 940   | 774                  | 220              | 990   | +54.0        |
| Сахар (в г)           | 800   | 774                  | -                | 774   | -26.0        |
| Поваренная соль (в г) | 80    | -                    | -                | 80    | -            |
| Сырой жир (в г)       | 290   | 258                  | 68               | 326   | +36.0        |
| Кальций (в г)         | 65    | 64                   | 2.2              | 66.2  | +1.2         |
| Фосфор (в г)          | 45    | 21.5                 | 11.5             | 33.0  | -12.0        |
| Магний (в г)          | 21    | 43                   | 13.2             | 56.2  | +35.2        |
| Калий (в г)           | 75    | 180.6                | 27.2             | 207.8 | +132.8       |
| Сера (в г)            | 25    | 36.8                 | 5.2              | 42.0  | +17.0        |
| Железо (в мг)         | 770   | 180.6                | 520              | 2326  | +1556        |
| Медь (в мг)           | 82    | 68.8                 | 45.2             | 114   | +32.0        |
| Цинк (в мг)           | 555   | 180.6                | 184              | 364.6 | -190.4       |
| Кобальт (в мг)        | 6.3   | 5.59                 | 0.12             | 5.7   | -0.5         |
| Марганец (в мг)       | 555   | 253.7                | 356              | 609   | +54.0        |
| Йод (в мг)            | 7.2   | -                    | 0.16             | 0.16  | -7.04        |
| Каротин (в мг)        | 440   | 1849                 | 4.0              | 1853  | -1443        |
| Витамин D, ME         | 9.6   | 184.9                | -                | 184.9 | +175.3       |
| Витамин E (в мг)      | 385   | 2356                 | 40.0             | 2396  | +2011        |

При анализе рациона кормления дойных коров в зимний период отмечается, что критически не хватает протеина, сахара, клетчатке, кобальта, марганца, йода. Сахарно-протеиновое соотношение составляет 0.64, а кальций – фосфорное – 0.85. На одну кормовую единицу приходится 90.3 г перевариваемого протеина, что ниже нормы.

С 2006 года в хозяйстве ежемесячно закупают соевую шелуху и премикс, наполнителем которого служит соевая мука. Это повышает питательную ценность рациона.

На усвояемость кормов также влияет микроклимат, содержание же минеральных веществ зависит от биогеохимической зоны их произрастания. Хозяйство находится на территории биогеохимической зоны. Здесь отмечается повышенное содержание бора, как в почве, так и в кормах растительного происхождения, недостаточно содержание микроэлементов (ка цинк, марганец, селен, йод).



Для эксперимента были подобраны две опытные и одна контрольная группы животных по первой законченной лактации. Они выбраны методом пар аналогов.

Исследования молока проводили по общепринятым условиям зоотехнии.

Ежедневно в течение 90 дней для коррекции дефицита минеральных веществ в рационе животным первой опытной группы вводили, смешивая с концентратами, кормовую добавку на основе гуминовых кислот из расчета 50 г на килограмм концентратов, а во второй группе - 75 г. Третья (контрольная) группа находилась на рационе, принятом в хозяйстве.

Наблюдение за молочной продуктивностью коров, т.е. за среднесуточным удоем по группам, проводили в течение 150 дней.

Исследования показали, что применение кормовых БАД на основе гуминовых кислот изменило не только количество надоенного молока, но и его качественный состав.

Молочную продуктивность учитывали путем проведения ежедекадных контрольных доек. За 90 дней в первой опытной группе надой увеличился на 71.2 кг, во второй - на 189.8 кг.

Содержание жира в молоке соответственно было выше, чем в контрольной на 0.11 и 0.17 %.

У подопытных коров в молоке наблюдалось относительно высокое содержание белка. В первой группе выше на 0.09 %, а во второй - на 0.18 %, чем в контрольной (табл. 2).

**Таблица 2 - Молочная продуктивность коров за период эксперимента в среднем по группе (90 дней)**

| Группа        | Голов | Показатели  |            |             |            |             |
|---------------|-------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|               |       | Удой (в кг) | Содержание |             | Количество |             |
|               |       |             | Жира (в %) | Белка (в %) | Жира (в %) | Белка (в %) |
| 1-опытная     | 5     | 1596.7      | 3.82       | 3.21        | 60.99      | 47.59       |
| 2-опытная     | 5     | 1715.3      | 3.88       | 3.30        | 66.53      | 56.60       |
| 3-контрольная | 5     | 1525.5      | 3.71       | 3.12        | 56.61      | 51.25       |

Введение в рацион подопытных коров подкормок оказало существенное влияние на качественный состав молока после первых 60 дней.

У коров контрольной и первой групп среднемесячный удой увеличивался до второго экспериментального периода, а во второй - до 3-го месяца (табл. 3).

**Таблица 3 - Изменение молочной продуктивности за период эксперимента и наблюдения**

| Группы    | Месяц лактации учетного периода |       |       |       |       | За 150 дней лактации |
|-----------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------|
|           | 1                               | 2     | 3     | 4     | 5     |                      |
| 1-опытная | 553.8                           | 578.3 | 564.5 | 500.7 | 463.8 | 2661.1               |
| 2-опытная | 547.9                           | 593.6 | 632.1 | 568.9 | 516.3 | 2858.8               |
| 3-опытная | 549.6                           | 553.7 | 528.3 | 481.3 | 429.6 | 2542.5               |
| В среднем | 550.4                           | 568.5 | 561.6 | 507.1 | 459.9 | 2647.5               |

Далее отмечено, что наиболее резко лактационная кривая снижалась у коров контрольной группы и медленнее, чем у аналогов из второй группы. У коров контрольной группы среднесуточный удой в конце пятого месяца лактации снизился по сравнению с началом эксперимента на 120 кг (27.9 %), у аналогов первой группы - на 90 кг (19.4 %), а у второй - на 31.6 кг (61.1 %).

Существенные различия по качественному составу молока наблюдались в экспериментальный период после скармливания подкормки за 90 дней. Содержание жира у коров увеличилось в первой группе в сравнении с аналогами контрольной на 0.08 %, во второй – на 0.11 %. Увеличилось содержание белка в молоке (табл. 4).

**Таблица 4 - Качественный состав молока у коров за период наблюдения**

| Показатели                   | Группы         |                |                |
|------------------------------|----------------|----------------|----------------|
|                              | первая опытная | вторая опытная | третья опытная |
| Средний удой за сутки (в кг) | 18.8           | 21.1           | 17.6           |
| Жир (в %)                    | 3.81           | 3.84           | 3.73           |
| Белок (в %)                  | 3.17           | 3.22           | 3.10           |
| Сухое вещество (в %)         | 12.60          | 12.60          | 12.21          |
| СОМО (в %)                   | 8.79           | 8.76           | 8.48           |
| Плотность (в г/см)           | 1.030          | 1.030          | 1.029          |
| Титруемая кислотность (в Т)  | 17.40          | 17.48          | 17.29          |

Содержание сухого вещества в молоке у коров опытных групп составило 12.60 %, это больше, чем у аналогов контрольной группы.

Наблюдение за опытными животными показали, что использование в кормлении подкормок в течение 90 дней позволяет улучшить качественный состав молока. Содержание жира у коров за этот период повышается от 0.15 % (первая опытная группа) до 0.18 % (вторая опытная группа) по отношению к аналогам контрольной группы.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод: применение кормовых, биологически активных добавок на основе гуминовых кислот способствует повышению удоев молока и улучшению его качественного состава.

*Биологически активная добавка, гуминовые кислоты, обменные процессы, молочная продуктивность.*

*Bioactive additive, humic acids, metabolic processes, milk productivity.*

#### **Литература**

1. Писарев, Е. Влияние гумат-хелатных соединений на молочную продуктивность коров симментальской породы / Е. Писарев, Н.Б. Нохоева, Н.Б. Сверлова - Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2005. - 196с.
2. Сверлова, Н.Б. Применение БАД на основе гуминовых кислот в животноводстве / Н.Б. Сверлова, С.С. Дятловская / Омск: изд-во ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. - Ч.11. – 348 с.

**UDK 636.084.5**

#### **Summary**

### **THE APPLICATION OF A FEED BIOACTIVE ADDITIVE ON THE BASIS OF HUMIC ACIDS IN RATIONS OF FIRST-CALF COWS**

**D.P.Pyshkin, Yu.N.Nosyreva**

Humic acid based food supplement stimulates animal's metabolism benefitting dairy productivity, improving milk composition, it's qualitative and quantitative characteristics.

УДК 536.24

**ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДЫ ВОЗМУЩЕНИЯ НА РАСПРОСТРАНЕНИЕ  
ВОЛН ДАВЛЕНИЯ В ШАРОВОЙ ЗАСЫПКЕ С ДВУХФАЗНЫМ  
ПОТОКОМ**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики  
**С.А.Васильев**

Представлены результаты экспериментов по изучению особенностей распространения больших возмущений давления в канале с шаровой засыпкой при фильтрации парожидкостного потока. Измерения проведены для двух значений давления 0.2 МПа и 0.6 МПа со свинцовыми шариками диаметром 8 мм.

**Введение.** В известных монографиях [2, 3] освещены вопросы о распространении волн давления в двухфазном потоке. Некоторые авторы исследовали распространение малых волн давления в канале, содержащем шаровую засыпку [4, 5, 6].

В данной статье представлены результаты опытов, полученные при больших возмущениях давления. Они сопоставляются с теоретическими значениями термодинамически равновесной и «замороженной» скорости звука в парожидкостной среде [1, 2].

**Методика экспериментов.** Исследования проводились в вертикальном цилиндрическом канале, покрытым снаружи тепловой изоляцией (рис.1, б) с внутренним диаметром 33 мм, толщиной стенки 7.5 мм и высотой 1.5 м. В качестве засыпок использовались свинцовые шарики диаметром 8 мм (рис.1, л). Парожидкостная смесь создавалась дросселированием горячей воды повышенного давления через шайбу (рис.1, з), установленную непосредственно у входа в вертикальный канал. Для дополнительного регулирования паросодержания применялся вентиль (2). Возмущения давления создавались импульсным вдувом пара от внешнего парогенератора (5) через электромагнитный клапан (4), а их амплитуда в сечении расположения датчика ( $P1$ ) составляла 20 % и 40 % от величины давления в канале. Давление в канале равнялось 0.2 и 0.6 МПа. Распространение волны давления по каналу регистрировалось высокочастотными датчиками давления типа ДДИ – 21, обладающими рабочей частотой до 10 кГц. Температура потока по высоте канала регистрировалась хромель-копелевыми термопарами ( $T1 - T5$ ).

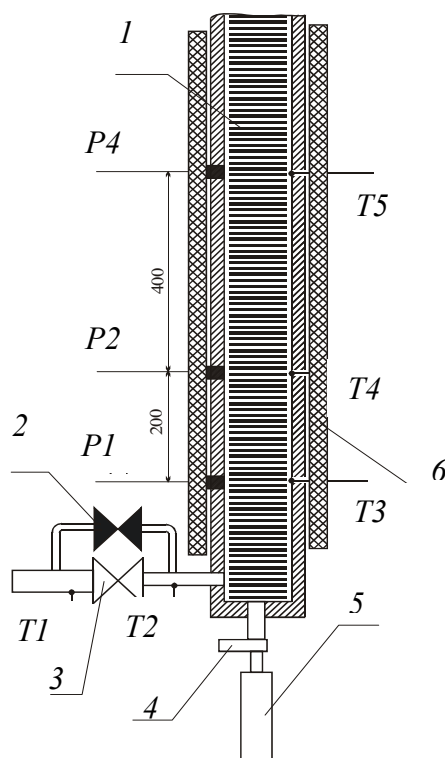


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки  
(обозначения 1 – 6 указаны в тексте).

Центральное место в системе автоматизации отведено управляющей ЭВМ, с помощью которой осуществляется общая координация эксперимента, а также сбор, хранение и первичная обработка результатов измерений.

Погрешность измерения скорости распространения волны давления составила 12 %.

**Результаты экспериментов.** Расчет скорости звука в парожидкостной среде производился по следующим формулам [1, 3, 7]:

для «замороженной» скорости звука;

$$c_0^2 = \left[ \rho_{см} \left[ \frac{\varphi}{\rho'' c_2^2} + \frac{1-\varphi}{\rho' c_1^2} \right] \right]^{-1}, \quad (1)$$

для равновесной скорости звука;

$$c_s^2 = \left( \frac{\partial p}{\partial \rho} \right)_s = \frac{L^2}{\rho_{см}^2 c^* T \left( \frac{1}{\rho''} - \frac{1}{\rho'} \right)^2}. \quad (2)$$

Результаты экспериментов, полученные с частицами размером 8 мм при амплитудах, составляющих 20 % и 40 % от величины давления в канале, представлены на рис. 2 (а, б, в, г). Анализ кривых позволяет сказать, что для рассмотренных возмущений при  $\varphi < 0.5$  скорость распространения волны находится выше значений равновесной скорости звука в парожидкостной среде, явно это выражено при  $p_0 = 0.6$  МПа, а с уменьшением паросодержания и увеличением амплитуды возмущения до 40 % приближается к значениям “замороженной” скорости звука.

При  $\varphi > 0.5$  экспериментальные точки располагаются на уровне нижнего предела равновесной скорости. Скорость волны давления на этом интервале  $\varphi$  практически не изменяется и практически не зависит от амплитуды возмущения. Подобный результат может быть объяснен происходящим в волне давления теплообменом между потоком теплоносителя и частицами засыпки.

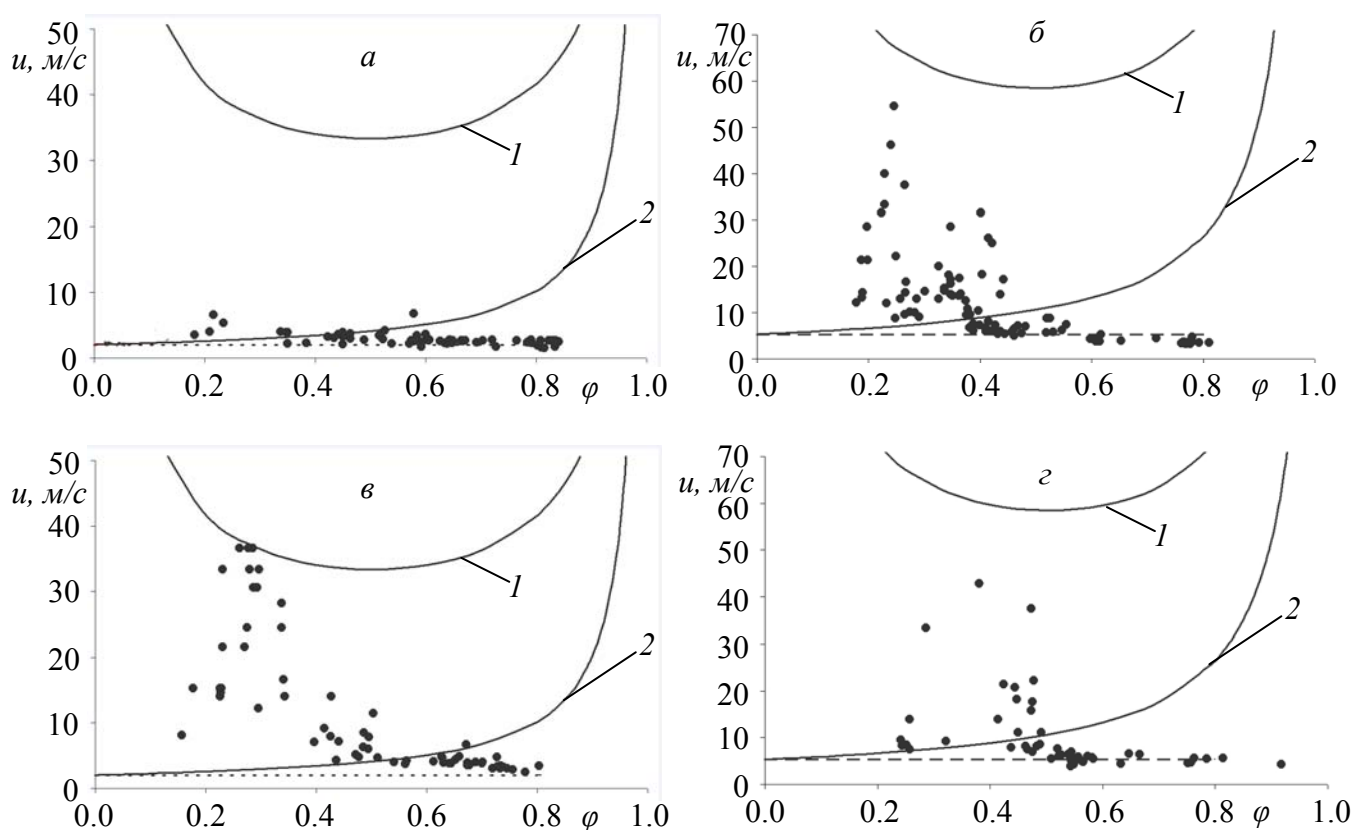


Рисунок 2 - Скорость распространения волн давления в свинцовой засыпке диаметром 8 мм при амплитудах возмущения равных  $0.2p_0$  (а, б),  $0.4p_0$  (в, г), омываемой двухфазным потоком при давлении  $p_0 = 0.2$  МПа (а, в) и  $p_0 = 0.6$  МПа (б, г). На рисунках: 1 – расчет по (1); 2 – расчет по (2); точки – результаты экспериментов.

*Эксперименты, изучение, особенности, большие, возмущения, давление.  
Experiments, study, features, large perturbations, pressure.*

**Литература**

1. Ландау Л. Д. Теоретическая физика. Гидродинамика. /Л.Д. Ландау, Е. М. Лившиц - М.: Наука. 1988. - Т. 6. – 736 с.
2. Накоряков В. Е. Распространение волн в газо – и парожидкостных средах / В.Е. Накоряков, Б.Г. Покусаев, И.Р. Шрейбер - Новосибирск: Изд. инс. теплофизики, 1983. – 237 с.
3. Нигматулин Р.И. Динамика многофазных сред / Р.И. Нигматулин - М.: Наука, 1987. - Т. 2. – 359 с.
4. Покусаев Б.Г. Распространение возмущений давления в пористой среде при фильтрации двухфазного потока / Б.Г. Покусаев, Э.А. Таиров, М.Ю. Гриценко // ТВТ. 2004. - Т. 42. - № 6. - С. 947 – 953.
5. Покусаев Б.Г. Скорость распространения малых возмущений давления в шаровой за- сыпке с двухфазной средой / Б.Г. Покусаев, Э.А. Таиров, М.Ю. Гриценко, С.А. Васильев // РНКТ 4. 2006. - Т. 6. - С. 125 – 128.
6. Таиров Э.А. Особенности распространения акустических возмущений в парожидко- стной среде / Э.А. Таиров // Мат-лы науч.-практ. конф. “Проблемы устойчивого развития ре- гионального АПК”. Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2006. - С. 55 – 57.
7. Pokusaev B.G. Propagation of Shock Disturbances In A Porous Medium Washed by The Two-Phase Flow // B.G. Pokusaev., Tairov E.A., Gritsenko M.Yu. // International Thermal Science Seminar II (ITSS- II), Bled, Slovenia. 2004. Ljubljana: ZSIS, 2004. - P. 635 – 641.

**UDK 536.24****PRESSURE WAVE PROPAGATION IN A PEBBLE BED  
WHEN FILTERING A TWO-PHASE FLOW****S.A. Vasiliev**

The paper presents the results of experiments related to the study on specific features of big pressure disturbance propagation in a duct with a pebble bed at filtration of vapor-liquid flow. The measurements were carried out for two values of pressure 0.2 MPa and 0.6 MPa with lead pebble, 8 mm in diameter.

**УДК 539.219.3****МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ПРИБЛИЖЕНИЯ В ДИФфуЗИОННЫХ  
ЗАДАЧАХ ПРИ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ СТАЛИ****Е.Э. Вржаш**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра физики

Процесс нитроцементации в электростатическом поле повышает интенсивность насы- щения стали углеродом и азотом в полтора-два раза.

Решение общей диффузионной задачи позволяет определить недиагональные коэффи- циенты диффузии. Близкое значение коэффициентов диффузии  $D_1$  и  $D_{11}$ , как и  $D_2$  и  $D_{22}$ , в пределах погрешности эксперимента показывает на отсутствие взаимного влияния углерода и азота при их диффузии в стали.

Согласно экспериментальным данным диффузионный слой, сформированный в элек- тростатическом поле, имеет высокодисперсную структуру и обладает высокими физико- механическими свойствами.

Процесс нитроцементации представляет собой процесс насыщения металла углеродом и азотом из газовой среды с целью создания в поверхностной зоне обрабатываемой детали качественного диффузионного слоя с высокими механическими и эксплуатационными свойствами.

Обычно нитроцементация осуществляется в течение нескольких часов при температуре около  $850^{\circ}\text{C}$  при диссоциации науглероживающих и азотосодержащих газов (в нашем случае пропан-бутана и аммиака). Для таких химико-термических процессов лимитирующей стадией является диффузия, и поэтому оценка коэффициентов диффузии позволяет судить об эффективности выбранного метода поверхностного упрочнения деталей машин и механизмов.

В практике в случае однокомпонентной диффузии коэффициент диффузии определяется на основании результатов химического или спектрального анализа о распределении концентрации внедряемого элемента в диффузионном слое путем решения уравнения диффузии Фика при заданных граничных условиях, которое для одномерного случая может быть представлено в виде

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2}, \quad (1)$$

где:

$C$  – концентрация внедряемого элемента;

$D$  – коэффициент диффузии элемента ( $D = \text{const}$ );

$x$  – путь диффузии элемента;

$t$  – время диффузии.

В случае многокомпонентной диффузии это уравнение принимает вид

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = \sum_j D_{ij} \frac{\partial^2 C_j}{\partial x^2}, \quad (2)$$

То есть коэффициенты диффузии  $D_{ij}$  имеют матричную форму. Знание диагональных и недиагональных коэффициентов диффузии позволяет получить дополнительную информацию о механизме внедрения элементов.

При нитроцементации (двухкомпонентная диффузия) уравнение (2) может быть преобразовано в систему дифференциальных уравнений, состоящую из двух уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial C_1}{\partial t} &= D_{11} \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} + D_{12} \frac{\partial^2 C_2}{\partial x^2}, \\ \frac{\partial C_2}{\partial t} &= D_{21} \frac{\partial^2 C_1}{\partial x^2} + D_{22} \frac{\partial^2 C_2}{\partial x^2}, \end{aligned} \quad (3)$$



где:

$C_1, C_2$  – концентрация соответственно углерода и азота в образце в зависимости от  $x$  и  $t$ ;

$D_{12}$  – коэффициент диффузии углерода под действием градиента концентрации азота;

$D_{21}$  – коэффициент диффузии азота под действием градиента концентрации углерода;

$D_{11}$  – коэффициент диффузии углерода под действием собственного градиента концентрации;

$D_{22}$  – коэффициент диффузии азота под действием собственного градиента концентрации.

Первые решения уравнения (3) для системы железо-углерод-металл получил канадский физик Киркалди. В литературе подобные решения для системы железо-углерод-азот практически отсутствуют. Объясняется это различными причинами: и математическими трудностями, и сомнениями в целесообразности учета взаимодействия диффузионных потоков углерода и азота в стали из-за междоузельного механизма диффузии этих элементов в решетке железа. Другими словами, процесс нитроцементации представляется как математическая сумма двух независимых процессов – цементации и азотирования. Однако существует мнение, что в аустените (твердом растворе углерода в  $\gamma$ -железе) углерод и азот вытесняют друг друга и тем самым повышают свою термодинамическую активность [7]. Поэтому, чтобы доказательно ответить на вопрос о роли взаимодействия углерода и азота, необходимо решить общую диффузионную задачу и количественно выделить диагональные и недиагональные коэффициенты диффузии.

Решение уравнения (3) при выбранных граничных условий осуществлялось сравнительно для двух технологических схем нитроцементации: обычной и в электростатическом поле напряженностью  $1.9 \cdot 10^5$  В/м.

Данное решение опубликовано автором в работах [2, 11, 12, 13]. При его решении использовался операционный метод Хевисайда [6], и подбор эффективных коэффициентов диффузии осуществлялся итерационным методом при помощи ЭВМ. Для сравнения решалось также и обычное уравнение Фика (1) при тех же условиях задачи.

В табл.1 - 3 представлены результаты оценки коэффициентов диффузии углерода и азота с учетом и без учета взаимодействия внедряемых элементов.

В табл.1,  $2 \operatorname{erf} \eta$  – интеграл вероятности, где аргумент

$$\eta = \frac{C_i^s - C_i(x, t)}{C_i^s - C_i^0},$$

где:

$C_i^s$  – концентрация внедряемых элементов на поверхности металла ( $i=1$ -углерод,  $i=2$ -азот);

$C_i^0$  – исходная концентрация компонента в образце (в нашем случае  $C_1^0=0,20\%$ ,  $C_2^0=0$ );

$C_i(x, t)$  – концентрация элемента на расстоянии  $x$  от поверхности металла в зависимости от времени диффузии  $t$ .

Значение  $erf \eta$  выбиралось по таблицам [7].

Анализ полученных данных показывает, что эффективные коэффициенты диффузии как азота, так и углерода при нитроцементации в электростатическом поле имеют большие значения, чем при обычном процессе, т.е. электростатическое поле ускоряет процесс диффузии углерода и азота при нитроцементации. Возможность такого явления отмечена в работах [8-10].

Решение более общей диффузионной задачи позволило оценить величину недиагональных и диагональных коэффициентов диффузии углерода и азота. Следует обратить внимание на совпадение в пределах точности эксперимента значений коэффициентов  $D_I$  и  $D_{II}$ ,  $D_2$  и  $D_{22}$  (табл.3), что показывает на малый вклад взаимодействия потоков при диффузии углерода и азота в стали.

Полученные результаты показывают, что электрическое поле благоприятствует интенсификации процесса нитроцементации. Диффузионный слой, образованный в электростатическом поле, является более глубоким и должен иметь более высокие физико-механические и эксплуатационные свойства, что подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями [3, 13].

С другой стороны, малый вклад взаимодействия диффузионных потоков углерода и азота при нитроцементации стали по любым технологическим схемам позволяет утверждать, что междоузельный механизм диффузии этих элементов в решетке аустенита является главенствующим. И для оценки эффективных коэффициентов диффузии можно ограничиться решением уравнения Фика (1) отдельно для углерода и азота, пренебрегая в пределах точности расчета недиагональными компонентами коэффициентов диффузии. При этом критерием такого подхода является условие [7]

$$\frac{x}{2\sqrt{Dt}} + h\sqrt{Dt} \geq 2.8,$$

где  $h$  – относительный коэффициент массопередачи, обычно определяемый по специальным номограммам.

При условии

$$\frac{x}{2\sqrt{Dt}} + h\sqrt{Dt} < 2.8$$

считается, что концентрация диффундирующего элемента на поверхности не является постоянной величиной, т.е. в обычное решение уравнения (1) необходимо ввести поправочные коэффициенты.

Лишь при большой активности насыщающей среды параболический закон роста диффузионного слоя действительно выполняется, т.к. процесс в этом случае с самого начала лимитируется диффузионной подвижностью атомов.

Таким образом, практически при решении диффузионных задач при нитроцементации стали можно полагать [1], что поток вещества возникает под действием собственного градиента концентрации, а влияние соседнего внедряемого компонента незначительно.

Таблица 1 - Данные для расчета и коэффициенты диффузии углерода в нитроцементованной стали (без учета взаимодействия внедренных элементов)

| $x \cdot 10^{-4}$ , м | $erf \eta$ | $\eta$    | $D_1 \cdot 10^{-11}$ , м <sup>2</sup> /с | $\langle D_1 \rangle \cdot 10^{-11}$ , м <sup>2</sup> /с |
|-----------------------|------------|-----------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1                     | 0.33/0.20  | 0.30/0.18 | 0.39/1.2                                 | 0.44/1.05                                                |
| 2                     | 0.57/0.42  | 0.56/0.39 | 0.44/1.0                                 |                                                          |
| 3                     | 0.74/0.58  | 0.80/0.57 | 0.49/1.0                                 |                                                          |
| 4                     | 0.88/0.70  | 1.10/0.75 | 0.46/1.0                                 |                                                          |

Таблица 2 - Данные для расчета и коэффициенты диффузии азота в нитроцементованной стали (без учета взаимодействия внедренных элементов)

| $x \cdot 10^{-4}$ , м | $erf \eta$ | $\eta$    | $D_2 \cdot 10^{-11}$ , м <sup>2</sup> /с | $\langle D_2 \rangle \cdot 10^{-11}$ , м <sup>2</sup> /с |
|-----------------------|------------|-----------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1                     | 0.31/0.23  | 0.28/0.21 | 0.44/0.80                                | 0.42/0.74                                                |
| 2                     | 0.57/0.47  | 0.56/0.45 | 0.44/0.70                                |                                                          |
| 3                     | 0.80/0.65  | 0.90/0.64 | 0.39/0.77                                |                                                          |
| 4                     | 0.91/0.80  | 1.20/0.90 | 0.39/0.70                                |                                                          |

Примечание: в табл. 1, 2 в числителе приведены данные для обычного процесса; в знаменателе – для процесса в электростатическом поле

Таблица 3 - Коэффициенты диффузии углерода и азота (с учетом их взаимодействия)

| Схема нитроцементации     | Коэффициенты диффузии, $10^{-11}$ м <sup>2</sup> /с |          |          |          |
|---------------------------|-----------------------------------------------------|----------|----------|----------|
|                           | $D_{11}$                                            | $D_{12}$ | $D_{21}$ | $D_{22}$ |
| Обычная                   | 0.40                                                | 0.06     | 0.002    | 0.46     |
| В электростатическом поле | 1.00                                                | 0.03     | 0.007    | 0.75     |

*Нитроцементация, интенсивность, насыщение, недиагональные коэффициенты диффузии.*

*Nitrocementation, intensity, saturation, nondiagonal diffusion coefficients.*

**Литература**

1. Бокштейн Б.С. Задачи по диффузии в металлах / Б.С. Бокштейн – М.: МИСиС, 1969. – С.38.
2. Вржаш Е.Э. Диффузионный перенос углерода и азота при нитроцементации стали в электростатическом поле / Е.Э. Вржаш // Мат-лы регион. научн. – практ. конф./Актуальные проблемы АПК. – Иркутск, 2001. - С.56 - 57.
3. Вржаш Е.Э. Сравнительный анализ структуры, фазового состава и механических свойств нитроцементированного слоя, образованного при обычных условиях и в электростатическом поле / Е.Э. Вржаш, Е.Т. Юцис // Сельскохозяйственные и прикладные науки в развитии сельского и лесного хозяйства: актуальные вопросы, практика и обмен опытом: материалы междунар. научн. – практ. конф., 6-11 июня 2006 г. – Иркутск, ИрГСХА, 2006. - С.294-298.
4. Калинович Д.Ф. Числа переноса углерода в твердых растворах на основе группы железа / Д.Ф. Калинович, И.И.Ковенский, М.Д. Смолин // ФММ, 1967. - № 23. – 2. – С. 366.
5. Калинович Д.Ф. Влияние постоянного тока на скорость цементации стали / Д.Ф. Калинович, И.И.Ковенский, М.Д. Смолин, И.Н. Францевич // МиТОМ, 1964. - № 12. - С.46.
6. Лаврентьев М.А. Методы теории функций комплексного переменного / М.А. Лаврентьев, В.В. Шабат – Наука: М., 1973. - С. 678.
7. Попов А.А. Теоретические основы химико-термической обработки стали / А.А. Попов - Свердловск: Metallurgizdat, 1962. – С. 120.
8. Прженосил Б. Нитроцементация / Б. Прженосил //Пер. с чешск. /Машиностроение: Л., 1969. – С. 212.
9. Эмде Ф. Специальные функции. Формулы, графики, таблицы / Ф. Эмде, Е. Янке и др. - М.- Наука:, 1968. - 200 с.
10. Canno M. Японский патент / М. Canno, М. Onodzava // Кл.10D15 (C22c1/00), № 49-37170 (1974).
11. Vrzhashch E.E. Diffusion processes in electrostatic field at steel nitro cementation. / E.E.Vrzhashch // Agricultural and applied sciences in the development of farming and forestry: actual problems, practice and exchange of experience – International Scientific Conference. Irkutsk, 2006. – С. 294 - 298.
12. Wrzaszcz E. Diffusion of carbon and nitrogen in electrostatic field at steel nitro cementation / E.Wrzaszcz // Mat. I Międzynarodowej Konferencji Naukowej – Agrolaser Lublin, 2001. - S.121 - 125.
13. Wrzaszcz E. Influence of an electrostatic field on structure, phase structure and mechanical properties of diffusion layer at steel nitro cementation / E.Wrzaszcz // Mat. III Międzynarodowej Konferencji Naukowej – Agrolaser 2006. Lublin 2006. - S.99 - 105.

**UDK 539.219.3****Summary****MATHEMATICAL APPROXIMATIONS IN DIFFUSION PROBLEMS AT STEEL NITROCEMENTATION****E.E. Vrzhashch****Summary**

At nitro cementation electrostatic field makes it possible to intensify the process of steel saturation with carbon and nitrogen by 1.5 – 2 times.

Solution of the general problem of diffusion allows for the non-diagonal diffusion coefficients to be estimated. Coincidence of diffusion coefficients  $D_1$  and  $D_{11}$  as well as  $D_2$  and  $D_{22}$  within the experimental approximation shows the insignificance of the flux interaction at carbon and nitrogen diffusion in steel.

According to the experimental data the diffusion layer formed in the electrostatic field has a fine-dispersed structure and shows higher efficiency of the physic-mechanical properties.

УДК 621.311.16(571.53)

## ОСТРОВ ОЛЬХОН: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОСЛЕ ПРИСОЕДИНЕНИЯ К ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

А.А. Кошелев

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики

По официальным данным, затраты на присоединение острова Ольхон к электрическим сетям Иркутскэнерго с подводным кабельным переходом весной 2006 года составили 464 миллиона рублей.

Значительная часть Ольхона (до 60 % общей площади) покрыта лесами. По официальным данным в лесах Ольхона имеется больше миллиона кубов неостребованной, спелой и перестойной древесины. Дровяная миниТЭЦ в Хужире с расчетной мощностью в три-четыре мегаватта тепла для этого поселка и 1.5 мегаватта электричества для всего острова с возможностью выдачи энергии по ЛЭП на материк.

”Остров невезения”, ”темный остров”. Так называли Ольхон в многочисленных публикациях местных и центральных СМИ с середины 1980-х годов. После присоединения острова (в июле 2006 года) к системе Иркутскэнерго вопросы электроснабжения Ольхона с использованием местных возобновляемых природных ресурсов (ВПР), рассмотренные в целом ряде научных публикаций [1, 2, 3, 4, 5] считаются снятыми. Однако в видении автора целесообразность использования ВПР как источников энергоснабжения острова осталась и даже увеличилась, создав возможность электрообмена.

По официальным данным, затраты на присоединение острова Ольхон к электрическим сетям Иркутскэнерго с подводным кабельным переходом весной 2006 года составили 464 миллиона рублей. Если принять удельную расчетную мощность одного киловатта на человека (это много больше существующих нормативов) при постоянном населении 1.5 тысячи человек и потреблении единственного на острове (и во всем Ольхонском районе) промышленного предприятия – Маломорского рыбозавода – до 600 кВт, - то удельные капиталовложения составят 219 тыс.руб/кВт (при затратах на ветровые электрогенераторы никак не больше 50 тыс.руб/кВт) и 309 тыс.руб. на человека. Если взять продолжительность использования установленной мощности 3000 часов в год, срок возврата капиталовложений десять лет при нулевом банковском проценте, то часть себестоимости электроэнергии лишь для возврата капиталовложений составит 7.4 руб/кВт.ч. Существуют еще затраты на само произ-

водство электроэнергии, на эксплуатацию и ремонты электросетевого хозяйства. Это совершенно несопоставимо с сегодняшней тарифной оплатой сельских жителей – 25.9 коп/кВт.ч. Такой фантастически низкий тариф Иркутскэнерго может позволить из-за уникальности энергосистемы, где основная доля выработки приходится на ГЭС, капиталовложения которых давно окупились. В других энергосистемах тариф больше рубля, а на северо-востоке – за 4 руб/кВт.ч.

При отпускной цене дизельного топлива 18 руб. за литр и удельном его расходе 0.3 л на выработку одного кВт.ч электроэнергии ее себестоимость, с учетом эксплуатационных расходов, получается до шести руб/кВт.ч. Насколько известно, в отдаленных районах - это больше девяти руб, а кое-где – до 20 руб/кВт.ч). Если принять продолжительность использования установленной мощности ветровых электрогенераторов 1500 часов в год, а вторую половину энергопотребления обеспечат дизели, то себестоимость электроэнергии ветродизельного комплекса (при нулевом банковском проценте на инвестиции в ветряки и сроке возврата капиталовложений 10 лет) не превысит 4.5 руб/кВт.ч.

Статья “Троянский электрический столб: пессимистический прогноз” посвящена обсуждению какую опасность может принести линия электропередачи (ЛЭП) на Ольхоне. О потенциальной опасности практически всего нового, естественно, надо знать и помнить, предотвращая возможность проявления этой опасности, но следует отметить несколько моментов.

Мнение о том, что ЛЭП может способствовать возрастанию техногенного воздействия на природный комплекс острова, имеет основания, поскольку снимает энергетические ограничения на развитие местной экономики. Но, вероятно, следует исходить из надежды на соблюдение уже существующих нормативов, законодательных актов, касающихся землепользования в целом, режима территорий ограниченного природопользования, Федерального закона “Об охране озера Байкал” и их совершенствования. Электрификация как одно из направлений – точнее, условий, предпосылок технического прогресса – не является непрямым источником экологической опасности и, более того, может использоваться при реализации природоохраняющих решений и природоохранных мероприятий.

Второе. ЛЭП уже пришла на остров, причем, это сделано как чисто дотационное, социальное мероприятие – в соответствии с многократными пожеланиями местных жителей, островной и районной администраций.

Вряд ли можно согласиться с высказываниями о дополнительном “ландшафтном загрязнении” Ольхона опорами и проводами ЛЭП. Во-первых, после многолетних дискуссий был принят вариант прокладки линии по дну пролива Малое Море, который обосновали сотрудники ИСЭМ еще в середине 1990-х годов [3]. При этом с участием Лимнологического института СО РАН была отработана и реализована технология подводной прокладки практически без воздействия на природный комплекс при самих строительных работах: сборка кабеля на берегу, протяжка наплаву, затопление и укладка без траншеи со стабилизацией кабеля на дне пригрузками. Тем самым предотвращено существенное ландшафтное загрязнение от размещения опор на береговой кромке по обе стороны пролива и подвески проводов над водой, а также опасность создания в воде “магнитной плотины” от электромагнитного поля подвешенных проводов, которая могла бы воздействовать на ихтиофауну. Магистральная ЛЭП на острове от берега пролива до Хужира и разводящие электросети - эти техногенные элементы островного ландшафта не являются новыми, поскольку электроснабжение от центральной дизельной электростанции в Хужире осуществлялось практически от южной оконечности острова до урочища Песчаная, где работал консервный цех Маломорского рыбозавода. К элементам, загрязняющим ландшафт, можно ведь отнести и трубы системы полива земельных угодий, которая когда-то действовала и может быть восстановлена после прихода электричества.

Следующее опасение – это интенсивное развитие туристического бизнеса, строительство гостиничных комплексов с развлекательной инфраструктурой, коттеджных поселков. Думается, оптимальная схема рекреационно-туристического использования Ольхона установится естественным образом такой. Автомобильные стоянки семейных коллективов из городов Иркутской области при рыбной ловле и потреблении местной экологически абсолютно чистой мясо-молочной пищи на одну-две недели – это у пляжей Песчанки, в бухте Саса, у Халгая и еще кое-где – там необходимо элементарное стационарное лагерное обустройство, обеспечение дровами, а освещение – оно от автомобилей. Следующее массовое – это рекреационно-учебно-спортивные ла-

геря для детей Приангарья, в том числе приоритетно - из наиболее загрязненных промышленных городов, поскольку за две-три недели пребывания в условиях стерильных воды, воздуха и местных продуктов питания происходит эффективная очистка организма. Далее – остановка с двумя, максимум тремя ночевками проезжих российских и зарубежных туристов для знакомства с “эндемикой” Ольхона: шаманизм, археология (в том числе – музей с уникальными экспонатами), купание в негорячей воде, эдельвейсы в степи, скалы Хобоя, гора Ижимей с реликтовым ельником, бессточное святое озеро Шара-Нур, дюны и руины Гулага в Песчанке, экологический городок Никиты Бенчарова. Вероятно, ночевать при этом лучше всего на круизных судах, стоящих у пирсов рыбозавода и Песчанки или приткнувшихся к берегу в отстойных, закрытых от ветров бухтах. Самодеятельные пешие, велосипедные, байдарочные туристы – они самообеспечены, здесь необходим лишь минимальный контроль.

Опасения по поводу возрастания вылова омуля для обработки и переработки на Маломорском рыбозаводе вряд ли имеют почву, регулятор в виде квоты на вылов достаточно действенен. Это показала восьмилетняя практика почти тотального запрета, когда рыбозавод перерабатывал океанскую нототению.

Если существенный рост вылова омуля для наращивания выпуска товарной продукции завода, действительно, представляет опасность, то выход – применение высоких, энергоемких технологий для переработки рыбы в более компактный, дорогой, концентрированный продукт. Аналогия с переходом от вывоза лесного “кругляка” к выпуску древесных изделий.

Кроме обработки омуля (очевидно, что максимальный спрос имеет омуль соленый и копченый), можно обрабатывать и перерабатывать соровую рыбу. Во время байдарочного похода по Байкалу наша туристская группа изготавливала отличные “шпроты” из сороги, которую в Чивыркуйском заливе рыбаки выбрасывали из сетей на съедение чайками.

Насколько известно, первое на Ольхоне электричество дали газогенераторные установки в начале 1950-х годов. Затем на Ольхоне появились локомотивы. Это архаическая, но очень надежная, простая, непритязательная технология паровозов и пароходов: в топке на решетке горит какое-то топливо (можно любое, но чаще всего это были уголь, торф или дрова), дымовые газы испаряют воду, пар идет в цилиндр, двигает поршень туда-сюда, от цилиндра



идет стержень-шток, который крутит электрогенератор. Коэффициент полезного действия такого устройства предельно низок – до восьми, а то и пяти процентов. Это эталон неэкономичности. Пар из-под поршня выхлопывается из трубы вместе с горячими дымовыми газами, из-за примитивности топки содержащими продукты неполноты сгорания. Но зато система предельно проста и надежна. И лишь потом на Ольхон пришло дизельное электричество: пусть не как паровые двигатели, но тоже весьма надежные и простые поршневые установки при изобилии дешевой солянки.

После того, как остров присоединили к энергосистеме, вопрос об использовании ВПР считается снятым. Однако в начале текста приводится фантастически высокая фактическая себестоимость электричества от энергосистемы. Иными словами, должно продолжаться фактическое дотационное энергоснабжение, которое несовместимо с рыночной экономикой и не может не прекратиться (аналогия – сфера жилищно-коммунальных услуг в городе). При этом на острове интенсивность солнечного сияния – как на кавказских курортах: больше 1300 киловатт-часов на квадратный метр при экстремальной продолжительности солнечного сияния больше 2300 часов в год. Поэтому на Ольхоне явно целесообразно солнечное теплоснабжение.

Приход ЛЭП снял проблему непостоянства ветра, которая является главной при его использовании для автономного электроснабжения: ветряки могли бы покрывать основные потребности острова, лишь при отсутствии ветра электричество шло бы с материка, а избыток выработки ветряков, наоборот, шел бы в энергосистему, прежде всего в свой, Ольхонский район (он в основном лежит на материке). Тем самым к единственному предмету экспорта с острова – омулю – прибавилось бы электричество, себестоимость которого была бы несоизмеримо ниже, чем фактические затраты на получение энергии из системы. К тому же появилась бы энергетическая независимость острова (дизельная электростанция в Хужире, естественно, осталась в резерве) и одновременно выросла надежность этого узла энергосистемы.

Если основываться на справочники Госкомгидромета, то ветровая активность на Ольхоне недостаточна для рентабельности ветровой электроэнергетики. На кратковременные синхронные замеры, целевым образом выполнявшиеся в десятке точек средней и северной частей острова (июль-август 1995 года) показали, что скорость ветра там сильно зависит от микрорельефа и мо-

жет существенно превышать показания приборов на ГМС “Узуры”. Так, показания анемометра на оси просечной долины в ста метрах от ГМС и в двух метрах над землей давали эту скорость в 1.3 – 1.7 раза выше, чем на флюгере станции. Сильная зависимость от микрорельефа и, особенно, от высоты в местах, где долины окаймляются возвышенностями с гребнями или плато, была выявлена при подобных замерах в окрестностях поселка Зама напротив северной оконечности Ольхона, мыса Хобой. Сам этот тонкий скальный мыс представляется наиболее ветренной точкой острова, поскольку омывается воздушными потоками равно поперечной (долинной) и продольной (котловинной) циркуляции.

Бытует мнение, что Ольхон - степной остров. Действительно, во-первых, Ольхон – это единственное место у Байкала, где есть обширные степные пространства – прямо полупустыни со специфическим травяным покровом и даже “модельный” участок пустыни с перемещающимися песчаными барханами. Во-вторых, с палубы судов, обычно огибающих остров проливом Малое Море вблизи высокого берега, видны лишь протяженные участки степей. Однако значительная часть Ольхона (до 60 % общей площади) покрыта лесами. По официальным данным, полученным от тамошнего главного лесничего Аркадия Веркашинского при сборе информации для проекта ТАСИС в 1995 году, в лесах Ольхона имеется больше миллиона кубов неостребованной, спелой и перестойной древесины, и эти запасы нарастают. Июльский ураган 2004 года добавил еще 400 тысяч кубометров поваленных деревьев. На покрытие всех нужд островитян, включая полное обеспечение теплом и электричеством, за глаза хватит 50 тысяч кубов в год. Дровяная миниТЭЦ в Хужире с расчетной мощностью в три-четыре мегаватта тепла для этого поселка и 1.5 мегаватта электричества для всего острова с возможностью выдачи энергии по ЛЭП на материк для повышения надежности этого узла энергосистемы – такое решение обосновано и предложено еще 10 лет назад в проекте ТАСИС.

*Остров Ольхон, Иркутскэнерго, подводный кабельный переход.  
Olkhon Island, Irkutskenergo, submarine cable transmission.*

#### Литература

1. Кошелев А.А. Электромост на Ольхон / А.А. Кошелев // Энергия: экономика, технология, экология. - 2003 - № 7. - С.68 - 71.
2. Кошелев А.А. О проблеме электроснабжения острова Ольхон / А.А. Кошелев // Электро-Info. – 2005 а. - № 2. - С.44 - 48.
3. Кошелев А.А. Свет над Ольхоном / А.А. Кошелев // Электро-Info. – 2005 б. - № 9 - С.62 - 65.

4. Кошелев А.А. Оценка целесообразности использования возобновляемых природных источников энергии / А.А. Кошелев, А.П. Шведов // География и природные ресурсы. - 1999. - № 2.- С.140 - 147.

5. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России / Ред. П.П.Безруких. - СПб: Наука, 2002. - 314 с.

**UDK 621.311.16(571.53)**

**Summary**

**OLKHON ISLAND: PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT AFTER CONNECTING TO POWER SYSTEM**

**A.A. Koshelev**

According to official data, expenses for the connection of Olkhon Island to electric networks of Irkutskenergo With submarine cable transmission amounted to 464 mln. rub. in spring, 2006.

The significant part of Olkhon – up to 60 % of total area – is covered with forests. According to official data, forests of Olkhon have more than 1 mln. m<sup>3</sup> ripe and overgrown wood. Wood-burning mini-TPS (Thermal Power Station) in Huzhir with estimated capacity 3-4 Mw of heat for this village and 1.5 Mw of electric power for the whole island with possibility of power output through PTL (Power Transmission Line) to the continent would be enough.

**УДК 577.3**

**БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СЕТИ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА**

**М.А. Кутимская, М.Ю. Бузунова**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра физики

Представляются фрагменты моделирования процессов, происходящих внутри человека и связанных с биоэлектрическими сетями. Они основаны на решении системы телеграфных уравнений для задач гемодинамики, на дипольных представлениях для расчета потенциала сердца, на автокорреляционном анализе для исследования ритмов в нейронных сетях головного мозга и т.д. Модели могут быть использованы в задачах профилактики и лечения болезней.

Как известно, человеческий организм представляет собой сложную систему коммуникаций. Одной из таких систем является электрическая. В нее входят электрические цепи отдельных клеток; органов, в частности сердца, мозга, а также кровеносной системы.

Мы проводили исследования в области биоэлектrogenеза клеток организма, дипольных систем сердца, генеза нейронных сетей. В работе [1] автором было показано, что клетки, проявляющие электрическую активность, играют роль источников тока, токовых диполей (рис.1).

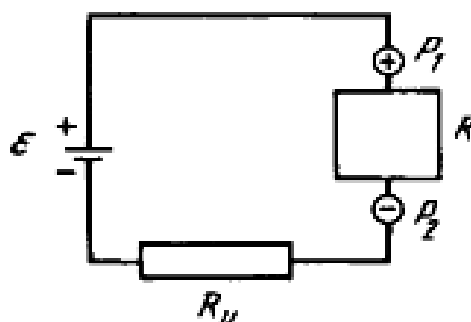


Рисунок 1 - Эквивалентная электрическая цепь клетки – источника тока и наружной проводящей среды:  $P_1$ ,  $P_2$  – полюса,  $R_u$  и  $R$  – внутренне сопротивление источника и внешней нагрузки (среды),  $\varepsilon$  – ЭДС источника.

Ранее нами рассматривался биоэлектrogenез клеток на основе аксона кальмара. На мембране клетки – тонкой сплошной (толщиной в две молекулы) пленке, образованной липидами, покрытой с обеих сторон слоями белковых молекул образуется мембранный потенциал.

Липидный слой - хороший диэлектрик. Клетка представляет собой конденсатор с емкостью  $c = 0,5 \div 1,3 \frac{\text{ПФ}}{\text{м}}$  с напряженностью поля  $E = 25 \text{ мВ/м}$ . Напряженность электрического пробоя составляет  $\sim 100 \text{ мВ}$ . Липидный слой пронизывают интегральные белки и в этих местах образуются каналы (поры) с диаметром  $0.35 - 0.8 \text{ Нм}$ . По этим каналам происходит транспорт ионов  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ . Ионов  $\text{K}^+$   $\sim$  в 300 раз больше, чем ионов  $\text{Na}^+$ . При пассивной фазе биоэлектrogenеза ионы  $\text{K}^+$  поднимаются по своим каналам и заряжают верхнюю мембрану положительно.

Между внутренней и внешней поверхностями мембран создается асимметрия зарядов (рис.2). Разность потенциалов вычисляется по формуле Гольдмана:

$$\varphi = \frac{RT}{F} \ln \frac{P_K [K_0] + P_{Na} [Na_0]}{P_K [K_i] + P_{Na} [Na_i]} \quad (1)$$

Расчеты дают для потенциалов покоя значения от  $-30$  до  $-100 \text{ мВ}$ .

Состояние покоя характеризуется отношением ионных проницаемостей  $P_K : P_{Na} = 1 : 0,04$ .

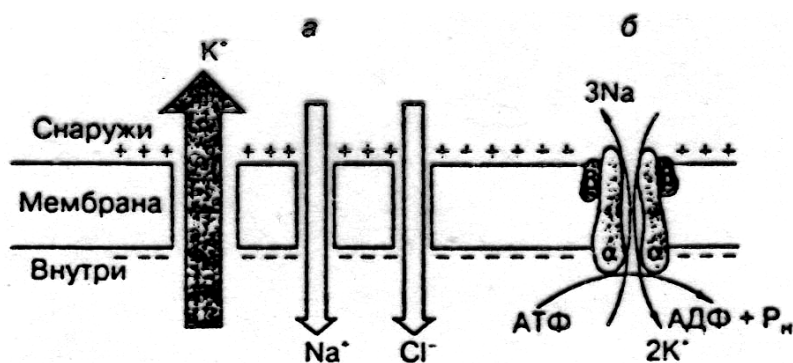


Рисунок 2 - Схема генерации мембранного потенциала животной клетки:  
а – пассивный механизм, б – активный механизм.

В состоянии возбуждения  $P_K : P_{Na} = 1 : 20$ .

Активный транспорт ионов происходит за счет гидролиза АТФ, перенос осуществляется с помощью переносчика – фермента аденозинтрифосфатазы (АДФ). Перенос двух ионов калия внутрь и трех ионов натрия наружу приводит к появлению разности потенциалов на мембране клетки. Источник энергии этого процесса аккумулирован в макроэнергетических связях молекул АТФ (энергия  $\sim 45$  кДж/моль).

Потенциал возбуждения возникает при наложении на мембрану стимулирующего потенциала [7]. При этом увеличивается ее проницаемость для ионов  $Na^+$ . Они входят в аксон и внутренняя часть мембраны меняет свой знак с (-) на (+). Происходит деполяризация мембраны (рис. 3а) и возникает потенциал действия (ПД). Для клеток миокарда происходит вход в клетку ионов кальция и выход ионов калия. На первом этапе происходит связывание  $Ca^{2+}$  и АТФ. На втором – гидролиз АТФ. Суммарные затраты энергии на перенос  $Ca^{2+}$  через мембрану вдвое меньше гидролиза АТФ (около 40 кДж/моль при рН 9). Этой энергии достаточно для переноса двух ионов  $Ca$ . Изменение концентрации  $Ca^{2+}$  сильно влияет на возбудимость нервных и мышечных клеток.

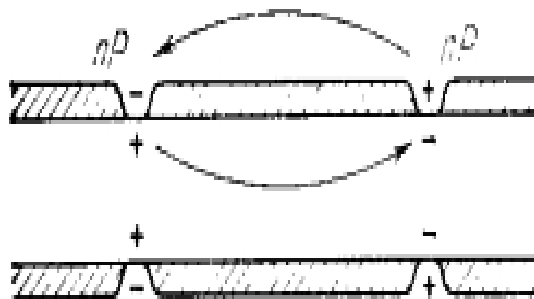


Рисунок 3а - Схема деполяризации мембраны.

На рис. 3б показан потенциал действия, найденный теоретически и полученный опытным путем. Можно отметить, что рисунки сходны. Клетки и волокна в организме объединены в электрическом смысле по типу параллельного соединения. Суммарные потенциалы генерируют внешние электрические поля органов и тканей. Электрически активные органы рассматриваются как генераторы электрических потенциалов (эквивалентный электрический генератор).

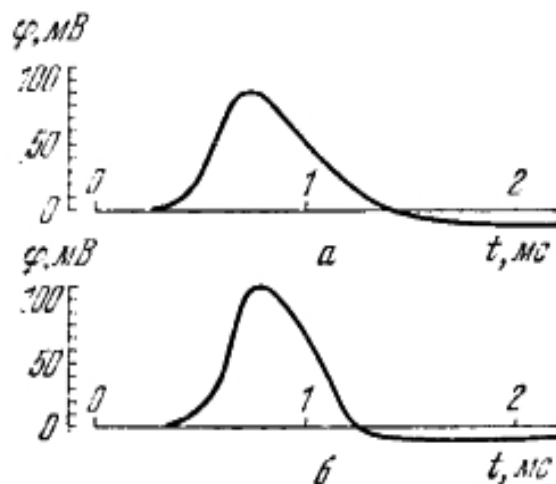


Рисунок 3б - Распространяющиеся потенциалы действия: а – теория, б – опыт (аксон кальмара при 18.5°C).

Подобный подход к физиологическим явлениям в биофизике называется аналоговым моделированием. Особенностью рассматриваемого генератора является высокое внутреннее сопротивление  $r \gg R$  и внешнее сопротивление можно не рассматривать. Закон Ома для такой цепи представлен:

$$J = \frac{E}{Z}, \quad (2)$$

где  $Z = \sqrt{r^2 + \left(\frac{1}{\omega c}\right)^2}$  - импеданс тканей организма. Частотная зависимость импеданса дает возможность оценить жизнеспособность тканей и органов.

На рис. 3в одна кривая соответствует здоровой, нормальной ткани, вторая – мертвой. В последней разрушены мембраны – ”живые конденсаторы” (сопротивление только омическое).

Степень интенсивности света, излучаемого электрическим полем клеток, органов, конечностей или их частей можно оценить с помощью аппарата Кирлиан.

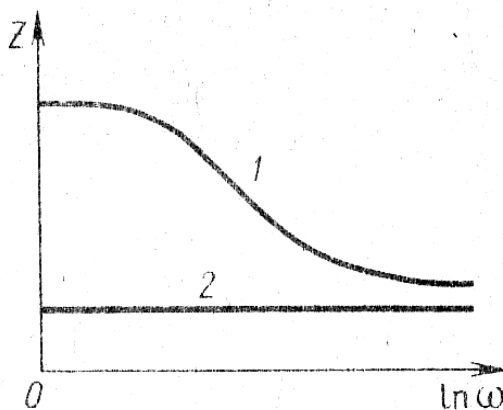


Рисунок 3в - Частотная зависимость импеданса.  
1 – здоровая ткань; 2- мертвая ткань.

Биоэлектрография позволяет узнать диагноз даже если все медицинские обследования на это не указывают. По Шредингеру: “Жизнь есть питание отрицательной энтропией”. Можно уточнить, именно жизнь клеток. Питать их следует теми продуктами, которые содержат минимум энтропии [2] и позволяют обеспечивать полную проходимость нужных ионов по ионным каналам. Такими продуктами являются ягоды, фрукты, сухофрукты, овощи, в основном свежие, орехи, семечки, мед, зерновые, бобовые и морепродукты.

Рассмотрим эквивалентные электрические схемы сосудов (рис. 4а). Описать гемодинамику кровеносной системы можно с помощью телеграфных уравнений вида:

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 P}{\partial y^2} &= LC \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + RC \frac{\partial P}{\partial t}, \\ \frac{\partial^2 Q}{\partial y^2} &= LC \frac{\partial^2 Q}{\partial t^2} + RC \frac{\partial Q}{\partial t},\end{aligned}\tag{3}$$

где  $P$  – давление,  $Q = Su$  – объемная скорость кровотока ( $S$  – сечение сосуда,  $u$  – скорость крови),  $R = 8\pi\eta/S^2$  ( $\eta$  – вязкость крови);  $c = 2rS/Eh$  ( $E$  – модуль упругости стенки сосуда толщиной  $h$ ),  $L = \rho/S$  ( $\rho$  – плотность крови),  $S = \pi r^2$  – сечение сосуда.

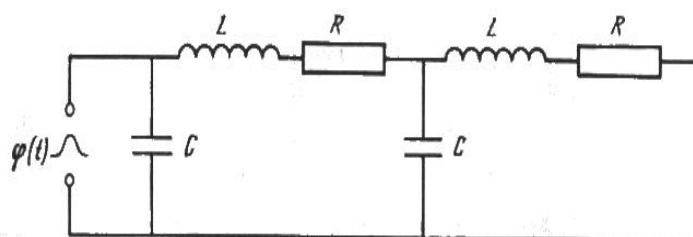


Рисунок 4а - Электрическая линия, эквивалентная упругому сосуду, наполненному кровью.

Решение системы уравнений (3) сначала аналитически, а затем численно [3, 6], дает изменение давления крови в виде гармонической затухающей волны (рис. 4б). Через импеданс находим постоянную распространения волны; принимаем условие изменения давления по гармоническому закону;  $\eta = 4 \text{ МПа}$ ,  $\rho = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ , частоту равную  $1 \text{ Гц}$  и  $P_0 = 6994,4 \text{ Па}$ . На графике видны [3] изменения давления у человека или животного при нормальном состоянии кровеносной системы.

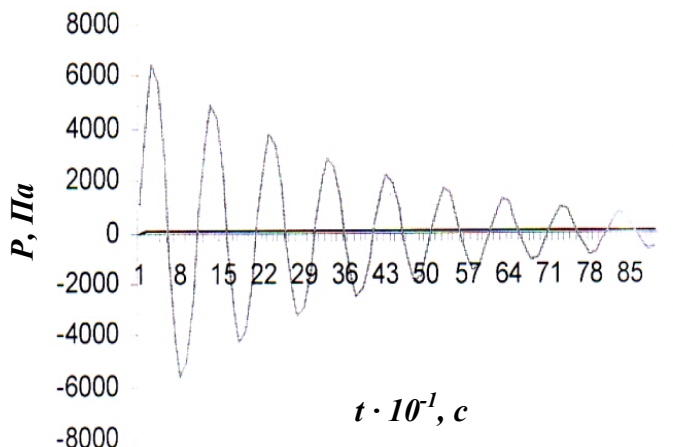


Рисунок 4б - Затухающая гармоническая волна давления крови, полученная при решении системы уравнений (3).

Если принять в качестве электрического аналога вместо давления электрический потенциал  $\varphi$ , вместо объемной скорости – электрический ток, то мы получим электродинамические параметры кровеносной системы.

При исследовании электрических потенциалов сердца нами учитывался их дипольный тип [5, 7] (рис.1). Общий потенциал сердца ( $\varphi$ ) с учетом закона суперпозиции полей источников представим в виде:

$$\varphi = \frac{\rho}{4\pi r^2} \sum_{p=1}^n D_p \cos \alpha_p, \quad (4)$$

где  $p$  – номер источника,  $\rho$  - удельное сопротивление сердца (250-600 Ом·см). Формулу суммарного потенциала сердца генерируемого разными источниками в миокарде можно записать через действие одного эквивалентного источника с дипольным моментом  $D_0$

$$\vec{D}_0 = \sum_{p=1}^n \vec{D}_p. \quad (5)$$

Имеем

$$\varphi = \frac{k \rho D_0 \cos \alpha}{4\pi r^2}, \quad (6)$$



где  $\alpha$  - угол между  $D_0$  и направлением в точке измерения потенциала.

Для расчетов нами принималась схема стандартных отведений ЭКГ от конечностей, терминология и треугольник Эйтховена [7].

Используем экспериментальное соотношение:

$$\varphi_L + \varphi_R + \varphi_F = 0, \quad (7)$$

где индексы  $L$  и  $R$  относятся к правой руке, а  $F$  – к левой ноге. Оценка разности потенциалов [5] дала следующие значения:

$$\varphi_L - \varphi_R = 0,69 \cdot 10^{-3} B$$

$$\varphi_F - \varphi_R = 0,11 \cdot 10^{-3} B$$

$$\varphi_F - \varphi_L = 0,37 \cdot 10^{-3} B$$

при  $\rho = 250 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ ;  $D_0 = 2 \text{ мА} \cdot \text{см}$  и  $k = 1$ .

В работе [5] представлены результаты вычислений  $\varphi_L$ ,  $\varphi_R$  и  $\varphi_F$ , а также найдены количественные соотношения для трех стандартных отведений.

Найденные величины соответствуют экспериментальным электрокардиограммам (ЭКГ). Подбирая поправочный коэффициент  $k$  в формуле (6), определяющий влияние среды на суммарный потенциал, можно получить значения  $\varphi_L$ ,  $\varphi_R$  и  $\varphi_F$  соответствующие особенностям ЭКГ при разных функциональных состояниях сердца.

Электродинамические характеристики сердца приводятся к норме при дозированных физических нагрузках и правильном питании (большую часть рациона должны составлять продукты, не обработанные огнем и без консервантов, а также достаточное количество специально структурированной воды) [8].

Если сердце с биофизической точки зрения имеет уникальную особенность – водителя ритма (синоатриальный узел – генератор возбуждения), то головной мозг для образования ритмических энцефалограмм (ЭЭГ) использует нейронные сети (рис. 5а).

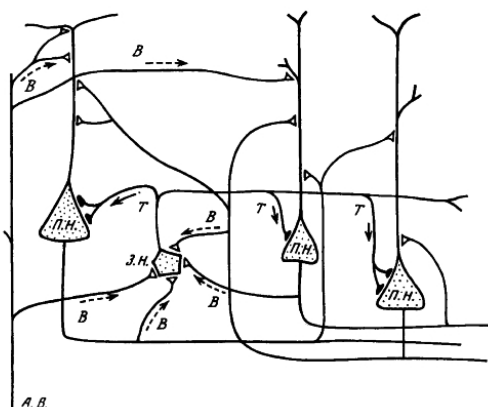


Рисунок 5а - Схема фрагмента нейронной сети, обеспечивающей генез ритмической ЭЭГ.

На рис. 5а указано одно афферентное волокно и небольшое количество синапсов (специализированных функциональных контактов между возбудимыми клетками). Афферентный поток спайков (однотипный поток потенциалов действия ПД) через возбуждающие синапсы вызывает первичное возбуждение (генерацию ПД) в соме (теле) пирамидных нейронов. Затем, с некоторой задержкой, с пирамидных клеток возбуждение передается в возбуждающие синапсы звездчатых клеток. Эти клетки генерируют спайки, которые поступают в тормозные синапсы пирамидных нейронов (возвратное торможение). Одновременно в пирамидных клетках генерируются тормозные постсинаптические потенциалы, определяющие ЭЭГ. Возникает гиперполяризация. В этот момент отсутствует возбуждение пирамидных ионов. При снижении гиперполяризации синхронная генерация постсинаптических сигналов  $\alpha, \beta, \sigma, \delta, \theta$  - ритмов повторяется. При расчетах спектра мощности ЭЭГ нами использовалась формула:

$$C(t) = \int_{-\infty}^{\infty} K_1(t) \cos 2\pi\omega dt + \int_{-\infty}^{\infty} K_2(t) \sin 2\pi\omega dt, \quad (8)$$

где  $C(t)$  – автокорреляционная функция  $f(t)$ .

На рис. 5б представлен электрический аналог нейрона. В результате получается спектр справа и слева от центральной частоты. Из автокорреляционной кривой мозговых волн следует, что преобладающая мощность спектра сосредоточена в окрестности частоты  $\sim 10$  Гц ( $\alpha$ -ритма). В последнее время большое внимание уделяется  $\theta$ -ритму с частотой 4-7 Гц, амплитудой 100 - 150 МкВ, длительностью 140 – 250 мс. Он характеризуется как ритм новизны, ритм, который помогает обучить организм определенной деятельности, используя сохраненный опыт, а также адаптироваться к другим раздражителям и изменению среды обитания. В материалах Института человека автором даны методики по развитию и сохранению кратковременной и долговременной памяти и развитию структур сознания.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что для здоровья человека важно, чтобы биоэлектрические цепи человека правильно функционировали. Для этого необходимы кислород, вода, правильное питание (необработанные огнем продукты) и определенные виды движения для активизации энергоинформационных и плотных тел человека.

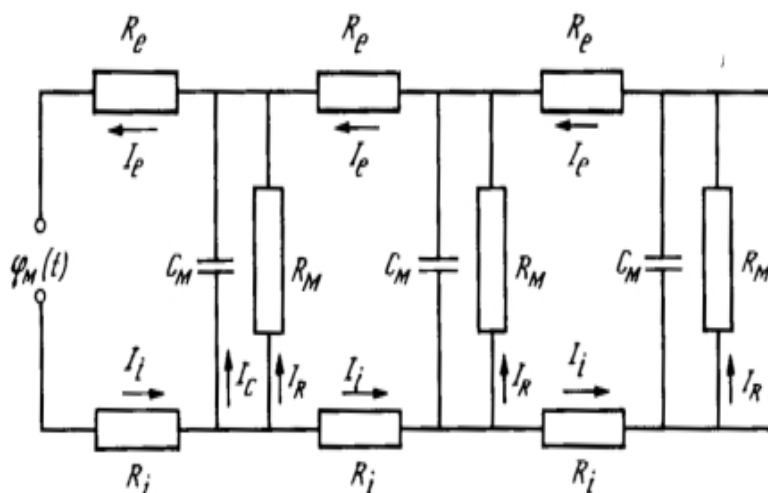


Рисунок 5б - Электрическая схема, эквивалентная по проводимости нейрону.  
 $\varphi_M(t)$  - потенциал действия или возбуждающий постсинаптический потенциал (электрический импульс);  $I_i$  и  $I_e$  - суммарный ток, протекающий внутри клетки и снаружи;  $I_C$  и  $I_R$  - ток, протекающий через мембранную емкость при генерации потенциала действия и ток в активном сопротивлении мембраны в случае генерации постсинаптического потенциала.

*Моделирование процессов, человек, биоэлектрические сети, нейронные сети головного мозга, лечение болезней.*

*Modelling of processes, man, bioelectrical networks, neural networks of brain.*

### Литература

1. Кутимская М.А. Жизнь с точки зрения биофизики / М.А.Кутимская // Вестник Иркутс. регион. отд. РАНВШ. – Иркутск, 2003. - № 2. – С. 122 - 128.
2. Кутимская М.А. Энтропия, питания, долгожительство / М.А.Кутимская, Е.Н.Волянюк // Современные проблемы подготовки товароведов-экспертов: Сб. статей. – Иркутск: Иркут. Ун-т, 2004. – С. 43 - 52.
3. Кутимская М.А. Биофизические основы кровеносной системы животных и человека / М.А.Кутимская // Природные и материальные ресурсы Сибири (Сибресурс – 12 – 2006): Матер. 12-й МНПК. – Томск: САНВШ; Изд-во “В-Спектор”, 2006. – С. 382-385.
4. Кутимская М.А. Биофизика головного мозга и структуры сознания человека / М.А.Кутимская, В.М.Бронников // Вест. Иркутск. регион. отд. РАНВШ. – Иркутск, 2004. - № 1(4). – С. 107 – 115.
5. Кутимская М.А. Биофизика сердца и его связь с космическим интеллектом / М.А.Кутимская, Ю.Ю.Малоземова // Природные и материальные ресурсы Сибири: Докл. 11-й МНПК. – Томск: Том. Гос. Ун-т, 2005. – С. 353-357.
6. Кутимская М.А. Биофизика кровеносной системы (гемодинамические процессы). / М.А.Кутимская, Ю.Ю. Малоземова / Вестник Иркутс. регион. отд. РАНВШ. – Иркутск, 2006. – С. 146-149.
7. Рощупкин Д.М. Биофизика органов / Д.М.Рощупкин, Е.Е.Фесенко, В.И.Новоселов - М.: Наука. – 2000. – 255 с.
8. Эмото М. Тайная жизнь воды / М. Эмото; пер. с англ. О.Г. Белощеев. Мн.: ООО “Попурри”, - 2006. – 160 с.

UDK 577.3

Summary

**BIOELECTRICAL NETWORKS AND HEALTH OF MAN**

**M.A. Kutimskaya, M.Yu. Buzunova**

Fragments of modelling of the processes occurring inside the man and connected to bioelectric networks are represented. They are based on the decision of system of the differential equations for hemodynamic problems, on dipoles representations for calculation of potential of heart, on the autocorrelation analysis for research of rhythms in neural networks of a brain, etc. Models can be used in problems of preventive maintenance and treatment of illnesses.

УДК 621.316

**СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ  
В ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 0.38 кВ С РАСПРЕДЕЛЁННОЙ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ НАГРУЗКОЙ**

**Г.В. Лукина**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики

Потери мощности, обусловленные несимметрией токов, могут характеризоваться коэффициентом потерь мощности, то есть, отношением потерь мощности в несимметричном режиме, к соответствующим потерям мощности, обусловленными протеканием токов прямой последовательности.

Сельские сети 0.38 кВ работают с глухо заземлённой нейтралью и выполняются четырехпроводными. Эти сети служат источником электроснабжения, как силовые электроприемники, включаемые на междуфазное напряжение, так и коммунально-бытовые, которые подключаются, как правило, на фазное напряжение сети.

Неравномерному характеру распределения однофазных электроприемников по фазам электрической сети, как правило, соответствуют случайные включения и отключения данных потребителей электроэнергии. Эти предпосылки определяют возникновение неслучайной и вероятностной несимметрии токов, значения которых могут достигать значительных величин. Таким образом, несимметричный режим работы электрической сети 0.38 кВ является объективно существующим, т.к. даже при пофазно равномерном подключении нагрузок возникает вероятностная несимметрия токов.

Равномерное присоединение электроприемников по фазам или их распределение по результатам измерения токов при максимуме нагрузки позволяет уменьшить неслучайную несимметрию токов.

При вероятностной несимметрии токов нагрузка каждой фазы изменяется во времени независимо от изменения нагрузок других фаз. Поэтому, трёхфазное регулирование напряжения, применяемое в сельских электрических сетях 0,38 кВ и, предполагающее равное воздействие на все три фазы, не в состоянии обеспечить нормированное напряжение на зажимах электроприемников без применения дополнительных мер по симметрированию фазных токов в электрических сетях 0.38 кВ.

Неравномерно нагруженная по фазам электрическая сеть всегда обладает большей потерей электрической энергии, по сравнению с той же электрической сетью в симметричном режиме работ. В сельских электрических сетях 0.38 кВ, характеризующихся несимметрией токов. Появляются дополнительные потери активной мощности и электрической энергии. При этом наименьшие потери мощности и электрической энергии наблюдаются в сетях питающих производственную нагрузку, а наибольшие в сетях, осуществляющих электроснабжение коммунально-бытовых потребителей.

По опубликованным данным потери электрической энергии в линиях 0.38 кВ составляет 31 - 33 %, а с учетом потерь в трансформаторных подстанциях они достигают 50 - 55 % от общих потерь. Следовательно, существенного уменьшения потерь электрической энергии в сельских сетях можно достичь путем их снижения в воздушных линиях электропередач и трансформаторах потребительских ТП.

Наиболее достоверным способом оценки дополнительных потерь мощности при несимметрии токов является коэффициент потерь мощности, определяемый по выражению:

$$K_p = 1 + K_{2i}^2 + K_{0i}^2 * (R_0 / R_1), \quad (1)$$

где  $K_{2i} = I_2 / I_1$  - коэффициент обратной последовательности токов;

$K_{0i} = I_0 / I_1$  - коэффициент нулевой последовательности токов;

$I_1, I_2, I_0$ - соответственно токи прямой, обратной и нулевой последовательностей;

$R_1, R_0$ - активные сопротивления соответственно прямой и обратной последовательности.

В соответствии с выражением (1) все способы и технические средства, используемые для уменьшения коэффициента потерь мощности, можно разделить на технические средства, влияющие на:

- сопротивление нулевой последовательности,

- ток нулевой последовательности,
- ток обратной последовательности,
- комбинированные технические средства, воздействующие на токи обратной и нулевой последовательности.

На основе предложенной классификации можно порекомендовать проанализировать способы и технические средства, используемые для симметрирования в сетях фермерских и пригородных хозяйств.

*Мощность, несимметрия токов, коэффициент потерь.*

*Power, current asymmetry, coefficient of losses.*

#### Литература

1. Косоухов Ф.Д. Потери мощности и напряжения в сельских электрических сетях 0.38 кВ при несимметричной нагрузке / Ф.Д. Косоухов // Техника в сельском хозяйстве. - 1988. - 33. - С.5 - 8.

UDK 621.316

#### Summary

### WAYS OF RAISING THE QUALITY OF ELECTRICAL ENERGY IN POWER NETWORK 0.38 KV WITH DISTRIBUTED PRODUCTION LOAD

G.V. Lukina

Losses of power, conditioned by current asymmetry, can be characterized by the coefficient of power losses that is, by the relation of power losses in asymmetrical mode to corresponding power losses, conditioned by the flow of direct sequence currents.

УДК 621.316

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НЕСИММЕТРИИ В ДЕЙСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

И.В. Наумов, Д.А. Иванов

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

Энергетический факультет

Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики

Исследования несимметричных режимов работы сельских распределительных сетей 10 и 0.38 кВ в ООО "Максимовское" Иркутского района Иркутской области. Измерения проводились сертифицированным прибором "Ресурс-UF2M". По результатам исследований и анализа полученных зависимостей показателей несимметрии напряжений и дополнительных потерь мощности в действующих сетях 10 и 0.38 кВ, установлено, что качество электрической энергии в исследуемых сетях, не соответствует требованиям государственного стандарта, а сами показатели несимметрии напряжений превышают установленные ГОС-Том значения.

Сельские распределительные сети 0.38 кВ имеют большую протяженность и достаточно сложную конфигурацию. Это приводит к ухудшению каче-

ства напряжения у потребителей и увеличению потерь мощности в сети. Несимметрия токов и напряжений в сети возникает вследствие неравномерного распределения однофазных электроприемников по фазам сети (статистическая несимметрия) и случайного характера их коммутаций (вероятностная несимметрия) [1].

Вместе с этим, в распределительных сетях напряжением 10 кВ так же имеет место несимметрия токов и напряжений. На систему напряжений 10 и 0.38 кВ оказывают влияние такие электроприёмники, симметричное многофазное исполнение которых или невозможно, или нецелесообразно по технико-экономическим соображениям. К таким установкам относятся индукционные и дуговые электрические печи, тяговые нагрузки железных дорог, выполненные на переменном токе, электросварочные агрегаты, однофазные нагрузки. В большинстве случаев несимметричная система напряжений на стороне 10 кВ характерна для сельскохозяйственных районов, которые получают питание от тяговых подстанций железных дорог. В связи с этим, возникает необходимость исследования режимов работы электрических сетей с целью выявления закономерностей влияния степени несимметрии напряжения в высоковольтных электрических сетях на изменение соответствующих норм качества электрической энергии в потребительских электросетях общего назначения.

С этой целью на кафедре электроснабжения ИрГСХА были проведены экспериментальные исследования в действующих сетях 10 кВ на ТП-1282 и в сетях 0.38 кВ, питающих коммунально-бытовую нагрузку на ТП-1734 в ООО “Максимовское” Иркутского района Иркутской области [2].

Линия 10 кВ, питающая ТП-1282 приходит с ПС “Максимовская”. Длина линии 18713 метров (200 м ААБл-3х120 – ввод с ПС “Максимовская”, 6050 м АС-120, 256 м ААБлУ-3х150 – переход через железную дорогу, 11830 м АС-120, 368 м АС-95). Кроме того, данная линия питает трансформаторную подстанцию ТП-1734, от которой запитана коммунально-бытовая нагрузка.

Установленная мощность трансформатора ТП-1734 400 кВА, схема соединения обмоток трансформатора – “звезда-звезда с нулем”. Питающая линия 0.38 кВ, на фидере которой производились измерения, выполнена проводом марки 4хА-50, длина линии – 900 м. Линия питает коммунально-бытовую нагрузку (одноквартирные и двухквартирные дома).

Измерения проводились сертифицированным прибором “Ресурс-UF2М”, осуществляющим фиксирование изменяющихся величин в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97. Данный измеритель позволяет производить обследование электрических сетей по объемам потоков мощности, напряжения, тока и пр. параметров электрической энергии в исследуемой распределительной сети. Общий вид подключения прибора представлен на рисунке 1.

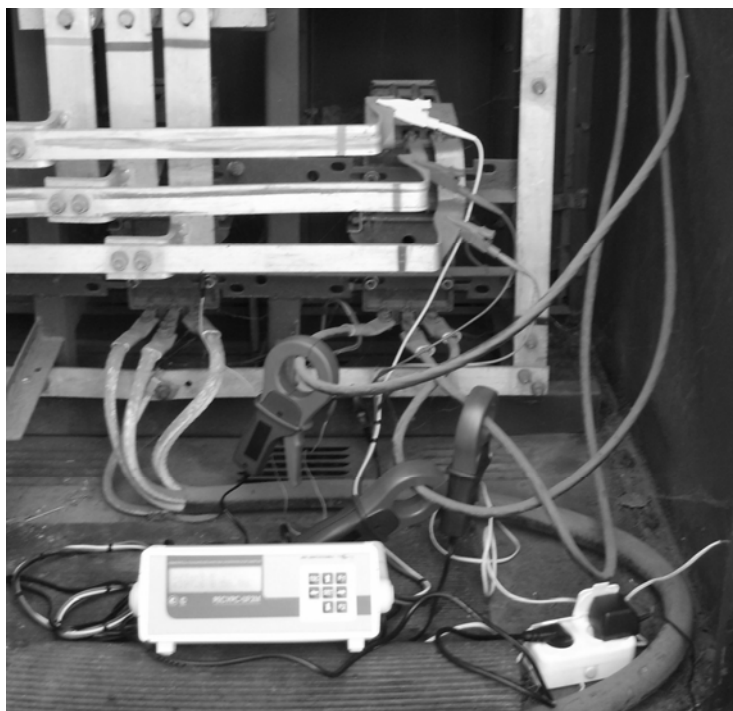


Рисунок 1 - Общий вид подключения прибора “Ресурс-UF2М”.

На основании полученных результатов измерений, по программе “*Несимметрия*”, разработанной на кафедре электроснабжения ИрГСХА осуществлён расчёт показателей качества электрической энергии, обусловленных несимметрией фазных токов (рис. 3 – 5). Окно программы представлено на рисунке 2. Данная программа позволяет рассчитать коэффициенты обратной и нулевой последовательностей напряжения, а также коэффициент потерь мощности за любой интервал времени. Одновременно осуществляется построение временных диаграмм изменения этих коэффициентов. Следует отметить, что при синхронизации измерительного комплекса с вычислительным блоком возможна визуализация изменения исследуемых коэффициентов “*online*”.



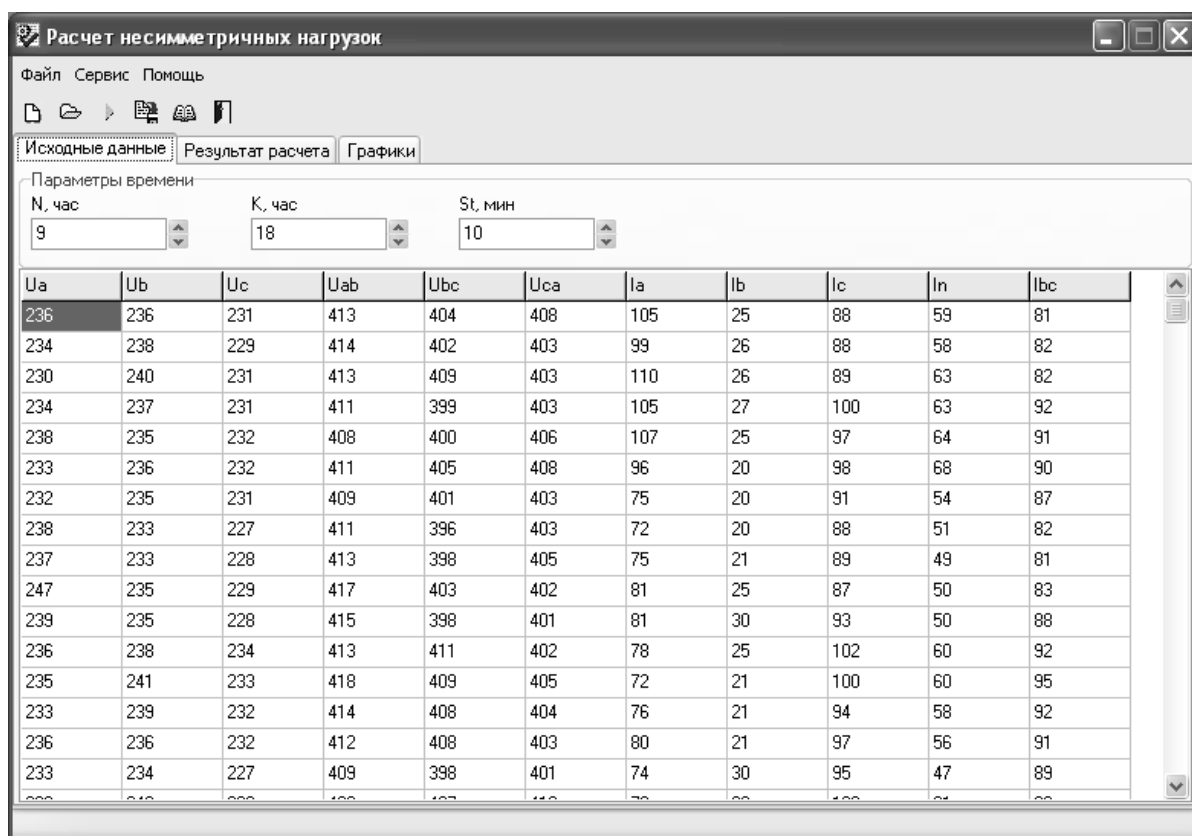


Рисунок 2 - Окно программы "Несимметрия".

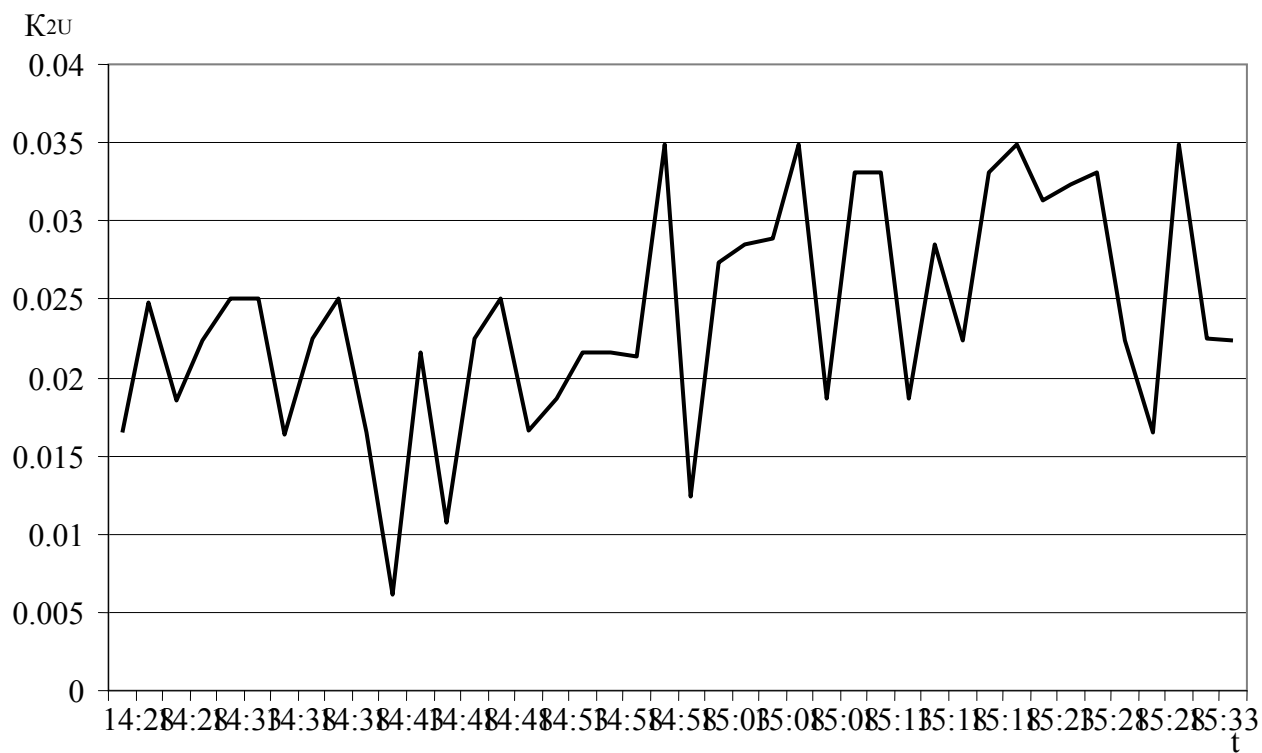


Рисунок 3 - Временная диаграмма изменения коэффициента обратной последовательностей напряжений в линии 10 кВ на ТП-1282.

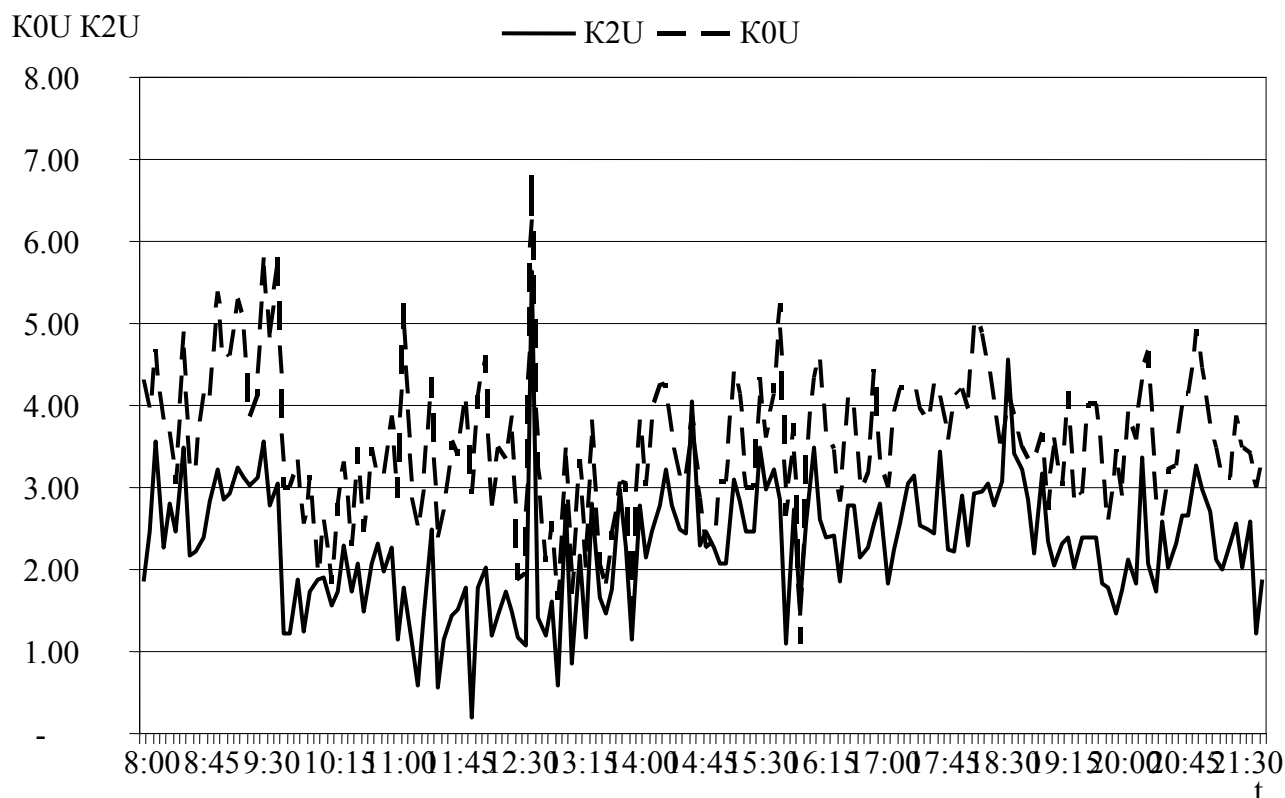


Рисунок 4 - Временные диаграммы изменения коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжения в сети 0.38 кВ на ТП-1734.

Анализируя полученные данные (рис. 3 и 4), можно сказать следующее.

На рисунке 3 видно, что уже в сети 10 кВ наблюдается несимметрия напряжений. Коэффициент обратной последовательности напряжения  $K_{2U}$  выходит за пределы нормальных значений и достигает величины 3.5 %.

В сети 0.38 кВ (рис. 4) коэффициент обратной последовательности напряжения также выходит за установленные ГОСТом пределы в 80 % исследуемого промежутка времени. В 12:50  $K_{2U}$  достигает значения 5.64 %. Среднее значение коэффициента обратной последовательности напряжения за исследуемый промежуток времени составило 2.37 %.

Коэффициент нулевой последовательности напряжения  $K_{0U}$  изменяется в более значительных пределах. Практически всё время проведения измерений значение коэффициента нулевой последовательности напряжения превышает установленные ГОСТ пределы нормальных значений. Максимальное значение  $K_{0U}$  достигает 6.82 %. Что в 3.41 раза превышает установленные нормальные и в 1.71 раза – предельно допустимые значения.

На рисунке 5 представлена временная диаграмма изменения коэффициента потерь мощности в исследуемой линии 0.38 кВ, построенная на основании расчёта данного коэффициента по программе “Несимметрия”.

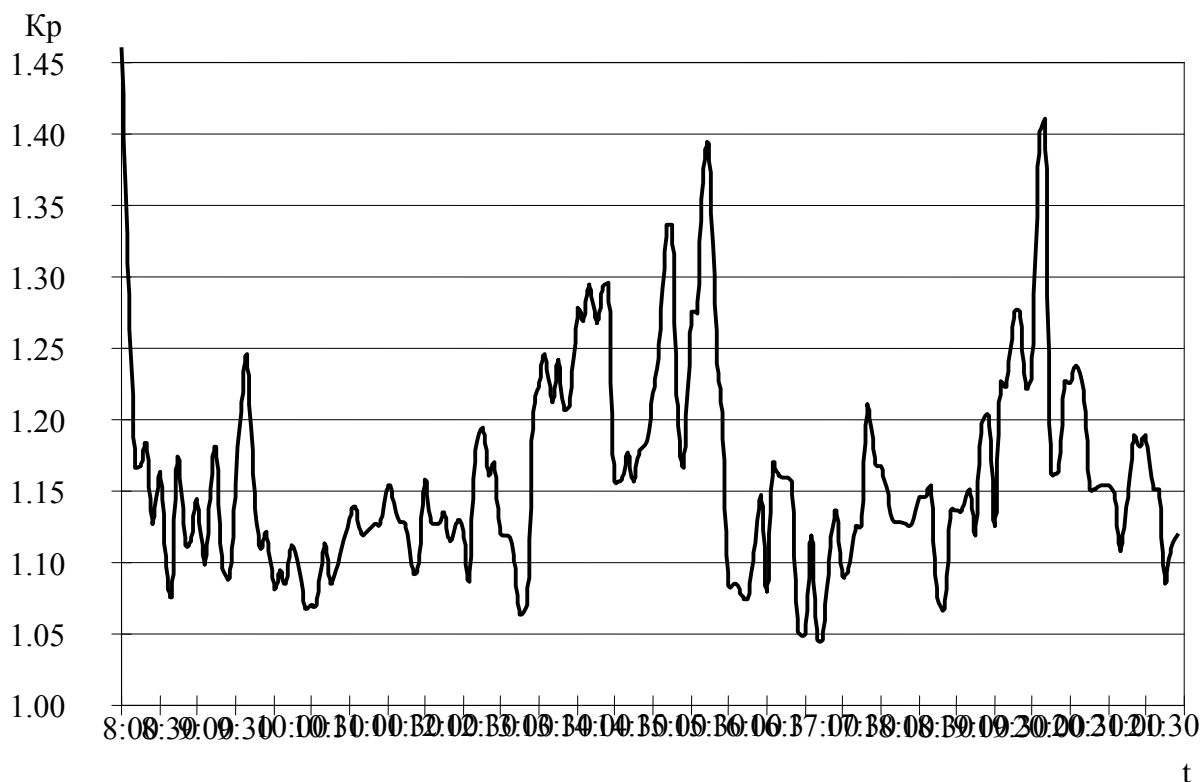


Рисунок 5 - Временная диаграмма изменения коэффициента потерь мощности в сети 0.38 кВ.

Анализ диаграммы (рис. 5) показал, что среднее значение коэффициента потерь мощности за рассматриваемый промежуток времени составляет 1.17 (максимальное превышение коэффициента достигает 40 %).

Таким образом, в результате проведенных исследований и анализа полученных зависимостей показателей несимметрии напряжений в действующих сетях 10 и 0.38 кВ, можно сделать следующие выводы:

1. Качество электрической энергии в исследуемых сетях 10 и 0.38 кВ, не соответствует требованиям государственного стандарта, а сами показатели несимметрии напряжений превышают установленные ГОСТом значения.
2. Уровень несимметрии напряжений на шинах 0.4 кВ потребительских ТП 10/0.4 кВ и в линии 0.38 кВ зависит от степени несимметрии напряжений в сети 10 кВ.
3. В данных электрических сетях необходимо применять средства симметрирования режимов работы электрических сетей.
4. Параметры устройств симметрирования для повышения качества электрической энергии в распределительной сети 0.38 кВ необходимо рассчитывать, учитывая влияние несимметрии напряжений на стороне 10 кВ источника питания.

*Несимметричный режим, ООО “Максимовское”, Иркутская область, качество, электрическая энергия.*

*Asymmetric mode, LLC “Maximovskoe”, Irkutsk region, quality, electric power.*

#### Литература

1. Наумов И.В. Оптимизация несимметричных режимов системы сельского электроснабжения / И.В. Наумов – Иркутск: Изд-во “На Чехова”, 2001. – 217 с.
2. Наумов И.В. Исследование и анализ дополнительных потерь мощности и качества электрической энергии в сельских распределительных сетях напряжением 0.38 кВ при несимметричной нагрузке / И.В. Наумов, С.В. Подъячих, Д.А. Иванов, Д.А. Шпак // Отчёт о выполнении НИР и практические рекомендации - Иркутск: Изд-во “Репроцентр А1”, 2006. – 56 с.

**UDK 621.316**

#### Summary

### THE STUDY OF ASYMMETRY INDICES IN OPERATING ELECTRIC NETWORKS

**I.V. Naumov, D.A. Ivanov**

The studies of unbalanced modes of rural distributive networks operation 10 and 0.38 kV in LLC “Maximovskoe” of Irkutsk district of Irkutsk region. Measurements were made by a certified device “Resurs – UF2M”. According to the studies and the analysis of obtained dependences of voltage asymmetry indices and additional losses of power in operating networks 10 and 0.38 kV it has been stated that the quality of electric power in the examined networks does not meet the requirements of a state standard and the voltage asymmetry indices themselves exceed the values established by GOST (State Standards).

**УДК 621.316**

### ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ 0.38 кВ

**И.В. Наумов, С.В. Подъячих, Д.А. Иванов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики

Исследование качества электрической энергии и дополнительных потерь мощности, обусловленных несимметричным режимом работы в сети напряжением 0,38 кВ. По данным измерений и результатов расчетов получены выводы и рекомендации для повышения эффективности использования электрической энергии.

За последние годы произошло значительное увеличение установленной мощности электрооборудования сельскохозяйственных предприятий и коммунально-бытовых электроприёмников. По численности и составу электроустановок, требованиям к надёжности их электроснабжения и качеству электроэнергии они приблизились к промышленным потребителям.

Степень несимметрии трехфазной четырехпроводной системы характери-

зуется коэффициентами напряжения обратной и нулевой последовательностей, а также коэффициентами обратной и нулевой последовательностей токов. При этом потери мощности, обусловленные несимметрией токов, могут характеризоваться коэффициентом потерь мощности, то есть, отношением потерь мощности в несимметричном режиме, к соответствующим потерям мощности, обусловленными протеканием только токов прямой последовательности.

Причинами возникновения несимметричных режимов работы электрической системы во всех случаях являются неравномерность распределения нагрузок по фазам, снижение нагрузок трёхфазных потребителей (электродвигателей, мощных трехфазных нагревателей) и вероятностный характер коммутаций однофазных нагрузок.

В связи с этим, возникает необходимость исследования сельских распределительных сетей напряжением 0.38 кВ при несимметричной нагрузке.

С этой целью кафедрой электроснабжения сельского хозяйства ИрГСХА были проведены экспериментальные исследования по государственному контракту с администрацией Иркутской области в п. Мамоны на предприятии ООО “Максимовское” (по согласованию с отделом Механизации и электрификации ГУСХа).

Исследования осуществлялись на четырех трансформаторных подстанциях (три подстанции, питающие производственную нагрузку и одна подстанция коммунально-бытовую нагрузку).

В качестве примера рассмотрим одну из исследуемых подстанций с производственной нагрузкой.

Измерения проводились сертифицированным прибором “Ресурс-UF2М”, осуществляющим фиксирование изменяющихся величин в соответствии с требованиями ГОСТ 13109-97.

На основании полученных данных измерений, в результате расчёта модульным методом [1] по программе “Несимметрия” [2], получены временные диаграммы изменения коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжений в исследуемой линии электропередачи (рис. 1).

Как видно из представленных диаграмм, коэффициенты обратной и нулевой последовательностей напряжения, находятся в пределах, установленных государственным стандартом для данных показателей качества. Следова-

но, нагрузка производственных электроприемников, подключённых к данной ЛЭП, не создает искажений качества электрической энергии по коэффициентам обратной и нулевой последовательностям напряжения.

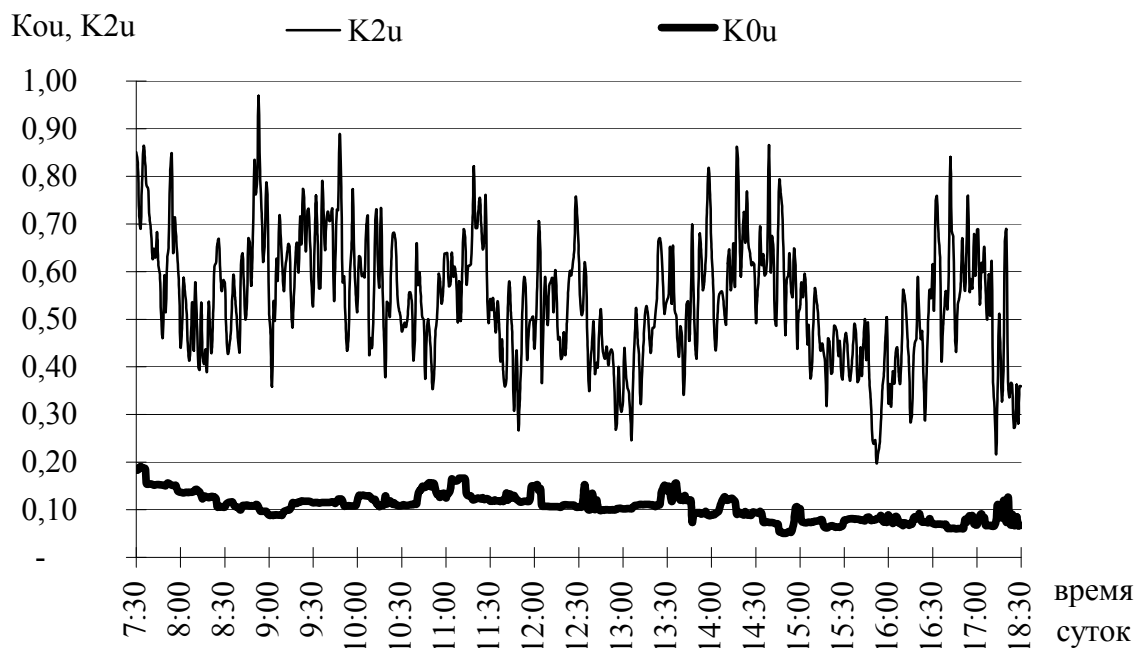


Рисунок 1 - Временные диаграммы изменения коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжения в линии 0,38 кВ.

Вместе с этим, анализ представленной временной диаграммы изменения коэффициента потерь мощности (рис. 2) показал, что расчётная стоимость потерь электрической энергии на исследуемом участке электрической сети (85378 кВт·ч.) составила 22113 рублей. При этом стоимость потерь от несимметрии токов дополнительно составляет 8950 рублей.

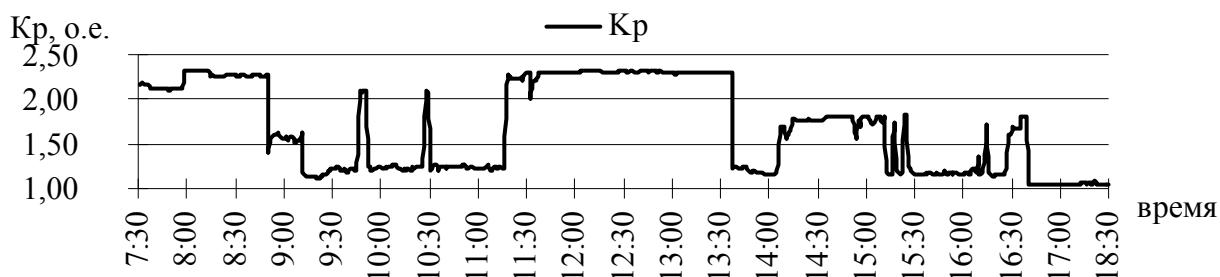


Рисунок 2 - Временная диаграмма изменения коэффициента потерь мощности в линии 0,38 кВ.

Проведённые исследования на трех трансформаторных подстанциях, осуществляющих питание производственной нагрузки по четырем линиям электропередачи, показали:

- искажения качества электрической энергии по напряжениям обратной и нулевой последовательности в данных сетях отсутствуют;
- значения исследуемых коэффициентов обратной и нулевой последовательности напряжения находятся в пределах, установленных ГОСТ 13109-97;
- во всех исследуемых линиях электропередачи установлена значительная несимметрия фазных токов, обусловленная как неравномерным распределением однофазных электроприемников, так и вероятностным характером их коммутаций (особенно в вечернее время суток);
- общее (суммарное) годовое количество дополнительной электрической энергии, необходимое для нормального функционирования электроустановок в исследуемых электрических сетях в условиях объективной несимметрии фазных токов составило – 233029 кВт·час., общей стоимостью 60355 рублей.

Аналогичные исследования, проведенные на ТП питающей коммунально-бытовую нагрузку (рис. 3 – 4) показали:

- уровень несимметрии токов в линии достаточно высок, что определяет значительную стоимость дополнительных потерь электрической энергии, равную 6283 рубля;
- в отличие от производственной нагрузки, не вносящей значительных изменений в качество электрической энергии при определенном уровне несимметрии фазных токов, коэффициенты обратной и нулевой последовательностей напряжения выходят за пределы, установленные государственным стандартом;
- наибольшую опасность для работы коммунального электрооборудования, подключённого к исследуемой ЛЭП, представляет коэффициент нулевой последовательности напряжения, среднее значение которого за период измерения составило почти 4 %. Данное обстоятельство и анализ схемы электропитания посёлка позволяют сделать вывод о необходимости, во-первых, перераспределения однофазных потребителей (жилых домов частного сектора) по фазам электрической сети и, во-вторых, о изменении самой схемы электропитания.

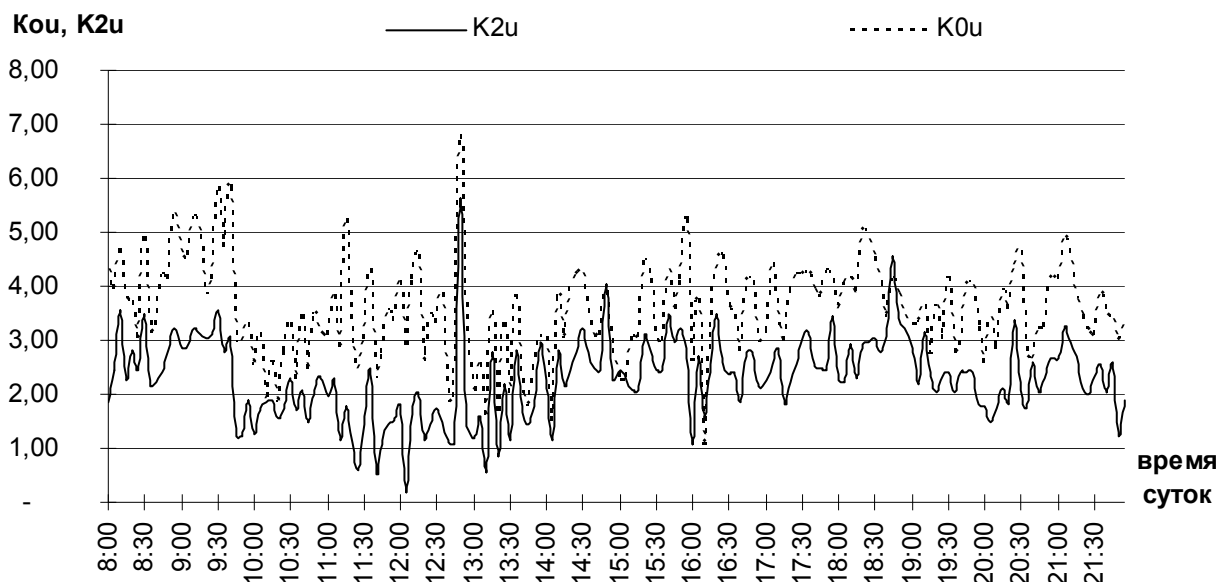


Рисунок 3 - Временные диаграммы изменения коэффициентов обратной и нулевой последовательностей напряжения в линии 0.38 кВ.

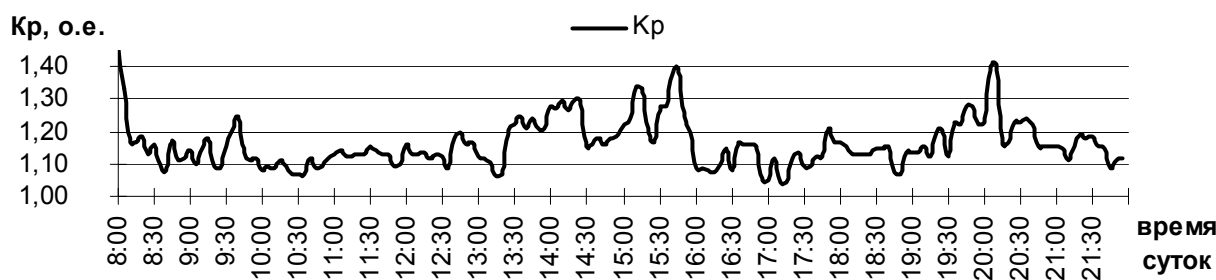


Рисунок 4 - Временная диаграмма изменения коэффициента потерь мощности в линии 0.38 кВ.

Таким образом, проведённый анализ изменения показателей качества и дополнительных потерь мощности, обусловленных несимметрией фазных токов в действующих электрических сетях 0.38 кВ, питающих производственную и коммунально-бытовую нагрузки, позволил обосновать следующие выводы и рекомендации, которые в значительной степени могут повысить эффективность использования электрической энергии:

1. Искажения качества электрической энергии по напряжениям обратной и нулевой последовательности в электрических сетях, питающих производственную нагрузку, отсутствуют. Значения исследуемых коэффициентов обратной и нулевой последовательности напряжения находятся в пределах, установленных ГОСТ 13109-97.

2. Вместе с этим, во всех исследуемых линиях электропередачи, питающих производственную нагрузку, установлена значительная несимметрия фаз-



ных токов, обусловленная как неравномерным распределением однофазных электроприемников, так и вероятностным характером их коммутаций (особенно в вечернее время суток). Инструментальным расчётом установлено, что годовое количество дополнительной электрической энергии, необходимое для нормального функционирования электроустановок в исследуемых электрических сетях, питающих производственную нагрузку, составило – 233029 кВт·час., общей стоимостью 60355 рублей.

3. Для выравнивания нагрузок по фазам ЛЭП необходимо равномерно перераспределить нагрузку по фазам. Это позволит снизить уровень несимметрии токов в ЛЭП, обеспечить симметрирование режима. Вместе с этим, нельзя исключить возможность вероятностной несимметрии токов, определяющей также потоки нулевой последовательности. Разработка и установка технического средства симметрирования в узле нагрузок (на вводе в здание) позволила бы полностью минимизировать уровень несимметрии токов в исследуемых линиях. Для этой цели, после осуществления перераспределения нагрузок по фазам следует вновь провести аналогичные исследования и рассчитать параметры симметрирующего устройства по факту имеющейся несимметрии токов. В том случае, если не осуществлять перераспределение, можно сразу рассчитать и изготовить симметрирующее устройство на основании полученных исследований.

4. Для линии электропередачи, осуществляющей питание коммунально-бытовой нагрузки, переподключение жилых зданий может оказаться достаточно трудоёмким. Вследствие этого, на наш взгляд, необходимо предусмотреть установку шунто-симметрирующего устройства электромагнитного типа с автоматическим управлением параметрами. Кроме того, анализ схемы распределения электрической энергии по фазам исследуемой сети показал, что имеет смысл несколько изменить конфигурацию отходящей линии электропередачи, обеспечив тем самым улучшение качественного состава напряжения в рассматриваемой сети 0.38 кВ.

*Электрическая энергия, несимметричный режим работы, сеть напряжения 0.38 кВ.*

*Electric power, asymmetric operating mode, 0.38 kV voltage network.*

#### **Литература**

1. Косоухов, Ф.Д. Методы расчета и анализа показателей несимметрии токов и напряжений в сельских распределительных сетях / Ф.Д. Косоухов // Учебное пособие. - Л.: ЛСХИ, 1984. - 42 с.
2. Косоухов, Ф.Д. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях / Ф.Д. Косоухов, И.В. Наумов – Иркутск: ИрГСХА, 2003. – 259 с.

UDK 621.316

Summary

**THE STUDY OF ADDITIONAL LOSSES OF POWER AND QUALITY  
OF ELECTRICAL ENERGY IN RURAL DISTRIBUTIVE NETWORKS WITH 0.38 Kv  
VOLTAGE**

**I.V. Naumov, S.V. Podiyatchikh, D.A. Ivanov**

The study of electric power quality and additional losses of power, conditional by unbalanced mode of operation in the network with 0.38 kV voltage. According to the data of measurements and the results of calculations there are conclusions and recommendations for raising efficiency of electrical energy utilization.

УДК 621.313

**УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ РАБОТЫ АСИНХРОННОГО  
ДВИГАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ НЕСИММЕТРИИ НАПРЯЖЕНИЙ  
ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ**

**И.В. Наумов, Д.А. Шпак, Д.А. Иванов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики

Работа асинхронного двигателя (АД) при искажении симметрии напряжений питающей сети не может быть отнесена к номинальному режиму. Система напряжений, приложенная к статорной обмотке АД в таких условиях, содержит составляющие прямой и обратной последовательностей. Рабочие характеристики АД при этом в значительной степени ухудшаются. Для симметрирования режимов работы сети 0.38 кВ и повышения эффективности функционирования трехфазного электропривода нами предлагается использовать специальное симметрирующее устройство (СУ), обеспечивающее минимизацию составляющих обратной последовательности тока и напряжения. Также предлагается снабдить устройство блоком защитного отключения при критичных параметрах несимметрии или обрыве фаз.

В сельском хозяйстве и промышленности в качестве электропривода большинства машин применяется трехфазный асинхронный двигатель (АД) с короткозамкнутым ротором. Срок службы таких двигателей без капитального ремонта при правильной эксплуатации, т. е. при номинальных параметрах, указанных в паспорте АД, достигает 15 - 20 лет. Однако на практике наблюдается значительное нарушение условий нормальной эксплуатации АД. Одной из причин снижения эксплуатационной надежности АД является несимметрия напряжений питающей сети. Данная проблема является весьма актуальной для сельских распределительных сетей [2].

Несимметричные режимы работы питающей сети приводят к возникновению в статорных обмотках АД токов обратной последовательности, которые создают магнитное поле обратной последовательности. Таким образом, на ротор АД действует результирующий вращающий момент

$$M = M_1 + M_2 = \left( m_1 I_{21}'^2 \frac{r_2'}{s} - m_1 I_{22}'^2 \frac{r_2'}{2-s} \right) \cdot \frac{p}{\omega_1}$$

где:  $M_1$  – вращающий момент прямой последовательности;  $M_2$  – вращающий момент обратной последовательности;  $m_1$  – число фаз;  $I_{21}'$  – ток прямой последовательности во вторичной обмотке;  $I_{22}'$  – ток обратной последовательности во вторичной обмотке;  $r_2'$  – приведённое активное сопротивление фазы обмотки ротора;  $p$  – число пар полюсов;  $\omega_1$  – угловая скорость;  $s$  – скольжение.

Необходимо отметить, что, кроме моментов  $M_1$  и  $M_2$ , в результате взаимодействия тока обратной последовательности ротора с прямым полем и взаимодействия тока прямой последовательности ротора с обратным полем, возникают добавочные составляющие вращающего момента. Эти добавочные моменты пульсируют с большой частотой и средняя величина их близка к нулю. Поэтому они практически не оказывают влияния на движение ротора. Вместе с тем, в результате взаимодействия прямых и обратных полей, возникают вибрационные радиальные силы, равные удвоенной частоте  $2f_1$  [1].

Под влиянием токов обратной последовательности результирующий момент двигателя  $M$  снижается, скольжение, при том же моменте сопротивления на валу  $M_{ст.}$ , увеличивается и, следовательно, увеличиваются потери и нагрев машины, снижается к.п.д., увеличивается время пуска, вращающееся магнитное поле из кругового превращается в эллиптическое, что приводит к радиальным вибрациям и разрушениям подшипников и обмоток. Из сказанного следует, что наличие токов обратной последовательности ухудшает условия работы АД, поэтому искажение симметрии системы питающих напряжений нежелательно.

Для оценки процессов, происходящих в двигателе при его работе в условиях несимметрии напряжений использовалась имитационная модель в системе *MATLAB* с расширением *Simulink* (рис. 1).

Были получены и проанализированы рабочие характеристики АД при симметричной и несимметричной системах напряжения. В качестве примера на рисунке 2 представлена динамическая механическая характеристика АД

при симметричной (а) и несимметричной (б) системе напряжений питающей сети.

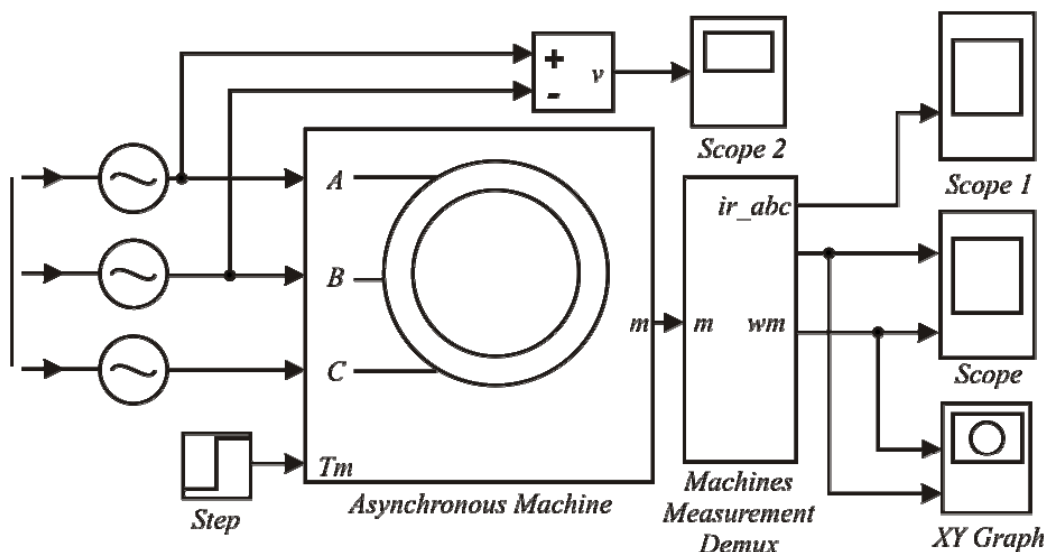
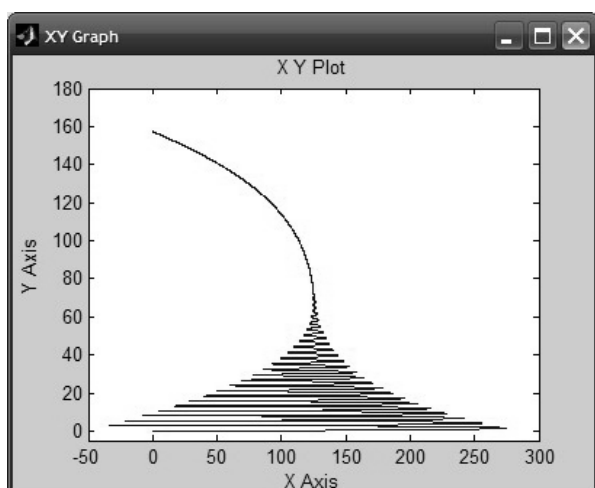
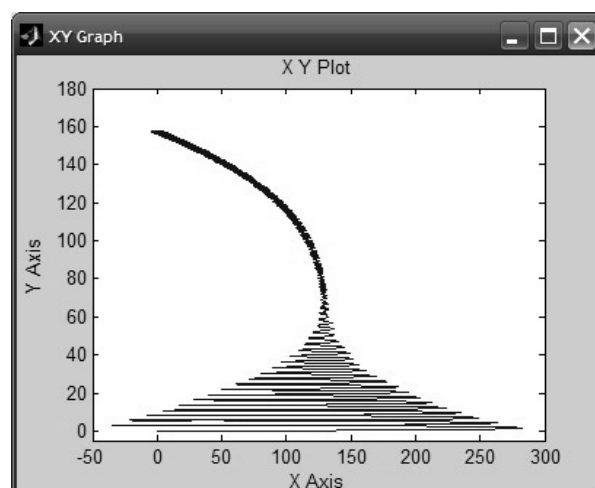


Рисунок 1 - Имитационная модель АД в системе *MATLAB*.



а)



б)

Рисунок 2 - Динамическая механическая характеристика АД

- а) при симметричном питающем напряжении;  
б) при несимметричном питающем напряжении.

Для защиты двигателя от аварийных режимов применяют различную релейную защиту: тепловую, токовую, температурную, фильтровую и комбинированную. Многолетний опыт эксплуатации АД показал, что большинство существующих защит не обеспечивал безаварийную работу. Так, например, тепловые реле рассчитывают на длительную перегрузку 25 - 30 % от номинальной. Но чаще всего они срабатывают при обрыве одной фазы при нагрузке

60 % от номинальной [3]. При меньшей нагрузке реле не срабатывает и АД продолжает работать на двух фазах и выходит из строя в результате перегрева изоляции обмоток. Правильный выбор защитного устройства – это важный фактор в обеспечении безопасной эксплуатации АД.

В процессе совершенствования автоматических выключателей для защиты двигателей зарубежные производители ввели в них микропроцессорные (МП) расцепители, выполняющие функции защиты от внутренних повреждений, перегрузки и от обрыва фазы. Однако, с появлением электронных МП расцепителей практически не произошло совершенствование защиты двигателей от несимметричных режимов по току по сравнению с максимальными тепловыми расцепителями с ускоренным срабатыванием при обрыве фазы. Технические характеристики электронных МП расцепителей в части функций перегрузки и реагирования на несимметричный режим обрыва фазы повторяют характеристики тепловых реле и соответствуют стандарту *МЭК 60947-4-1*[3]. Они реагируют на “чистый” обрыв фазы или, в лучшем случае, срабатывают, когда ток в одной или двух фазах становится ниже 40 % от уставки по току защиты от перегрузки и остается на таком уровне несколько секунд.

Таким образом, существующие устройства срабатывают лишь на границе критичных условий и направлены исключительно на защитное отключение, не компенсируя несимметрию токов и напряжений. Преждевременное или позднее срабатывание таких устройств, при их неверной настройке может оказать негативное влияние на весь технологический процесс.

Проведёнными исследованиями установлено [2], что наиболее эффективным способом снижения несимметрии токов являются симметрирующие устройства (СУ). В тоже время остается актуальной и возможность срабатывания защитного отключения при достижении уровня несимметрии критических значений или обрыве фаз. Предлагается устройство, совмещающее в себе функции симметрирующего и отключающего (рис. 3).

Логика работы блока защиты и управления приведена на рисунке 4. Для упрощения на рисунке показан один входной сигнал. Фактически входной сигнал состоит из трех составляющих междуфазных напряжений создаваемых с помощью трансформаторов 380/5 В. Напряжение 5 В также можно использовать в качестве питания блока логики. Либо возможно использование отдельного источника питания.

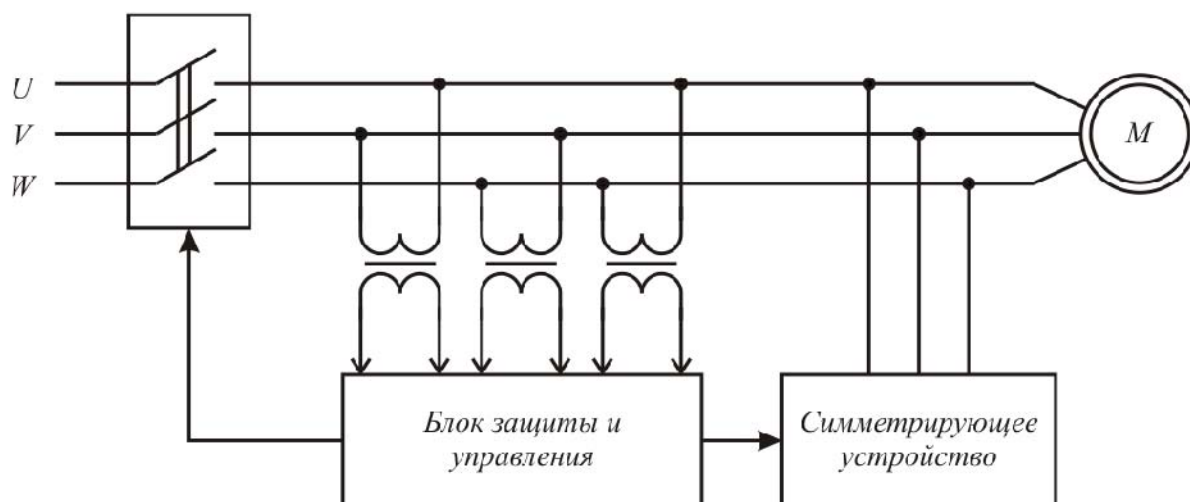


Рисунок 3 - Блок-схема устройства защиты и компенсации несимметричных режимов работы двигателя.

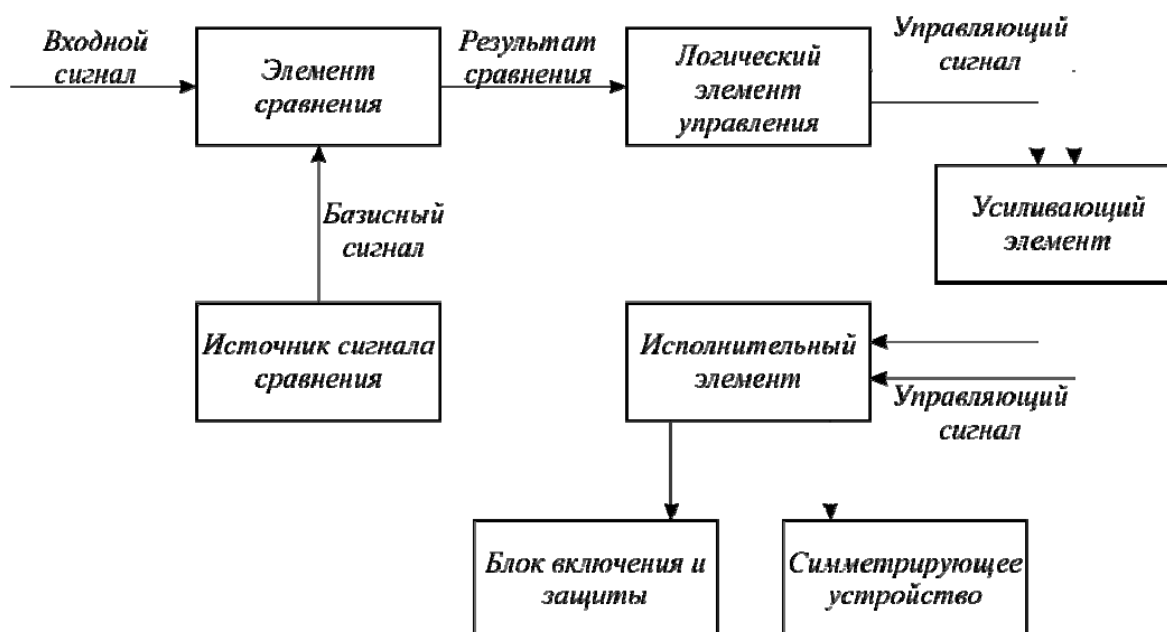


Рисунок 4 - Схема логики блока защиты и управления.

При включении двигателя в сеть, информация о напряжении через понижающие трансформаторы поступает в блок защиты и управления, где происходит его сравнение с базисным сигналом. Блок защиты и управления отстроен таким образом, что при возникновении “нормально допустимых” отклонений питающего напряжения подключает СУ; при возникновении “критичных” значений или обрыве фазы производит разрыв цепи питания АД. При симметричном напряжении СУ находится в отключенном состоянии.

Предложенное устройство было смоделировано в имитационной модели в системе *MATLAB* (рис. 5).

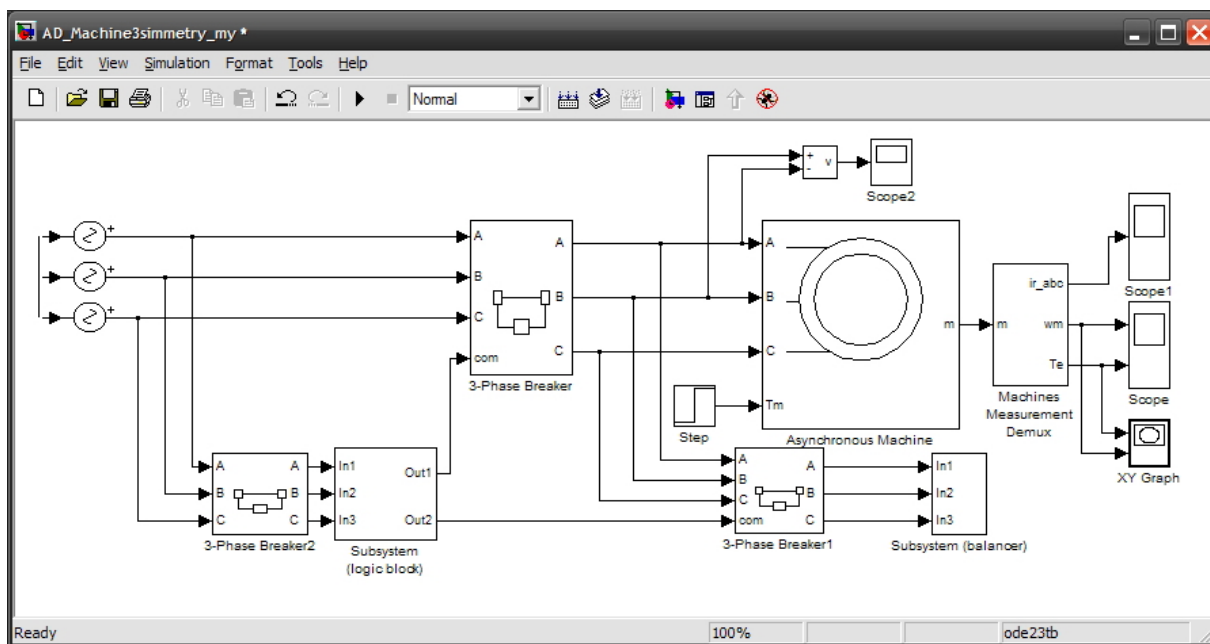


Рисунок 5 - Схема имитационной модели асинхронного электродвигателя с устройством защиты и компенсации несимметрии в системе *MATLAB*.

Предлагаемое устройство позволит более эффективно управлять работой АД при несимметричной системе напряжений питающей сети, в сравнении с имеющимися. Достигаться это будет за счет симметрирования напряжений с возможностью автоматического управления СУ и защитного отключения при достижении уровня несимметрии токов и напряжений выше предельно допустимых или при обрыве фазы.

*Асинхронный двигатель (АД), номинальный режим, трехфазный электропривод, симметрирующее устройство (СУ).*

*Asynchronous engine (AE), nominal mode, 3-phase electric drive, balancing device (BD).*

### Литература

1. Вольдек А.И. Электрические машины / А.И. Вольдек // Учебник для студентов высших техн. заведений. – 3-е изд., перераб. – Л.: Энергия, 1978. – 832 с.
2. Косоухов Ф.Д. Несимметрия напряжений и токов в сельских распределительных сетях / Ф.Д. Косоухов, И.В. Наумов - Иркутск, 2003. – 260 с.
3. Сушко В.А. Защита низковольтных электродвигателей совершенных устройств / В.А.Сушко // Новости Электротехники. – 2005. – № 5 (35) – С. 48.

UDK 621.313

### Summary

## CONTROL OF OPERATING MODES OF ASYNCHRONOUS ENGINE UNDER CONDITIONS OF VOLTAGE ASYMMETRY OF FEEDING NETWORK

I.V. Naumov, D.A. Shpak, D.A. Ivanov

Operation of an asynchronous engine (AE) with symmetry distortion of feeding network voltages cannot relate to nominal mode. The voltage system, applied to the stator winding of AE, in such conditions, contains components of direct and reverse sequences. In this case operating per-

formances of AE significantly worsen. For balancing operating modes of 0.38 kV network and increasing efficiency of the 3-phase electric drive we suggest to use a special balancing device, providing minimization of components of reverse sequences of current and voltage. It is also offered to supply the device with a protective switching-off block at critical parameters of asymmetry or breakage of phases.

УДК 627.793.0.004.67

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА  
ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМИ  
ПОКРЫТИЯМИ В УСЛОВИЯХ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОГО  
АКТИВИРОВАНИЯ**

**В.А. Русанов, Д.М. Рожков, А.В. Бойков, Г.М. Шишкин**

Институт динамики систем теории управления СО РАН  
Восточно-Сибирский институт МВД  
Кафедра управления и надзора в системе обеспечения пожарной безопасности  
Кафедра пожарной тактики и безопасности жизнедеятельности  
Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Факультет механизации сельского хозяйства  
Кафедра ремонта машин и технологии металлов

В статье приведены результаты исследований по выбору рациональных режимов восстановления деталей типа “отверстия” электролитическими покрытиями гальваническим сплавом цинк-железо, в проточном электролите с вращением анода.

Ключевые слова: электролиз, электролитический процесс, гальванические сплавы, динамическая система, структурно-параметрическая идентификация, оптимальный динамический процесс.

Качество и надежность во многом определяют успех научно-технического прогресса на современном этапе. В связи с этим большая задача ложиться на ремонтное производство. Для ее решения необходимо систематически повышать культуру внедрения прогрессивной восстановительной технологии. Показатель качества машины – количественные характеристики свойств: физико-механические, химические, электрические и другие, которые определяют и представляют собой его потребительскую стоимость.

Показатели качества восстановления деталей принято подразделять на три группы: первая характеризует технический уровень; вторая оценивает технологический процесс изготовления или восстановления; третья группа указывает уровень качества достигнутых показателей.

Надежная работа восстановленных машин в значительной мере обусловлена техническим состоянием базисных деталей. Изменение первоначальных



размеров посадочных отверстий под подшипники валов и отклонения от взаиморасположения их осей нарушают точность, а также значительно снижают ресурс всей машины в целом.

Послеремонтный ресурс двигателей и других базисных деталей с невосстановленными точностными параметрами коренных опор составляет 20–30 % ресурса новых агрегатов. Если при этом несоосность коренных опор на длине 100 мм превышает 0.06, то динамическая нагрузка на коленчатый вал увеличивается в 1.8 раз, и интенсивность изнашивания коренных вкладышей – в четыре раза.

В настоящее время в машиностроении и ремонтном производстве используются не только термические сплавы, но и гальванические покрытия сплавами. Более чем за 150-летнюю историю использования электролиза получено и изучено большое количество гальванических покрытий сплавами [1], полученные электролизом водных растворов.

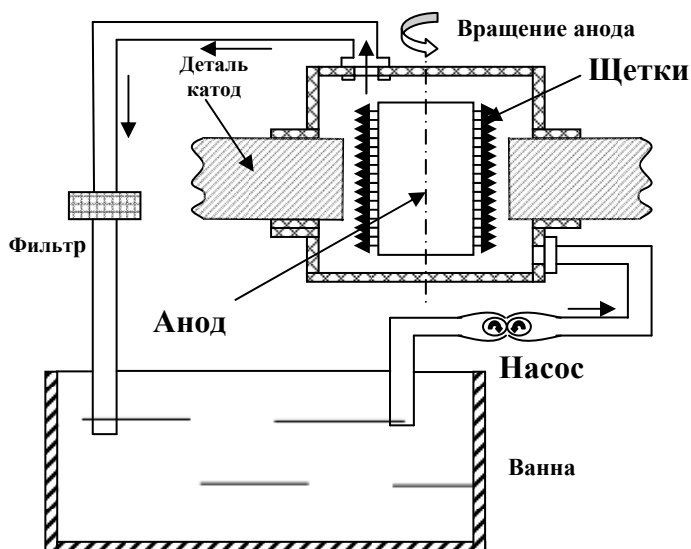
Вопрос получения электролитических сплавов определяется возможностью придать гальваническим покрытиям такие функциональные свойства, которые необходимы для деталей, работающих в различных эксплуатационных условиях. Большой интерес представляет использование для этих целей сплавов из двух или более компонентов, например, сплавы железа, никеля, кобальта, вольфрама, молибдена, цинка, марганца, углерода, которые обеспечивают высокую скорость осаждения и износостойкость сопряжений.

Для совместного выделения на катоде двух или более металлов с образованием соответствующих сплавов необходимо, чтобы потенциалы разряда этих металлов были равны или достаточно близки. Важнейшими факторами, определяющими возможность осаждения металлов и относительное содержание каждого из них в сплаве, являются: величина равновесных потенциалов каждого металла в электролите; катодная поляризация; относительная концентрация ионов, осаждающихся металлов, особенно в катодном слое; перенапряжение водорода на осаждающемся сплаве; режим электролиза (температура, плотность тока, перемешивание электролита, наличие в электролите коллоидов и поверхностно-активных веществ).

Основным условием совместного осаждения двух металлов на катоде является равенство потенциалов разряда их катионов [2]:

$$\varphi_1 + \frac{RT}{z_1 F} \ln C_1 + \eta_1 = \varphi_2 + \frac{RT}{z_2 F} \ln C_2 + \eta_2 = \dots \quad (1)$$

Для установления влияния частоты вращения анода принято значение  $n = 0 \div 100 \text{ об} \cdot \text{мин}^{-1}$ . Установлено, что увеличение числа оборотов от 0 до 10 несущественно влияет на допустимую катодную плотность тока, вследствие слабого размешивания электролита.



**Рисунок 1 - Схема восстановления посадочных мест базисных деталей гальваническими покрытиями в условиях постоянно обновляющегося электролита и вращения анода.**

Увеличение числа оборотов от 10 до 60 позволяет повысить плотность тока до  $D_K=1.30 \text{ А}\cdot\text{см}^{-2}$ . Дальнейшее увеличение оборотов практически не влияет на повышение  $D_K$ .

С увеличением числа оборотов выход по току увеличивается до 0.93. Вследствие интенсивного перемешивания электролита происходит лучшая диффузия  $\text{Fe}^{++}$  и  $\text{Zn}^{++}$  к катоду. Механическое сглаживание поверхности осад-

ка и удаление плёнки газов с поверхности катода значительно активизирует процесс нанесения покрытий, а это повышает выход по току.

При исследовании влияния скорости протекания электролита принята скорость протока электролита  $v = 0 \div 5 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Результаты влияния скорости протекания электролита и частоты вращения анода на основные параметры электролиза представлены на рис. 2.

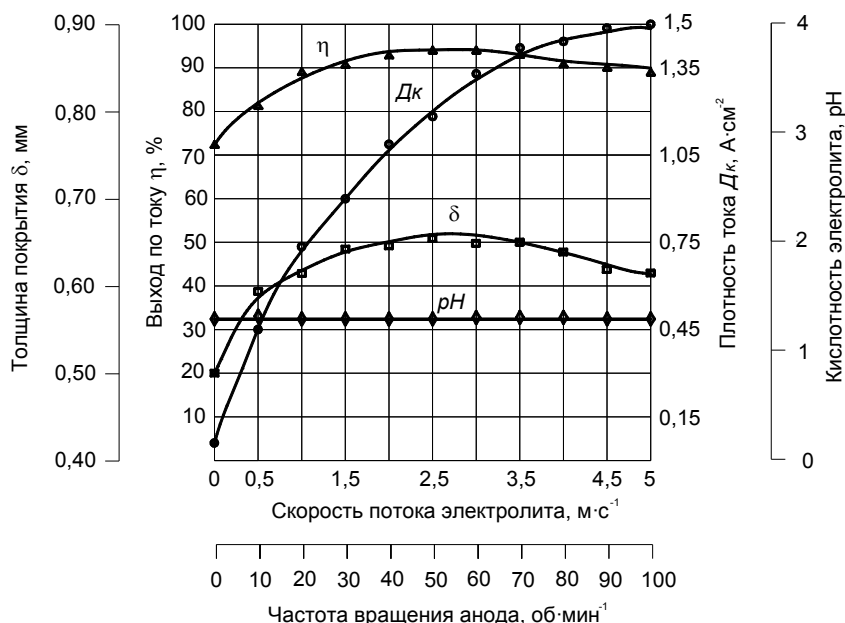


Рисунок 2 - Влияние частоты вращения анода и скорости протекания электролита на выход по току, толщину покрытия, плотность тока и pH электролита.

Поиск дешевых материалов и оптимальных технологических процессов для восстановления изношенных деталей машин в сельском хозяйстве представляет большой теоретико-прикладной интерес. Это связано с тем, что обоснованный цикл восстановления обеспечивает получение изделия со свойствами близкими к свойствам новой детали, а зачастую и превосходящими их. При этом наибольшее признание получили гальванические способы, позволяющие создавать осадки, практически любой толщины в пределах от 0.01 до 1 мм с заданными технологическими и эксплуатационными параметрами в условиях сложных геометрических конфигураций обрабатываемых покрытий. Помимо прочего, в своей основе восстановление деталей является природоохранным и ресурсосберегающим производством.

Из множества способов электролитического осаждения гальванических покрытий наиболее приемлемым для восстановления деталей машин является электроосаждение цинк-железного сплава в условиях вращения анода и об-

новления электролита, а также скорости его потока, поскольку эти способы оказывают наибольшее влияние на качество покрытий, к тому же они просты и доступны в техническом исполнении [11]. В связи с совмещением нескольких физико-химических процессов с нестационарным электролитом и динамичным анодом встают задачи по экспериментальному исследованию и математическому обоснованию структуры модели динамики электролитического процесса (МДЭП), разработке методов идентификации МДЭП-параметров по данным электролиза и, в конечном итоге, построения (на базе МДЭП-уравнений) оптимального [5] режима технологии восстановления.

**1. Постановка задачи апостериорного построения МДЭП.** Концептуально структурно-параметрическое описание МДЭП обуславливается [10] сложной взаимосвязью кинетики химических реакций, гидродинамики и массопередачи в потоке электролита, кинематики пластин электродов, а также влиянием на все эти процессы электрического поля пары “анод-катод”. Многообразие математических способов, которыми можно при апостериорном моделировании определить структуру МДЭП-уравнений, ставит вопрос выбора среди них тех, которые оптимальны с точки зрения некоторого формального критерия, характеризующего определённое структурное качество исследуемой модели. Трудность состоит в том, что на этот вопрос нет однозначного ответа/Выбор той или иной методологической точки зрения зависит не только от физической природы МДЭП-уравнений, но и от того, каким образом заданы ограничения и являются ли данные полными или нет. Кроме того, есть и другие факторы, в частности, связанные с целями (контекстом) моделирования. В силу выше сказанного задачу структурно-параметрической идентификации МДЭП-уравнений лучше исследовать в рамках подходов теории реализации в классе дифференциальных систем с программным управлением. [2, 4]

Для математической формализации структуры МДЭП-уравнений вектор состояния  $x(t) \in R^n$ ,  $t \in T = [0, \tau] \subset R$  электролитического процесса координатно представим его физико-химическими характеристиками, доступными наблюдению (вычислению по экспериментальным данным электролиза):

$$\begin{aligned} x_1(t) & - \text{текущее значение толщины покрытия, мм;} \\ x_2(t) & - \text{текущее значение микротвёрдости покрытия, кг·мм}^{-2}; \end{aligned} \quad (2)$$

В качестве переменных фазового вектора состояния гальванического процесса приняты параметры его физико-химических свойств и не рассматрива-

ются их производные, обусловлено общей диффузионной [10] концепцией МДЭП.

В качестве переменных вектора входных (управляющих) воздействий  $u(t) \in R^m$ ,  $t \in T$  динамики электролиза рассмотрим внешние факторы гальванизации:

$$\begin{aligned} u_1(t) & - \text{текущее значение катодной плотности электротока, } \text{А} \cdot \text{дм}^{-2}; \\ u_2(t) & - \text{текущее значение скорости протока электролита, } \text{м} \cdot \text{с}^{-1}; \end{aligned} \quad (3)$$

Выделим класс линейных непрерывных управляемых систем, описываемых автономным векторно-матричным дифференциальным уравнением

$$dx(t)/dt = Ax(t) + Bu(t), \quad t \in T, \quad (4)$$

где  $x(t) \in R^n$ ,  $A$  –  $(n \times n)$ -матрица,  $B$  –  $(n \times m)$  - матрица, переменные вектора управления  $u(t) \in R^m$  принадлежат классу кусочно-непрерывных функций на  $T$ .

**П о с т а н о в к а** задачи реализации дифференциальной МДЭП: для апостериорного электролитического процесса

$$x(t), u(t) \in R^{n+m}, \quad t \in T \quad (5)$$

определить необходимые и достаточные условия существования дифференциальной модели (4), для которой динамический процесс (5) является ее решением.

Ясно, что данная постановка служит обоснованием выбора для МДЭП структуры *линеаризированной* (относительно стационарного состояния  $x = 0$ ,  $u = 0$ ) автономной дифференциальной модели динамики вектора состояния  $x(t)$  процесса гальванизации с вектором входных воздействий  $u(t)$  на интервале времени  $T$ .

**2. Структурно-параметрическая идентификация МДЭП.** Прежде чем создавать алгоритмы получения “субоптимальных” приближенных апостериорных моделей динамики, представляется разумным построить реализацию точных моделей, поскольку для решения задачи приближенного моделирования необходимо знание тонкого строения уравнений динамики, опирающегося на качественные факты, касающиеся алгебраических и топологических свойств траекторий подобных систем [7]. В отличие от них [7], где дан геометрический анализ задачи реализации, в классе динамических систем (1.3), ее конструктивным решением выступает:

У т в е р ж д е н и е 1. Управляемая динамическая система вида (4) является дифференциальной реализацией для апостериорно заданного электролитического процесса  $(x(t), u(t))$  (5) в том и только том случае, если имеет место

$$(\forall i=1, \dots, n) (\Delta_i(x(t), u(t))=0), \quad (6)$$

при этом матрицы  $A$  и  $B$  данной системы удовлетворяют следующему матричному соотношению

$$[A, B] = \int_T \omega_d(t) [\omega(t)]^* dt \times \left[ \int_T \omega(t) [\omega(t)]^* dt \right]^{-1}; \quad (7)$$

здесь:  $\omega(t) := \text{col}(x_1(t), \dots, x_n(t), u_1(t), \dots, u_m(t)) \in R^{n+m}$ ,  $\omega_d(t) := \text{col}(dx_1(t)/dt, \dots, dx_n(t)/dt) \in R^n$

$$\text{и } \Delta_i(x(t), u(t)) := \det \left[ \int_T \text{col}(dx_i(t)/dt, \omega(t)) [\text{col}(dx_i(t)/dt, \omega(t))]^* dt \right],$$

где  $\text{col}$  – вектор-столбец,  $\det$  – определитель матрицы,  $[t]^*$  – операция транспонирования вектор-столбца.

А н а л и з критерия (6): если для фиксированного (восстановленного по репрезентативным данным гальвано-метрии) процесса (5) имеет место

$$(\exists i=1, \dots, n) (\Delta_i(x(t), u(t)) \neq 0),$$

то либо нарушено условие замкнутости МДЭП-уравнений (число переменных (2), (3) неполно), либо значение  $\| (x(t), u(t)) \|_\infty$  «слишком велико», чтобы не нарушить гипотезу линейной структуры МДЭП;  $\|t\|_\infty$  – норма в  $L_\infty(T, R^{n+m})$  [5].

Такой структурный анализ МДЭП конструктивен лишь для модельных примеров. В практических задачах вместо (6) необходимо проверять критерий  $\delta_i(x(t), u(t)) := \Delta_i(x(t), u(t)) / (\| (x(t), u(t)) \|_\infty)^{2(n+m+1)} \leq k_i$ ,  $(i=1, \dots, n)$ , где вектор  $k = \text{col}(k_1, \dots, k_n)$  задает точность структурного моделирования; ясно, что  $\delta_i(\alpha x(t), \alpha u(t)) = \delta_i(x(t), u(t))$ ,  $\alpha \in R$ .

А н а л и з формулы (7):  $\det \left[ \int_T \omega(t) [\omega(t)]^* dt \right] \neq 0$  – условие параметрической идентифицируемости МДЭП-уравнений. Оно определяет репрезентативный выбор (в процессе идентификации) функционального семейства “входных воздействий”  $\{u_j(t): u_j(t) \in L_2(T), j=1, \dots, m\}$ , где  $L_2(T)$  – пространство вещественных функций на  $T$ , суммируемых с квадратом. В терминах теоремы 2 [7] данное условие характеризуется геометрией этого семейства в пространстве  $L_2(T)$ , а именно:

$$\dim \text{Span} \{u_j(t): u_j(t) \in L_2(T), j=1, \dots, m\} = m,$$

при этом конструктивная проверка последнего равенства легко осуществима, например, с помощью процедуры ортогонализации Грама-Шмидта в  $L_2(T)$  [10].

Можно показать, что в условиях приближенного моделирования (квази-линейная структура МДЭП) равенство (7) – решение параметрической оптимизации

$$\min \int_T (\|dx(t)/dt - Ax(t) - Bu(t)\|_{R^n})^2 dt; \quad \|\cdot\|_{R^n} - \text{евклидова норма в } R^n.$$

**3. Программная среда “РЕДИМ”. Анализ результатов моделирования.** Для решения означенного выше круга задач апостериорного моделирования динамики гальвано-процесса был использован разработанный в ИДСТУ СО РАН программный комплекс “РЕДИМ” (реализация динамической модели – рис. 3), при этом в качестве экспериментальной базы выступала серия натуральных экспериментов по восстановлению коренной опоры блока цилиндров двигателя. Проектирование данной программной среды проводилось в предположении, что на неё будут возложены две основные методологические цели проведения компьютерного моделирования:

- математическое обеспечение, воспроизводящее слабоструктурированные динамические свойства, должно моделировать на компьютере как порождение оперативных логико-динамических сценариев для различных предположений относительно внутренней и внешней физической среды моделируемого процесса;

- открытие полезных физико-математических свойств, присущих динамике исследуемого объекта, а также эмпирическая проверка выдвинутых относительно этой динамики гипотез и предположений.

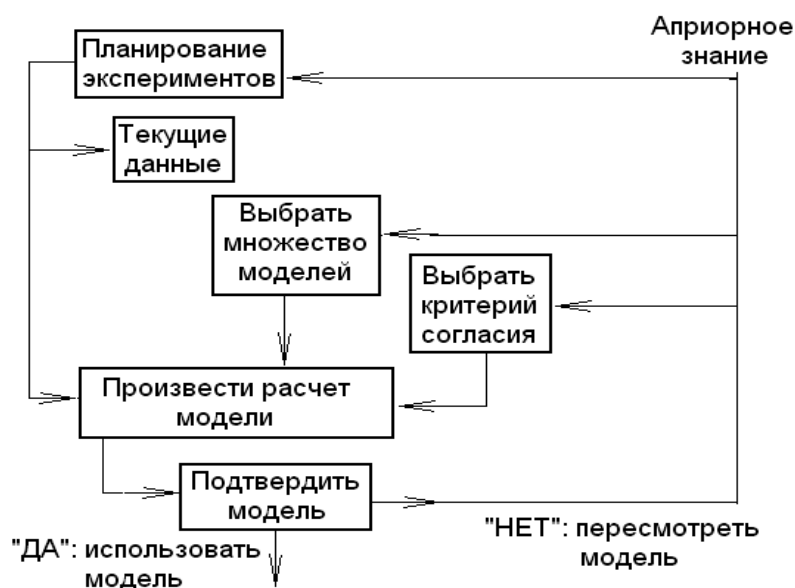


Рисунок 3 - Схема принятия решений в пакете “РЕДИМ”.

Библиотека проблемных модулей в “РЕДИМ” представляет возможности:

- обработка экспериментальных данных (интерполяция вектора состояния динамической модели средствами сплайн-аппроксимации);
- структурная идентификация модели динамики исследуемого объекта в классе автономных квазилинейных дифференциальных уравнений (критерий (6));
- параметрическая идентификация автономных квазилинейных дифференциальных уравнений состояния моделируемого объекта (алгоритм (7));
- анализ адекватности идентифицированной модели динамики и прогнозирование исследуемого физического процесса на основе численного интегрирования его дифференциальных уравнений состояния.

Анализ критерия (6) в среде “РЕДИМ” показал, что репрезентативная структура переменных МДЭП (2), (3) для гальванического процесса с управляемыми режимами обновления цинк ( $Zn$ ) - железного ( $Fe$ ) электролита и вращения анода имеет вид:

- $x_1(t)$  – текущее значение толщины покрытия, мм;
- $x_2(t)$  – текущее значение микротвёрдости покрытия, кг·мм<sup>-2</sup>;
- $x_3(t)$  – текущее содержание Fe в покрытии, %;
- $x_4(t)$  – текущее значение хрупкости покрытия;
- $u_1(t)$  – текущее значение катодной плотности электротока, А·см<sup>-2</sup>;
- $u_2(t)$  – текущее значение скорости протока электролита, м·с<sup>-1</sup>;
- $u_3(t)$  – текущее значение частоты вращения анода, об·мин<sup>-1</sup>;
- $u_4(t)$  – текущее значение кислотности электролита;
- $u_5(t)$  – текущее значение соотношения  $FeSO_4 / ZnSO_4$  %.

Результат параметрической идентификации (7) дифференциальных уравнений МДЭП при восстановлении [11] коренной опоры блока цилиндров двигателя:

$$\begin{aligned}
 dx_1(t)/dt &= -0.0207x_1(t) + 0.0011x_2(t) - 0.0033x_3(t) - 0.0017x_4(t) + \\
 &+ 0.0955u_1(t) + 0.0453u_2(t) - 0.0039u_3(t) - 0.0124u_4(t) + 0.0192u_5(t), \\
 dx_2(t)/dt &= -0.2605x_1(t) - 0.0259x_2(t) + 0.1028x_3(t) - 0.0204x_4(t) - \\
 &- 7.658u_1(t) - 15.2468u_2(t) + 0.9402u_3(t) + 1.3282u_4(t) - 0.9613u_5(t), \\
 dx_3(t)/dt &= 0.0289x_1(t) - 0.0033x_2(t) + 0.0107x_3(t) + 0.0011x_4(t) - \\
 &- 0.8368u_1(t) - 2.0469u_2(t) + 0.121u_3(t) + 0.1055u_4(t) - 0.2113u_5(t),
 \end{aligned} \tag{8}$$



$$\begin{aligned} dx_4(t)/dt = & -0.1013x_1(t) + 0.001x_2(t) + 0.0127x_3(t) - 0.023x_4(t) + \\ & + 1.9518u_1(t) + 1.4397u_2(t) - 0.108u_3(t) + 0.2087u_4(t) + 0.0301u_5(t) \end{aligned}$$

На рисунках 4 - 7 приведены экспериментальные данные гальвано-процесса и результат его имитационного моделирования (в среде “РЕДИМ”) на основе численного интегрирования идентифицированных МДЭП-уравнений – (8).

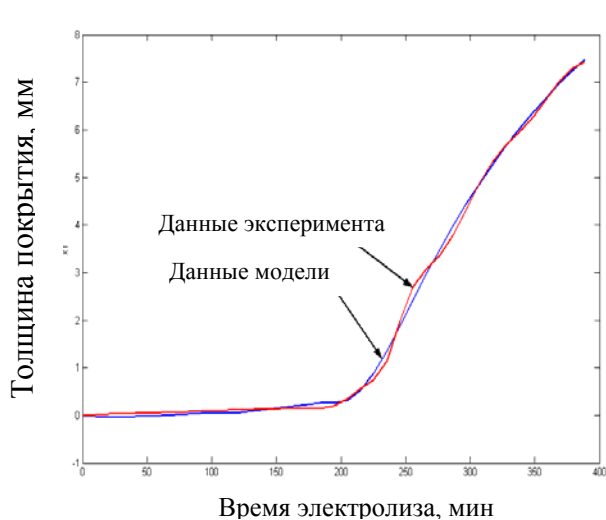


Рисунок 4 - Моделирование процесса изменения толщины покрытия –  $x_1(t)$ .

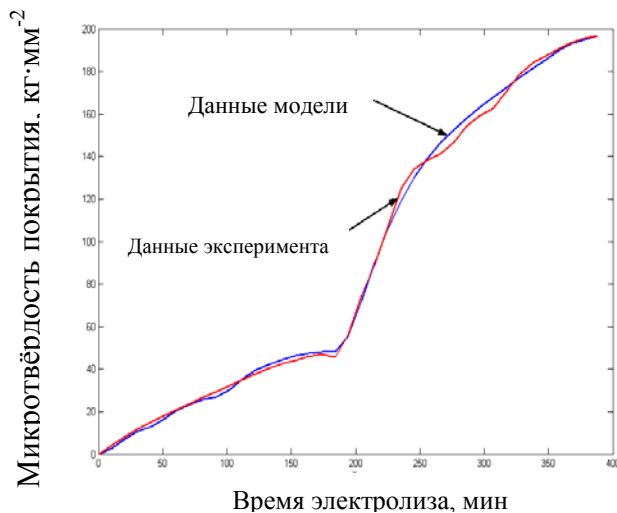


Рисунок 5 - Моделирование процесса изменения микротвёрдости покрытия –  $x_2(t)$ .

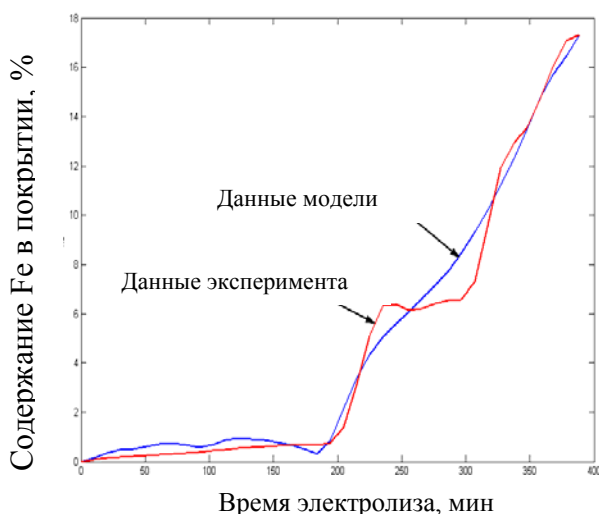


Рисунок 6 - Моделирование процесса изменения содержания Fe в покрытии –  $x_3(t)$ .

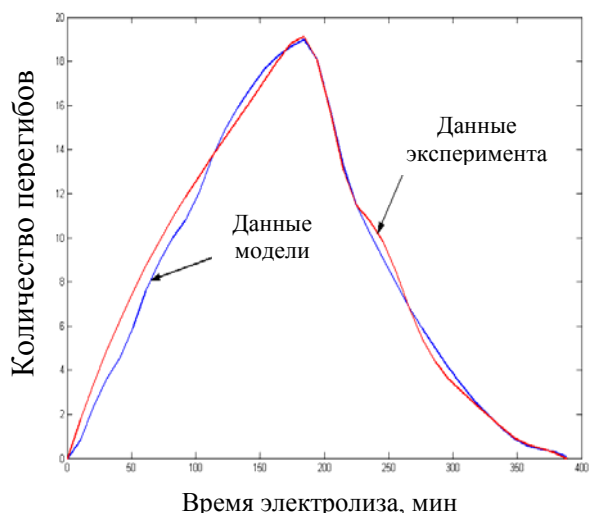


Рисунок 7 - Моделирование процесса изменения хрупкости покрытия –  $x_4(t)$ .

**4. Построение оптимального режима нанесения гальванических покрытий на базе МДЭП.** Предложенные выше МДЭП-уравнения можно использовать при расчете оптимального режима электролитического процесса (ОРЭП) для ресурсосберегающей технологии гальванического восстановления

покрытием на основе цинк-железного сплава в условиях обновляющегося электролита и динамичного анода. При этом под ОРЭП будем понимать процесс восстановления, обеспечивающий, с одной стороны, заданные показатели качества гальванических покрытия, а с другой (одновременно), минимизацию энергетических и материальных затрат на его реализацию.

**П о с т а н о в к а** задачи ОРЭП: для дифференциальной системы (5) с параметрами (7) построить вектор-функцию управляющих воздействий  $u_{onm}(t)$ ,  $t \in T = [0, \tau]$ , удовлетворяющую критерию минимума энерго-материальных затрат

$$\min J(u) := \int_T (u_1^2(t) + u_2^2(t) + \dots + u_m^2(t)) dt, \quad (9)$$

обеспечивающую начально-краевые условия электролитического процесса

$$x(0) = x_0, \quad x(\tau) = x_T,$$

где  $x_0$  и  $x_T$  – соответственно, исходные (начальные) и требуемые (конечные) параметры покрытия (показатели его качества), при ограничениях

$$x_i(t) \geq 0, \quad (i=1, \dots, n), \quad u_j(t) \geq 0, \quad (j=2, \dots, m),$$

а данные ограничения отражают физико-химическую природу ОРЭП.

Рассматриваемая ОРЭП-Технология относится к классу линейных задач оптимального управления при квадратичном (по управлению) функционале со сложными и многообразными ограничениями пространственно-фазового и терминального типа, а также ограничениями на управляющие воздействия. Для ее численного решения был использован разработанный в ИДСТУ СО РАН программный комплекс по оптимизации, включающий в себя разнообразные методы градиентного типа и методы улучшения, основанные на достаточных условиях оптимальности Кротова. Более подробно эти методы и программная система описаны в [6]. Учитывая сложную структуру задачи ОРЭП, она решалась в несколько этапов.

Сначала ставилась задача минимизации штрафного функционала:

$$I(x) = \sum_{i=1}^n s_i^t \int_T (\max(0, -x_i))^2 dt + \sum_{i=1}^n s_i^{\tau} (x_i(\tau) - x_T)^2,$$

что позволило получить траекторию, для которой выполнялись фазовые ограничения; здесь  $s_i^t$ ,  $s_i^{\tau}$  – штрафные коэффициенты с значениями из полуинтервала (0.1). Затем, увеличивая значения штрафных коэффициентов для терминальных ограничений, удалось добиться приближенного выполнения ограничений в конечный момент времени. На заключительном этапе минимизировал-

ся суммарный функционал  $s_0 J(u) + (1 - s_0) I(x)$ , что по существу позволило уточнить приближенно-оптимальное управление. Резюмируя моделирование ОРЭП в целом, отметим, что на его первых этапах применялись методы градиентного типа, на последнем – методы второго порядка. Результаты расчетов представлены на рисунках 8 - 11.

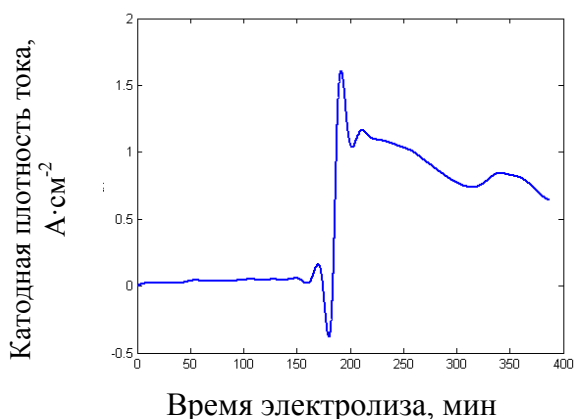


Рисунок 8 - Оптимальная программа выбора катодной плотности электротока –  $u_{1onm}(t)$ .

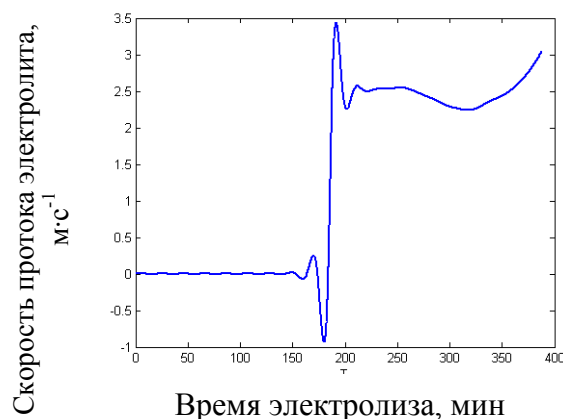


Рисунок 9 - Оптимальная программа выбора скорости протока электролита –  $u_{2onm}(t)$ .

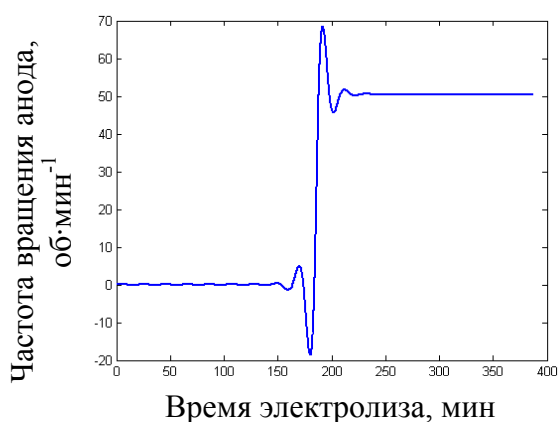


Рисунок 10 - Оптимальная программа выбора частоты вращения анода –  $u_{3onm}(t)$ .

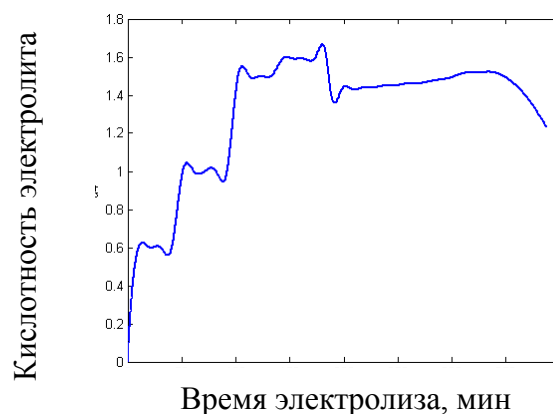


Рисунок 11 - Оптимальная программа выбора кислотности электролита –  $u_{4onm}(t)$ .

Результат численного моделирования показал, что ОРЭП-Технология для нестационарного режима восстановления гальваническими цинк-железными покрытиями (рис. 8 - 11) позволяет осуществить экономию (ресурсосбережение, выраженное через функционал затрат (9) относительно МДЭП-Технологии (рис. 2 - 6) на 50 %.

**Заключение.** В данной статье в целях комплексного исследования апостериорной математической модели процесса электроосаждения цинк-

железного сплава в условиях управляемых режимов обновления электролита и вращения анода привлечён аппарат теории реализации динамических систем в классе линейных автономных дифференциальных уравнений с программным управлением. В рамках этой теории определена репрезентативная дифференциальная модель управляемой динамики процесса гальванизации. Установлено хорошее совпадение этой модели с экспериментальными данными; здесь стоит отметить, что (в перспективе) “креативный” поиск математической структуры МДЭП-уравнений можно автоматизировать (усилить алгоритмическое наполнение программной среды “РЕДИМ”) математическими методами интеллектуального управления [1].

Поставлена и исследована задача оптимизации режима гальванического процесса, сберегающего энергетические и материальные затраты. В терминах этой задачи для различных вариантов граничных условий электролиза разработана алгоритмическая ОРЭП-Технология оптимизации нестационарного электролитического процесса, представляющая цепь конечных формул. На основе ОРЭП-Технологии определены режимы нанесения гальванических цинк-железных покрытий при восстановлении коренных опор блока цилиндров, и представлена структурная схема процесса на рис. 12.

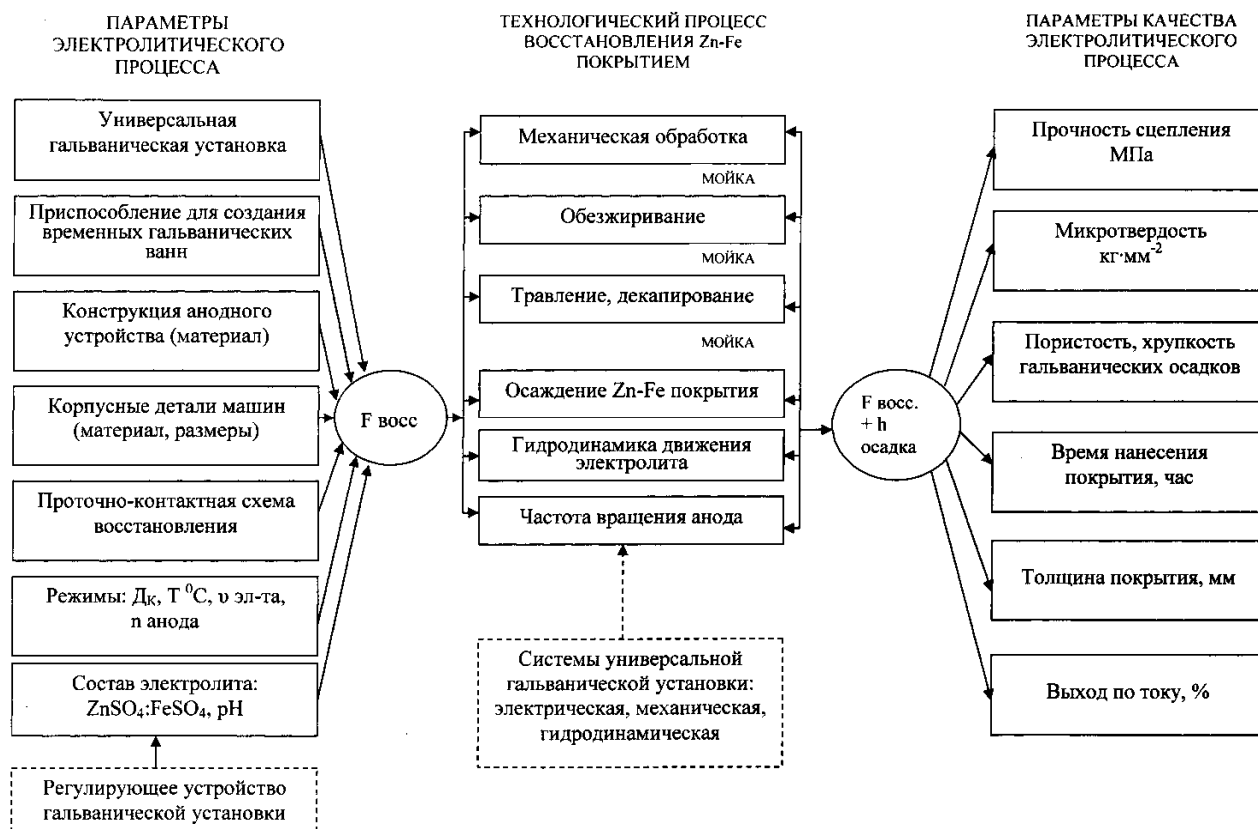


Рисунок 12 - Структурная схема электролитического восстановления посадочных мест корпусных деталей машин гальваническими цинк-железными покрытиями.

Доказательство утверждения 1.

Процесс  $(x_1(t), \dots, x_n(t), u_1(t), \dots, u_m(t)) \in R^{n+m}$ ,  $t \in T$  имеет реализацию в классе дифференциальных систем (4) в том и только том случае, если выполнены условия

$$dx_i(t)/dt \in \text{Span}\{x_i(t), u_j(t) \in L_2(T): i=1, \dots, n; j=1, \dots, m\}, \quad \forall i=1, \dots, n. \quad (10)$$

С другой стороны, принимая во внимание включения  $dx_1(t)/dt, \dots, dx_n(t)/dt \in L_2(T)$  и тот факт, что  $L_2(T)$  – унитарное пространство [10, с. 161], приходим к заключению, что алгебраическая характеристика условий (10) на языке определителей типа Грама, в силу теоремы 1 [8], имеет вид (6).

Таким образом, используя апостериорную модель и её динамику определены оптимальные режимы технологии восстановления гальваническими покрытиями на основе Zn-Fe сплава посадочных мест корпусных деталей машин.

Для обеспечения качества восстановления изношенных посадочных мест рекомендуется следующий состав электролита и режим электролиза:

1. Сульфат цинка 200 г·л<sup>-1</sup>; 2. Сульфат железа 100 г·л<sup>-1</sup>;
3. Сульфат аммония 85 г·л<sup>-1</sup>;
4. Борная кислота 15 г·л<sup>-1</sup>;
5. Лимонная кислота 1,5 г·л<sup>-1</sup>;
6. Температура электролита 60÷70 °С;
7. Катодная плотность тока 20÷100 А·см<sup>-2</sup>;
8. Частота вращения анода 40÷50 об·мин<sup>-1</sup>;
9. Скорость протекания электролита 2÷2,5 м·с<sup>-1</sup>;
10. Кислотность электролита 1,5÷1,7;
11. Анод цинковый, растворимый.

Пониженную плотность тока необходимо применять для деталей с большими износами (более 0.5 ÷ 0.8 мм.), а для небольших износов (0.1 ÷ 0.5 мм) рекомендуется оптимальная плотность тока.

Отличие гальванических сплавов от термических обуславливает их специфические свойства. Гальванические сплавы, несмотря на некоторые сложности в технологии их получения, находят всё большее применение в промышленности. С целью экономии никеля используют коррозионно-устойчивые сплавы никеля с железом и цинка с никелем. Сплавы на основе олова широко применяются в радиоэлектронике, для которой качество пайки имеет важное значение.

Перспективы использования гальванических сплавов так же как и возможность их получения при различном сочетании компонентов, безграничны и ещё не в полной мере реализованы.

*Рациональные режимы, восстановление, тип “отверстие”, гальванический сплав цинк-железо.*

*Rational regimes, restoration, “hole”-type, galvanic alloy “zinc-iron”.*

### Литература

1. Батурин В.А. Приближенные методы оптимального управления, основанные на принципе расширения / В.А. Батурин, Д.Е. Урбанович – Новосибирск: Наука, 1997. - 180 с.
2. Варга Дж. Оптимальное управление дифференциальными и функциональными уравнениями / Варга Дж. – М.: Наука, 1977. - 234 с.
3. Васильев С.Н. Интеллектуальное управление динамическими системами / С.Н. Васильев, А.К. Жерлов, Е.А. Федосов, Б.Е. Федунцов – М.: Физматлит, 2000. - 278 с.
4. Владимиров В.С. Уравнения математической физики / В.С. Владимиров – М.: Наука, 1981. - 123 с.
5. Гантмахер Ф. Р. Теория матриц / Ф. Р. Гантмахер. – М.: Наука, 1988. - 330 с.
6. Данеев А.В. Геометрические характеристики свойств существования конечномерных (А,В)-моделей в задачах структурно-параметрической идентификации / А.В. Данеев, В.А. Русанов // Автоматика и телемеханика. 1999. - № 1. – С. 3 - 8.
7. Калман Р. Очерки по математической теории систем / Р. Калман, П. Фалб, М. Арбиб – М.: Мир, 1971. - 140 с.
8. Канторович Л.В. Функциональный анализ / Л.В. Канторович, Г.П. Акилов – М.: Наука, 1977. - 145 с.
9. Ревякин В.П. Восстановление деталей электронатирием / В.П. Ревякин, В.В. Шеффер – Тюмень: ТИИ, 1972. - 112 с.
10. Скорчелетти В.В. Теоретическая электрохимия / В.В. Скорчелетти – Л: Госхимиздат, 1959. - 145 с.
11. Теория систем. Математические методы и моделирование / Под ред. А.Н. Колмогорова и С.П. Новикова. – М.: Мир, 1989. - 320 с.

UDK 627.793.0.004.67

### Summary

#### TECHNOLOGICAL MAINTENANCE OF MACHINE PARTS QUALITY OF RESTORATION WITH GALVANIC COVERINGS IN CONDITIONS OF HYDROMECHANICAL ACTIVATION

V.A. Rusanov, D.M. Rozhkov, A.V. Boykov, G.M. Shishkin

The new technological approach to construction durability of technology of restoration of details of agricultural machinery is offered by galvanic alloys on the basis of structural - parametrical identification of the equations of dynamics of non-stationary electrolit. The numerical method of the decision of a task in view is developed.

УДК 621.3113.31

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН**

**А.М. Синельников, В.В. Боннет**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электрификации сельского хозяйства

В статье приводятся основные неисправности асинхронных двигателей, методы и средства их диагностирования.

Международный совет по большим электрическим системам (СИГРЭ) считает одной из актуальных мировых проблем электроэнергетики создание информационной базы для диагностики неисправностей электрических машин [3].

В настоящее время Единая концепция диагностирования в энергетике отсутствует. Применяются отдельные методики, которые в основном выполняются на основании анализа показаний контрольно-измерительных приборов при периодических обходах и по результатам испытаний при проведении плановых и внеплановых ремонтов электродвигателей. Относительно большие сроки между испытаниями не позволяют выявлять повреждения на ранней стадии их возникновения, т.е. не могут быть зафиксированы своевременно.

Многочисленные исследования характера повреждений двигателей переменного тока позволили получить следующие статистические данные [2]: повреждения элементов статора – 38 %; повреждения элементов ротора – 10 %; повреждения элементов подшипников – 40 %; другие повреждения – 12 %.

Технические системы диагностирования делятся на две категории. В первой диагностирование осуществляется в текущем времени путем сравнения поведения переменных реального объекта и его математической модели при наличии заранее известного детерминированного соответствия между ними. Во второй используются элементы искусственного интеллекта, среди которых наиболее развиты системы распознавания форм, экспертные системы и сеть искусственных нейронов.

Для обеспечения эффективного контроля текущего состояния электродвигателей в условиях работы, важное значение имеет своевременное распознавание неисправностей с помощью соответствующих информативных диагности-

ческих признаков или параметров. Таковыми для электрической машины, где между главными функциональными узлами (обмотка статора, сердечник, воздушный зазор, ротор, подшипниковые узлы) существуют не только тесные электромагнитные и механические связи, но и имеется взаимозависимость между техническими состояниями этих узлов, в условиях работы могут быть параметры и характеристики электромагнитного, вибрационного, акустического и других процессов функционирования.

Неисправности асинхронного двигателя подразделяют на:

1. Механические: деформация или поломка вала ротора; ослабление крепления сердечника статора к станине; ослабление опрессовки сердечника ротора; выплавление баббита в подшипниках скольжения; разрушение сепаратора, кольца или шарика в подшипниках качения; поломка крыльчатки, отложение пыли и грязи в подвижных элементах и т. д.

Причиной большинства механических неисправностей являются радиальные вибрации из-за асимметрии питающей сети (перекос фаз), механические перегрузки на валу электродвигателя, брак комплектующих элементов или допущенный при сборке. До 10 % всех аварий АД имеют механическое происхождение. При этом 8 % приходится на долю аварий, связанных с асимметрией фаз и только 2 % на аварии, связанные с механическим перегрузом. Доля аварий, связанных с браком, мала, и поэтому ее можно не принимать во внимание при настоящем рассмотрении. Оценка вероятностей возникновения механических аварий отсутствует, большая их часть носит скрытый характер и выявляется только после соответствующих испытаний или разборки двигателя [2].

2. Электрические: сетевые аварии, связанные с авариями в питающей электросети (повышение-понижение напряжения, частоты); токовые аварии, связанные с обрывом проводников в обмотках статора, ротора или кабеля, межвитковым и междуфазным замыканием обмоток, нарушением контактов и разрушением соединений, выполненных пайкой или сваркой; аварии, приводящие к пробое изоляции в результате нагрева, вызванного протеканием токов перегруза или короткого замыкания; аварии, связанные со снижением сопротивления изоляции вследствие ее старения, разрушения или увлажнения.

В таблице приведены возможные неисправности асинхронных двигателей, методы и средства их диагностирования.



**Таблица - Возможные неисправности асинхронных двигателей, методы и средства их диагностирования**

| №  | Возможные неисправности                                     | Диагностический параметр                                                                                                                                                                                                 | Методы диагностирования                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 2                                                           | 3                                                                                                                                                                                                                        | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 1. | Межвитковые и межфазные замыкания в обмотке статора         | Местные нагревы; несимметрия токов в фазах; протекание по обмоткам $I_{к.з.}=(10-100)I_n$ ; высокий уровень шума; увеличение вибрации и т.д.                                                                             | а) внешний осмотр;<br>б) использование датчиков температуры (термопары, термометры сопротивления, терморезисторы и др.);<br>в) метод амперметра - вольтметра<br>г) несимметрия потребляемых из сети токов; д) вибродиагностика                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2. | Нарушение равномерности воздушного зазора (эксцентриситет). | Высокое одностороннее магнитное притяжение; нарушение равномерности распределения токов и напряжений в фазах и катушечных группах статора; появление высших гармоник; дополнительные нагревы; повышение вибрации и шума. | а) Прямой метод контроля, при помощи стальных щупов;<br>б) метод с применением искусственных нейронных сетей;<br>в) метод диагностики эксцентриситета эл. машин основанный на исследовании их электромагнитных процессов в условиях эксплуатации;<br>г) вибродиагностика.                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3. | Асимметрия обмотки ротора (обрыв стержня беличьей клетки)   | Несимметрия токов в фазах, снижение к.п.д. и $\cos \phi$ , появление одноосного эффекта, возникновение вибраций и увеличение шума                                                                                        | Методы, основанные на:<br>а) измерение магнитного потока рассеяния, образующегося вокруг стержней ротора;<br>б) измерение силы тока в статоре в процессе медленного проворачивания ротора при питании обмотки статора пониженным напряжением переменного тока;<br>в) дребезжании стальной тонкой пластинки, поочередно накладываемой на каждый паз выступающей из статора части ротора;<br>г) перемещении двух подковообразных электромагнитов со стержня на стержень по окружности ротора; д) вибродиагностика |
| 4. | Дефекты межвитковой изоляции (увлажнение)                   | Повышенный тепловой износ, сопротивление изоляции, значение коэффициента абсорбции, ток утечки, наличие частичных разрядов                                                                                               | а) прибор контроля влажности;<br>б) контроль изоляции с помощью устройств защитного отключения АСТРО – УЗО, реле утечки РУД – 05УЗ и других на основе дифференциальных трансформаторов тока;<br>в) контроль с применением нелинейного датчика, выполненного в виде встречно – параллельно включенных диодов;<br>г) диагностика изоляции переменным напряжением, т.е. исследование частичных разрядов (ЧР) и определение $tg \delta$<br>д) диагностика изоляции постоянным напряжением (поляризационный метод).  |

| 1  | 2                                                 | 3                                                                                           | 4                                 |
|----|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 5. | Механические повреждения корпуса и вала двигателя | Неравномерность воздушного зазора, случайные касания ротора и статора, повышенная вибрация. | Вибродиагностика, внешний осмотр. |
| 6. | Дефекты подшипников.                              | возникновение вибраций и увеличение шума.                                                   | Внешний осмотр                    |

*Неисправность, асинхронные двигатели, метод, средства, диагностирование.*

*Malfunction, asynchronous engines, method, means, diagnosing.*

#### **Литература**

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин / Г.К. Жерве - Л.: Энергоатомиздат, 1984. – 120 с.
2. Петухов В. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока / В. Петухов // Новости электротехники. 2005. № 2. – С. 13-14.
3. Цветков В.А. О диагностическом обслуживании энергетических агрегатов / В.А. Цветков, Г.А. Уланов // Электрические станции. 1996. № 1. – С. 28-32.

**UDK 621.3113.31**

#### **THE ANALYSIS OF DIAGNOSTIC METHODS OF ELECTRIC MACHINES TROUBLES**

**A.M. Sinelnikov, V.V. Bonnet**

The article considers main malfunctions of asynchronous engines, methods and means of their diagnosing.

**УДК 621.18:681.136.54-52**

#### **ПРЕДСТАВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ПРОГРАММЕ ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА КОТЛА Е-500**

**Э.А. Таиров, В.В. Запов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра электроснабжения и теплоэнергетики

Котел БКЗ-500-140-1 (Е-500), предназначенный для сжигания канско-ачинских углей, является однокорпусным, П-образной компоновки, имеет паропроизводительность 500 т/ч с параметрами пара  $p = 13.7$  МПа и  $t = 560$  °С.

Подсистема технологических защит выявляет нарушения в работе котла.

Реализация подсистем выполнена с использованием разработанной технологии построения иерархических разветвленных сетей узлов обработки данных. Позволяет достаточно малыми усилиями настраивать подсистемы на работу с различными типами котлов.

Котел БКЗ-500-140-1 (Е-500), предназначенный для сжигания канско-ачинских углей, является однокорпусным, П-образной компоновки, имеет паропроизводительность 500 т/ч с параметрами пара  $p = 13.7$  МПа и  $t = 560$  °С.

Большую роль в обеспечении надежности и безаварийности котла играет уровень тренированности персонала. Это о человеко-машинной системе управления сложным оборудованием. В настоящее время в процессе подготовки и обучения эксплуатационного персонала широко используются компьютерные тренажеры для машинистов котлов и энергоблоков в целом.

В данной работе дается описание разработанного для котла Е-500 Красноярской ТЭЦ-2 компьютерного тренажера в части моделирования его системы автоматического управления.

Тренажер состоит из ряда относительно независимых подсистем, независимость которых обеспечивается отсутствием прямых и явных связей между ними. Функционирование подсистем полностью определяется входными данными, а результат работы отражается в наборах выходных данных. Тренажер работает как циклически исполняющаяся система, когда в каждом цикле в определенном порядке отрабатывают все подсистемы. Прохождение одного цикла соответствует продвижению на один шаг в интегрировании уравнений математической модели котла. Относительный порядок срабатывания подсистем определяется готовностью входных данных для конкретной подсистемы. Это единственный тип зависимости между подсистемами во время их выполнения. Кроме того, это критерий, применявшийся при декомпозиции системы на функциональные модули, служащие “кирпичиками” для построения подсистем. В процессе отработки структуры системы функциональность модулей подбиралась так, чтобы каждый модуль входил только в одну подсистему, полученные подсистемы можно было исполнять последовательно как единое целое, и каждая подсистема моделировала соответствующую часть реального оборудования. Моделирующая часть программного комплекса тренажера включает в себя, наряду с моделями объектов основного и вспомогательного оборудования котла, также и модель его системы автоматического управления (САУ). На рис. 1 приведена общая структурная схема тренажера с выделением основных подсистем САУ, остальные же скрыты в интегрированной подсистеме, моделирующей тепловую часть.



Рисунок 1 - Структура программы тренажера.

На рисунке система имеет звездообразную структуру, отражающую цикличность и упорядоченность в исполнении подсистем, образующих ее лучи. В центре находится подсистема измерений, обеспечивающая другие подсистемы всей необходимой информацией. Сюда входит также и организация хранения и доступа к различного рода настроечным параметрам.

**Подсистема автоматического регулирования** включает в себя следующие регуляторы: тепловой нагрузки, общего воздуха (2 шт.), разрежения (2 шт.), температуры аэросмеси за мельницами (4 шт.), уровня в барабане (2 шт.), пускового впрыска (2 шт.), впрыска (4 шт.), рециркуляции газов (2 шт.), регулирующего клапана турбины.

Модели регуляторов в полном объеме выполняют функции штатных аналоговых регуляторов котла, дополняя их такими возможностями, как динамическая подстройка и блокировка исполнительных выходов. Подстройка во время работы требуется, например, регуляторам общего воздуха и разрежения, которые должны выбирать в качестве задания значение одного из нескольких параметров в зависимости от соотношения их значений. В пусковых режимах для исключения “раскачки” регуляторов предусмотрена возможность переключения на различные заранее подобранные коэффициенты в зависимости от заданной оценочной функции, а также полное отключение дифференциального звена ПД – регулятора.

Блокировка исполнительных выходов запрещает перемещение регулирующего органа, если эти перемещения могут ухудшить управление. К таким ситуациям относятся достижение исполнительным механизмом концевых ограничителей и перемещение регулирующего органа в направлении, противоположном направлению перемещения в предыдущем цикле исполнения подсистем тренажера. Предусмотрена также внешняя блокировка, используемая логически связанными регуляторами, например регуляторами общего воздуха и регуляторами рециркуляции газов.

**Подсистема технологических защит** выявляет нарушения в работе котла путем сравнения текущих значений заданных параметров с граничными значениями – уставками. При значении хотя бы одного из этих параметров выше (или ниже) значения уставки выполняются действия, предусмотренные инструкцией по эксплуатации котла.

В зависимости от характера нарушения действия защит приводят:

- к останову котла;
- к снижению нагрузки котла;
- к выполнению операций по ликвидации аварийного состояния.

Срабатывание защит вызывает передачу в систему измерений ряда сигналов, выражающихся в установке определенных переменных в значения, соответствующие активному состоянию. Модули, ответственные за обработку этих сигналов, реагируют на них выполнением предписанных действий. Некоторые защиты действуют с выдержкой времени, и для таких защит подсистема предоставляет таймеры. При срабатывании защит также формируются сигналы, используемые для индикации причины срабатывания защиты на аварийном табло.

В качестве иллюстрации работы подсистемы ниже на рис. 2 приведен вид вспомогательной программы, используемой для автономного тестирования во время разработки и отладки. Изменяя уставки на вкладках П-1 – П-6, можно видеть реакцию системы в каждом цикле работы, инициируемым кнопкой “Строб”.

**Подсистема блокировок** не позволяет выполнить действия, если не соблюдены определенные условия, например, запрещен розжиг горелок без предварительной вентиляции топки. Блокировки обычно объединяют с технологической защитой и рассматривают их как единую подсистему, но при мо-

делировании оказалось удобно их разделить, так как подавляющее число блокировок не инициирует никаких действий, отличных от простой установки определенных признаков запрета.

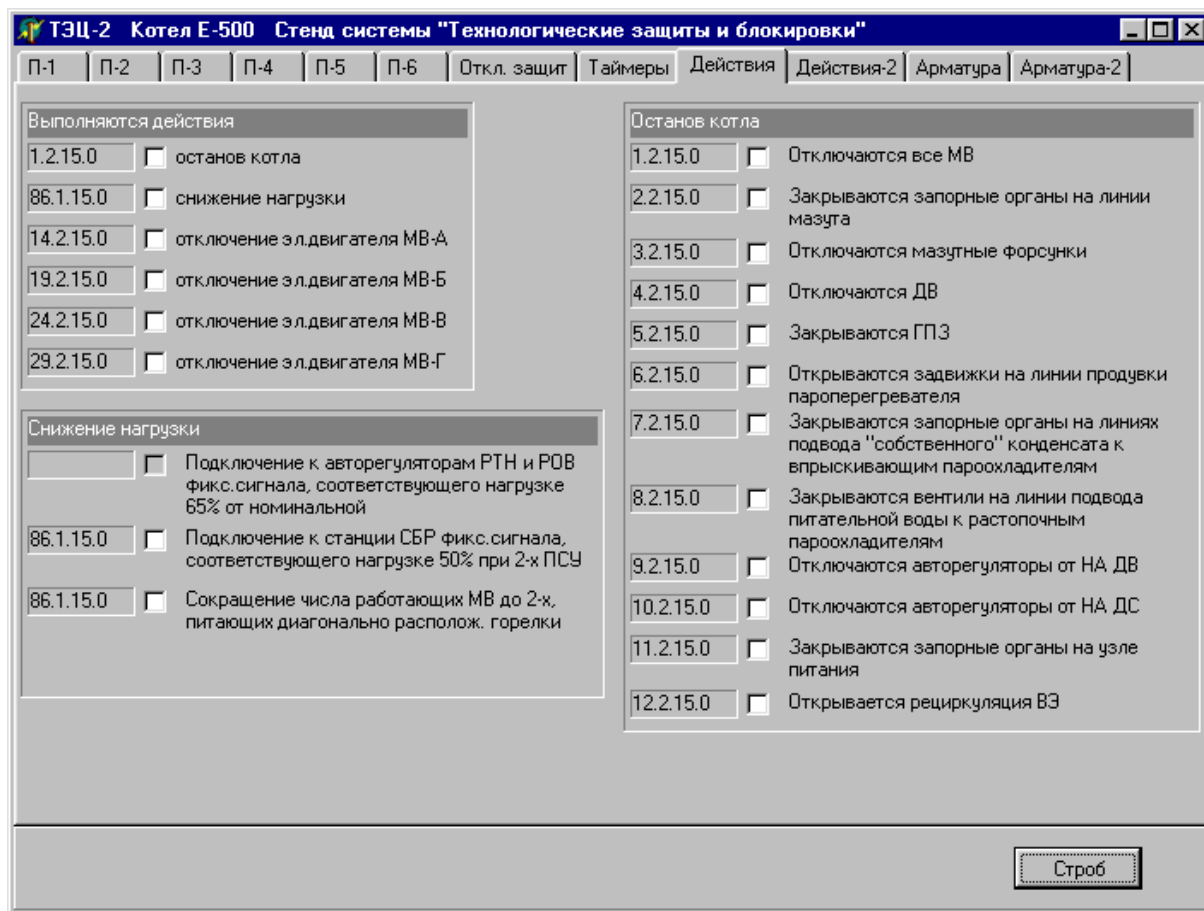


Рисунок 2 - Программа автономного тестирования подсистемы защит.

**Подсистема измерений** моделирует получение и передачу сигналов в измерительной и управляющей аппаратуре котла, и обеспечивает всеми данными каждую подсистему, включая настройки аппаратуры и оборудования.

Подсистема состоит из двух частей: базы данных и каналов доступа к данным. База данных в рабочем состоянии полностью размещается в оперативной памяти и именуется оперативной базой данных. Элементы данных представляются вещественными числами, каждое из которых адресуется целочисленным значением, имеющим четыре поля и используемым для структуризации адресного пространства (примеры адресов можно видеть на рис. 2). В начале работы оперативная база данных загружается из текстовых файлов, содержащих для каждого элемента данных его наименование, значение и адрес.

Каналы доступа к данным моделируются процедурами чтения/записи значения по его адресу, либо наименованию. По наименованию можно получить

доступ только к переменным, упомянутым в загружаемых файлах и соответствующим статической части описания модели. Доступ к динамической части, которая представлена в основном сигналами и состояниями, можно выполнять как по адресам, так и по наименованиям.

В заключение отметим, что реализация подсистем выполнена с использованием разработанной технологии построения иерархических разветвленных сетей узлов обработки данных на языке C++, ориентированной на работу с динамично изменяющими свою структуру системами. Это позволяет достаточно малыми усилиями настраивать подсистемы на работу с различными типами котлов.

*Котел БКЗ-500-140-1 (Е-500), сжигание, канско-ачинский уголь, технологическая защита.*

*Boiler BKZ-500-140-1 (E-500), burning, Kansk-Achinsk coals, technological protection.*

**UDK 621.18:681.136.54-52**

#### **Summary**

### **PRESENTATION OF CONTROL SYSTEM IN THE PROGRAM OF SIMULATOR FOR EXPLOITING PERSONNEL OF BOILER E-500**

**E.A. Tairov, V.V. Zapov**

Boiler BKZ-500-140-1 (E-500) is intended for burning Kansk-Achinsk coals, consists of one body of П-shape construction, has steam capacity 500 t/h with parameters of vapour  $p=13.7$  MPa,  $t=560^{\circ}\text{C}$ .

The subsystem of techonolical protectors reveals troubles in the boiler operation.

Realization of subsystems is carried out with the application of developed technology of buiding multibranch networks of data processing joints. This fact enables to set up, with slight efforts, the subsystems to work with different types of boilers.

**УДК 621.3.018.3**

### **ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В СЕТИ 0.38 кВ ОАО “БЕЛОРЕЧЕНСКОЕ”**

**О.Н. Шпак, Г.С. Кудряшев, А.Н. Третьяков**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия

Энергетический факультет

Кафедра электротехники и автоматизации сельскохозяйственного производства

Преобразование хозяйств основана на использовании современного оборудования, с целью уменьшения себестоимости продукции. Последнее приводит к изменению вида нагрузки и возникает необходимость проведения анализа распределения высших гармоник в сетях 0.38 кВ. В работе получены коэффициенты n-гармонической составляющей и суточный график изменения коэффициентов искажения кривой напряжения. Результаты представляют интерес для сельскохозяйственных предприятий, использующих большой парк электрических машин.

В настоящее время отечественная продукция сельского хозяйства пользуется спросом у покупателя и становится конкурентноспособной, что в свою очередь дает стимул к дальнейшему развитию производства и совершенствованию технической базы. Современная аппаратура и системы управления технологическими процессами на сельскохозяйственных предприятиях в большинстве случаев требуют для оптимальной работы питание электрической энергии требуемого качества [3].

Согласно отчетам обследования по сельскохозяйственным потребителям электрической энергии питание их осуществляется посредством понижающих трансформаторных подстанций 10/0.4 кВ или 6/0.4кВ. [2]

Цель работы: анализ ПКЭ в выбранном ряде измерений, проведенных непосредственно в питающих сетях сельскохозяйственного предприятия СХОАО “Белореченское” и определение влияния гармоник.

За последние 10 - 15 лет в хозяйстве произошло полное перевооружение, установлено современное оборудование. Для подсчета наибольшей прибыли по рейтингу эффективности производства СХОАО “Белореченское” является одним из 300 лучших сельскохозяйственных предприятий России [3].

Предприятие насыщено высокотехнологическим оборудованием, требующим для более эффективной работы питание электрической энергии нормального качества.

По результатам измерений следует отметить, что качество электрической энергии не соответствует ГОСТ [2] по коэффициенту  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения.

Место проведения измерений СХОАО “Белореченское” Усольского района – подстанция ТП-78, шин 0.4 кВ, ввод 1 [1].

На рисунке 1 и в таблице приведены результаты измерений показателей качества электрической энергии.

Измерение показателей качества электроэнергии (ПКЭ), представляют интерес для дальнейшей разработки мероприятий по снижению несинусоидальности напряжения и тока в сельских распределительных сетях 0.38 кВ.

По результатам измерений выявлено отклонение от нормативных требований по качеству электрической энергии [1]. Для данного хозяйства характерно присутствие как четных, так и нечетных гармоник 12, 14, 15, 16, 18, 21, 27, 28, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, что связано с большим парком с использованием электродвигателей более двух тысяч.



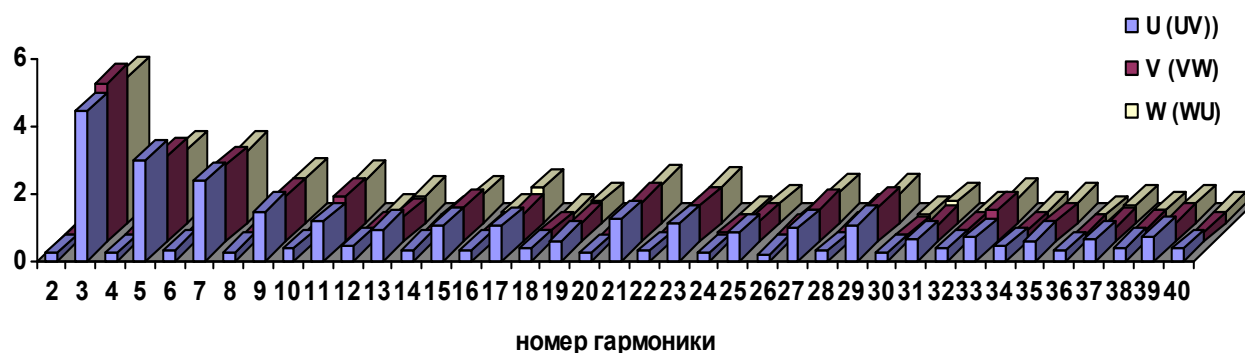


Рисунок 1 - Измерение коэффициента  $n$ -ой гармонической составляющей напряжения.

Вклад данных переходных процессов в сети птицефабрики представлены результатами испытаний электрической энергии по коэффициенту искажений синусоидальности кривой напряжения (табл.).

В технологическом процессе содержания птицы происходит непрерывный пуск и остановка электродвигателей. Наблюдается непрерывное наложение отдельно взятых электрических машин в момент включения и отключения электродвигателей.

Таблица - Коэффициенты искажений синусоидальности кривой напряжения

| Фаза    | $K_{uB}$         |       | $K_{uHB}$    |       | Соответствует/не соответствует ГОСТ |
|---------|------------------|-------|--------------|-------|-------------------------------------|
|         | Измерено         | Норма | Измерено     | Норма |                                     |
| $U(VV)$ | 8.56             | 8     | 13.63        | 12    | Не соответствует                    |
|         | $T_1 = 38.25 \%$ |       | $T_2 = 8.48$ |       |                                     |
| $V(VW)$ | 9.21             | 8     | 13.24        | 12    | Не соответствует                    |
|         | $T_1 = 10.22 \%$ |       | $T_2 = 8.26$ |       |                                     |
| $W(WV)$ | 9.63             | 8     | 13.05        | 12    | Не соответствует                    |
|         | $T_1 = 12.86 \%$ |       | $T_2 = 8.71$ |       |                                     |

При технологическом процессе содержание птиц несинусоидальность напряжения возрастает скачкообразно в момент изменения режимов работы электрической сети, связанной с нелинейной нагрузкой (рис.2).

При переходе в технологическом процессе от дня к ночи и от ночи к дню, коэффициент искажения несинусоидальности напряжения изменяется на 65 %.

В утренние и вечерние часы изменения коэффициента искажения отличаются тем, что они связаны с временным распределением нелинейной нагрузки.

В утренние часы с 9.30 до 11.30 наблюдается улучшение качества электрической энергии (несинусоидальности).

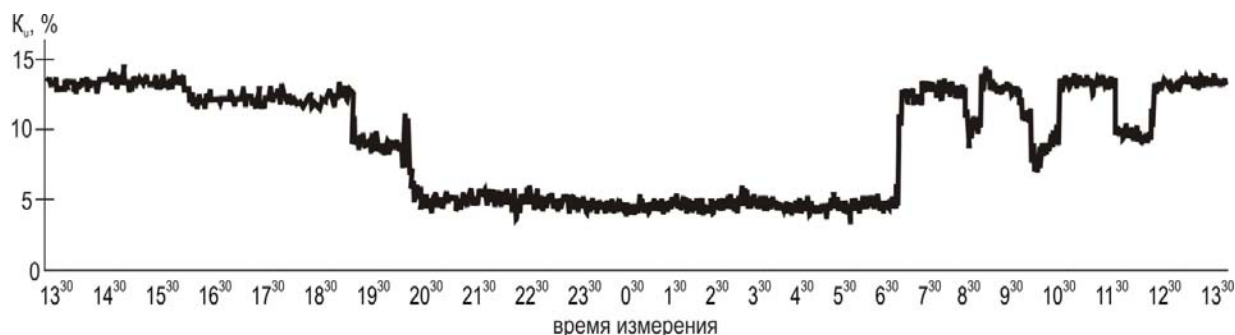


Рисунок 2 - Суточный график изменения коэффициента искажения синусоидальности кривой напряжения в фазе  $U$ .

Таким образом, анализ показателей качества электрической энергии суточного хода, на предприятии СХОАО “Белореченское” показывает:

- нелинейная нагрузка определяется переходными процессами подключения и отключения большого числа электродвигателей на птицефабрике. Это приводит к изменению коэффициента несинусоидальности в широком диапазоне до 65 %;

- значение коэффициента несинусоидальности на прямую связано с технологическими процессами;

- характеристики распределения высших гармоник в сети 0.38 кВ СХОАО “Белореченское” отражает вклад отдельных элементов на показатели качества электрической энергии.

*N-гармоническая составляющая, суточный график, изменение, коэффициент искажения кривой напряжения.*

*N-harmonics component, 24-hours schedule, change, distortion coefficient of voltage curve.*

### Литература

1. Акт-предписание № Т 216/03 по результатам энергетического обследования СХОАО “Белореченское” ФГУ “Иркутскгосэнергонадзор” от 29.09.2003 г.
2. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения - М.: Изд. стандартов, 1998.
3. Третьяков А.Н. Источники искажения синусоидальности кривой напряжения в сетях 0,38кВ / А.Н.Третьяков // Мат. науч.-прак. конф. ”Проблемы устойчивого развития регионального АПК” - 2006. - С.58 - 60.

UDK 621.3.018.3

### Summary

#### CHARACTERISTICS OF DISTRIBUTING HIGHER HARMONICS IN THE NETWORK 0.38 kV IN OPEN JOING STOCK COMPANY “BELORECHENSKOE”

O.N. Shpak, G.S. Kudryashev, A.N. Tretiyakov

Transformation of farms is based on application of up-to-date equipment for the purpose of reducing prime cost of products. The latter leads to modification of load type, there appears the need for making analysis of distributing higher harmonics in the network 0.38 kV. The paper contains the obtained coefficients n-harmonics component and 24-hours schedule of changing the distortion coefficient of voltagecurve. The results are interesting for farm enterprises using large fleet of electric machines.

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

УДК 338.436(571.53)

**ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ИНТЕГРАЦИОННЫХ ФОРМИРОВАНИЙ  
В РЕГИОНЕ**

**Е.Н. Дубинина**

СХОАО "Белореченское" Иркутской области

Образование интегрированных организационно-хозяйственных структур в Иркутской области кардинально изменило производственно-экономические и финансовые отношения предприятий разных отраслей.

Примером успешно развивающегося интеграционного агропромышленного формирования Иркутской области может служить сельскохозяйственное открытое акционерное общество "Белореченское".

Предприятие имеет высокоразвитую транспортную, энергетическую структуры. Разработана комплексная программа перспективного развития

Развитие нормальных взаимовыгодных экономических отношений между производителями сельскохозяйственной продукции и переработчиками приводит к поиску форм их интеграции в регионах России.

Интеграция - объединение экономических субъектов, углубление их взаимодействия, развитие связей между ними. Экономическая интеграция проявляется как в расширении и углублении производственно-технологических связей, совместном использовании ресурсов, объединении капиталов, так и в создании друг другу благоприятных условий осуществления экономической деятельности, снятии взаимных барьеров [3].

Внедрение научно-технического прогресса в сельском хозяйстве привело к созданию более высокой формы межхозяйственной и внутрихозяйственной кооперации – агропромышленной интеграции, которая объединяет в единое целое сельскохозяйственное производство, перерабатывающую промышленность, подсобные, обслуживающие и вспомогательные производства. Соединение сельскохозяйственного и промышленного производства обеспечивает единство и непрерывность воспроизводственного и технологического процесса, начиная от производства сырья и заканчивая выпуском готовой продукции, и способствует более эффективному использованию производственной и социальной инфраструктуры [2].

Развитие интеграционных процессов – перспективный путь стабилизации и дальнейшего подъема отрасли. Основные его функции: согласование интересов товаропроизводителей и переработчиков, разработка и реализация общих

программ сбалансированного развития, повышение экономической эффективности функционирования предприятий с учетом региональных особенностей.

Увеличение масштабов производства в процессе интеграции осуществляется по следующим направлениям:

Горизонтальная интеграция – слияние двух или более компаний, занятых в одной сфере производства [1]. При горизонтальной интеграции происходит объединение производств и предприятий одной отрасли или нескольких ее подотраслей, производящих однородную продукцию или выполняющих различные операции по ее производству.

Вертикальная интеграция – комбинация разноотраслевых компаний, производство в которых связано единой технологической цепью. При вертикальной интеграции происходит межотраслевое кооперирование и комбинирование предприятий и производств различных отраслей народного хозяйства, обеспечивающее оптимальное прохождение товарной массы в едином технологическом процессе из одной фазы производства в другую, снижение издержек, повышение эффективности производства, качества и конкурентоспособности продукции.

Диверсификация – комбинация разноотраслевых компаний, технологически не связанных между собой.

Развитие интеграции в АПК характеризуется большим разнообразием организационно-хозяйственных структур. Все зависит от принятого в каждом конкретном случае механизма интеграции хозяйствующих субъектов в единую организационно-хозяйственную систему. Так в процессе формирования интегрированной структуры той или иной организационно-правовой формы включаются те производственные объекты, которые обеспечивают производство сельскохозяйственной продукции и ее реализацию через собственную торговую сеть.

По составу участников, формам собственности, характеру отношений предприятий между собой и с интегратором, а также степени их хозяйственной и юридической самостоятельности интегрированные структуры неодинаковы.

Образование интегрированных организационно-хозяйственных структур в Иркутской области кардинально изменило производственно-экономические и финансовые отношения предприятий разных отраслей. До создания интегрированного формирования сельскохозяйственные предприятия, как правило, были хозяйствами-банкротами со всеми характерными для данного состояния

признаками, с разрушенной материально-технической базой. Уровень организации производства, труда и его оплаты, технологической дисциплины не позволял им функционировать в качестве самостоятельных юридических лиц. Практически все сельскохозяйственные предприятия до вхождения в состав интегрированного формирования не имели возможности финансирования из местного, регионального и федерального бюджетов, получения банковского кредита. Не было нормальных условий реализации продукции, приобретения материально-технических средств и т.д. При формировании интегрированных структур названные функции взяли на себя интеграторы (инвесторы), которые располагали определенными денежными ресурсами и возможностями получения кредитов в банках, в том числе и коммерческих. Что и позволило создать благоприятные условия для развития сельскохозяйственного производства. При этом особое внимание уделяется предоставлению финансовых ресурсов на текущие расходы и приобретение техники, что позволяет сельхозпредприятиям в значительной мере улучшить экономическое положение и повысить доходность [4].

Примером успешно развивающегося интеграционного агропромышленного формирования Иркутской области может служить сельскохозяйственное открытое акционерное общество “Белореченское”. СХОАО “Белореченское” – это огромное хозяйство, которое включает в себя семь обособленных подразделений сельскохозяйственного профиля, два молокозавода, два птицеводческих хозяйства, что позволяет оперативно реагировать на изменение рынка товаров и услуг, осваивать новые технологии, уделять должное внимание социальной сфере. Предприятие имеет высокоразвитую транспортную, энергетическую структуры. Годовой объем производства яйца в 2006 году составил 543.2 миллионов штук (72 % суммарного производства в Иркутской области). Продуктивность на курицу-несушку 337 штук яиц за год. Производство зерна составило 30 % от суммарного производства в Иркутской области, производство молока – 27 % производства области. В интеграционном объединении разработана комплексная программа перспективного развития, основной задачей которой является увеличение производства, сокращение затрат, внедрение высокоэффективных технологий.

Основные этапы программы развития интеграционного объединения:

I 1996 г. - Организация собственного цеха производства кормов.

Модернизирован существующий цех приготовления кормов, введен в эксплуатацию дробильный участок. 20 % требуемого зерна производится на

предприятия, остальные 80 % пока закупается у с/х производителей Иркутской области и других регионов страны.

II 1997 г. - Изменение технологии содержания птицы (отказ от выбраковки). За счет отказа от выбраковки птицы общий отход птицы снизился с 25 % до 5%, за счет этого дополнительно получено 79 млн. штук яйца.

III 1997 - 1998 гг. – Переход на новый высокопродуктивный кросс птицы Хайсекс-белый. В октябре 1998 г. полностью завершен переход на новый кросс птицы – Хайскс-белый. Внедрение этого кросса позволило увеличить объемы производства яйца на 65.5 млн. штук яйца. Продуктивность Хайсекс-белый больше на 63 яйца на курицу-несушку.

IV 1997 – 1999 гг. – Техническое перевооружение птицеводческого оборудования. Замена устаревшего клеточного оборудования на оборудование фирмы “Big Dutchman”, переход на сухое пометоудаление. Экономический эффект от технического перевооружения:

1. Снижение материальных затрат на транспортировке сухого помета (вода, ГСМ)
2. Увеличение птицемест. Дополнительно продукции на 82.5 млн. штук яйца.
3. Улучшение микроклимата в корпусах.
4. Улучшение качества выпускаемой продукции, снижение % некондиционного яйца на 2.5 %
5. Улучшение экологической обстановки на предприятии и в районе.

V 1996 – 1998 гг. - Переработка продукции птицеводства. Расширение ассортимента выпускаемой продукции длительного срока хранения на основе глубокой переработки продукции птицеводства: жидкое пастеризованное яйцо, сухой порошок, фарш и полуфабрикаты из мяса птицы. Преимущества:

1. Качественная сортировка яйца по категориям (отсутствие пересортицы)
2. Маркировка яйца экологически чистым пищевым красителем.
3. Увеличение производительности труда, сокращение боя яиц.
4. Защита торговой марки предприятия.

VI 1996 – 2004 гг. – Внедрение передовых энергосберегающих и высокоэффективных технологий при организации новых производств. Освоение новых видов продукции укрепляет экономическую стабильность предприятия, дает возможность создания дополнительных рабочих мест. Создание многоотраслевого предприятия дает возможность более стабильно чувствовать себя в разных экономических ситуациях. Создан цех по производству йогурта, цех по

производству биогумуса (ценное природное удобрение). С 1994 года на предприятии ведется планомерная работа по внедрению комплексной программы “Птицефабрика с замкнутым безотходным и экологически чистым циклом производства”. В рамках этой программы произведен переход на сухое пометтоудаление, что полностью решает проблемы экологии и охраны окружающей среды. Сухой помет перерабатывается калифорнийскими червями в ценнейшее удобрение биогумус, который эффективно повышает плодородие почвы и дает прибавку урожая до 40 %. Создан цех по заготовке и переработке леса, содержание этого цеха в целом для предприятия дает дополнительный доход за счет разницы закупки сырья и собственным производством. Освоена голландская технология выращивания картофеля, лука. В 2002 году построен молочный завод. Производственная мощность переработки молока 30 т в сутки. Техническое перевооружение птицеубойного цеха. Производственные мощности забоя позволили сократить время забоя корпусов, что в свою очередь ускорило подготовку корпуса к заселению новой партии птицы. Улучшилось качество тушки, увеличился выход мяса на 3 %.

**Таблица - Результаты интеграции СХОАО “Белореченское”**

| Показатели          | Ед.изм.  | 2000    | 2001    | 2002    | 2003      | 2004      | 2005      | 2006      | Рост 2006г к 2000г |
|---------------------|----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| 1                   | 2        | 3       | 4       | 5       | 6         | 7         | 8         | 9         | 10                 |
| Численность         | чел.     | 2 240   | 2 710   | 2 959   | 3 149     | 3 570     | 3 601     | 3 600     | 161%               |
| Выручка             | тыс.руб. | 389 613 | 805 227 | 978 442 | 1 001 201 | 1 275 000 | 1 415 000 | 1 606 000 | 412%               |
| Прибыль             | тыс.руб. | 97 170  | 195 558 | 279 156 | 330 791   | 363 277   | 416 000   | 423 000   | 435%               |
| Рентабельность      | %        | 30.6    | 31.5    | 34.0    | 34.6      | 39.5      | 40.3      | 42.0      | 137%               |
| Производство яиц    | млн.шт.  | 463.0   | 469.0   | 487.0   | 493.7     | 519.3     | 525.7     | 543.2     | 117%               |
| Поголо-вье кур      | тыс.гол. | 2 215   | 2 255   | 225     | 2 161     | 2 308     | 2 400     | 2 388     | 108%               |
| в т.ч. кур-несушек  | тыс.гол. | 1 425   | 1 431   | 1 419   | 1 425     | 1 473     | 1 548     | 1 661     | 117%               |
| Продук-тивность     | шт.      | 330     | 333     | 335     | 335       | 335       | 335       | 337       | 102%               |
| Сельхоз. угодия     | га.      | 22 889  | 34 086  | 44 221  | 44 374    | 61 590    | 69 907    | 73 607    | 322%               |
| Урожай-ность        | цн/га    | 10.6    | 21.8    | 18.8    | 19.9      | 22.4      | 26.9      | 27.2      | 257%               |
| Валовый сбор зерна  | цн.      | 119 374 | 337 250 | 423 267 | 426 168   | 754 333   | 989 581   | 1 063 479 | 891%               |
| Поголо-вье КРС      | гол.     | 2 549   | 3 902   | 6 861   | 7 077     | 9 420     | 9 714     | 9 897     | 388%               |
| в т.ч. коров        | гол.     | 1 310   | 1 310   | 2 600   | 3 083     | 4 233     | 4 303     | 4 520     | 345%               |
| Валовый надой       | цн.      | 16 238  | 37 185  | 55 120  | 106 947   | 150 406   | 181 193   | 214 940   | 1324%              |
| Надой на 1 ф.корову | кг.      | 3 047   | 3 189   | 3 197   | 3 795     | 3 844     | 4 881     | 4 895     | 161%               |

| 1                    | 2            | 3      | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10    |
|----------------------|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| Зарплата             | тыс.<br>руб. | 75 777 | 123 809 | 185 426 | 233 768 | 316 000 | 377 000 | 408 000 | 538%  |
| Налоги<br>НДФЛ       | тыс.<br>руб. | 3 926  | 13 020  | 23 540  | 30 013  | 39 800  | 49 000  | 54 924  | 1399% |
| Соц.выпл.<br>и ссуды | тыс.<br>руб. | 4 755  | 5 250   | 7 873   | 8 831   | 8 603   | 20 926  | 26 616  | 560%  |

Начиная с июля 2000 – 2004 гг. - интеграция сельскохозяйственного производства (объединение птицеводческого предприятия с хозяйствами по производству зерна, молока). Интеграция с товаропроизводителями зерна явилось объективной необходимостью, а именно гарантированное обеспечение птицеводства кормами. Результаты интегрирования представлены в таблице.

За период становления предприятия было создано 1360 рабочих мест. Достигнутые объемы валового производства важнейших продуктов питания укрепляют продовольственную безопасность региона. Эффективная работа предприятия обеспечивает стабильное поступление налогов бюджет. В 2006 году организован цех по ремонту двигателей и других узлов автомобилей и тракторов. В 2006 году сэкономил предприятию 1.5 млн. рублей. Создан комплекс по хранению и сушке зерна на 20000 тонн (на внутренних перевозках в год экономится 1.2 млн. рублей). Произведена реконструкция 2 птичников (за счет увеличения птицемест и условий содержания птицы дополнительный доход составил в год с одного птичника 1.5 млн. рублей). Куплено 482 голов племенных телок. Введено в эксплуатацию 8 животноводческих помещений на 1580 голов КРС и 1 комплекс на 400 голов, предполагается в результате получить дополнительно в год 3000 тонн молока и 105 тонн мяса. Организационная структура предприятия представлена на рисунке.

В условиях рынка хозяйство должно быть многоотраслевым. Если спрос с одной отрасли изменится, то предприятие сможет компенсировать убытки за счет других производств и остаться на плаву. Многие новшества кажутся нереальной экзотикой в сегодняшних экономических условиях. Но уже сейчас и калифорнийский червь, и перепела, лошади, и выращивание грибов приносит свою прибыль – так определена позиция генерального директора БСХОАО Г.С. Франтенко.

Интеграция усиливает экономическую мощь и расширяет пространство для применения эффективных хозяйственных решений.

Необходимость и целесообразность агропромышленной интеграции в современных условиях региона обусловлены тем, что она позволяет:



- эффективно распределять ресурсы между субъектами интеграции;
- сгладить сезонность в аграрном производстве и в получении доходов за счет комбинирования многих видов деятельности;
- уменьшить зависимость от погодно-климатических условий за счет пространственной диверсификации;
- противостоять стихии рынка сельскохозяйственной продукции путем крупномасштабного планирования и консолидации предложения;
- уменьшить транзакционные издержки;
- повысить инвестиционную привлекательность сельскохозяйственного производства.

Развитие агропромышленной интеграция в регионе позволило сохранить крупное товарное производство, избежать последствий разорительного банкротства многих сельскохозяйственных организаций, обеспечить рабочие места и социальную стабильность, а также вызвало приток капитала, инвестиций, что позволило обеспечить рост производства.

Развитие агропромышленных интеграционных формирований на примере СХОАО “Белореченское” показывает эффективность сельского хозяйства в условиях рыночных отношений и успешного решения социальных проблем села.

*Интегрированные, организационно-хозяйственная структура, Иркутская область, комплексная программа перспективного развития.*

*Integrated, organizational and economical structure, Irkutsk region, complex program of perspective development.*

#### **Литература**

1. Загоруйко М.М. Основы экономической теории и практики / М.М. Загоруйко. 1968. - 120 с.
2. Кривокопа Ю.Н. Развитие интеграции аграрного и промышленного труда в условиях диверсификации производства / Ю.Н.Кривокопа // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий 2006, № 4. - С. 47 – 50.
3. Райзберг Б. Современный экономический словарь / Б. Райзберг, Л. Лозовский, Е. Стародубцева – М.: Инфра-М, 2007. - 495 с.
4. Ушачев И. Интеграционные отношения в агропромышленном производстве России / И.Ушачев // АПК- экономика, управление, 2003. - № 8. - С.12 – 14.

**UDK 338.436(571.53)**

#### **Summary**

#### **THE FEATURES OF DEVELOPING INTEGRATIONAL FORMATIONS IN THE REGION**

**E.N. Dubinina**

The formation of integrated organizational and economical patterns in Irkutsk region has entirely changed industrial, economic and financial relations between enterprises of different branches.

The Farming Open Joint Stock Company “Belorechenskoe” can serve as an example of the developing integrational agroindustrial formation in Irkutsk region.

The company has highly-developed transport and power structures.

The complex program of perspective development has been worked out. Its basic task is production growth, reduction of expenses, introduction of highly efficient technologies.

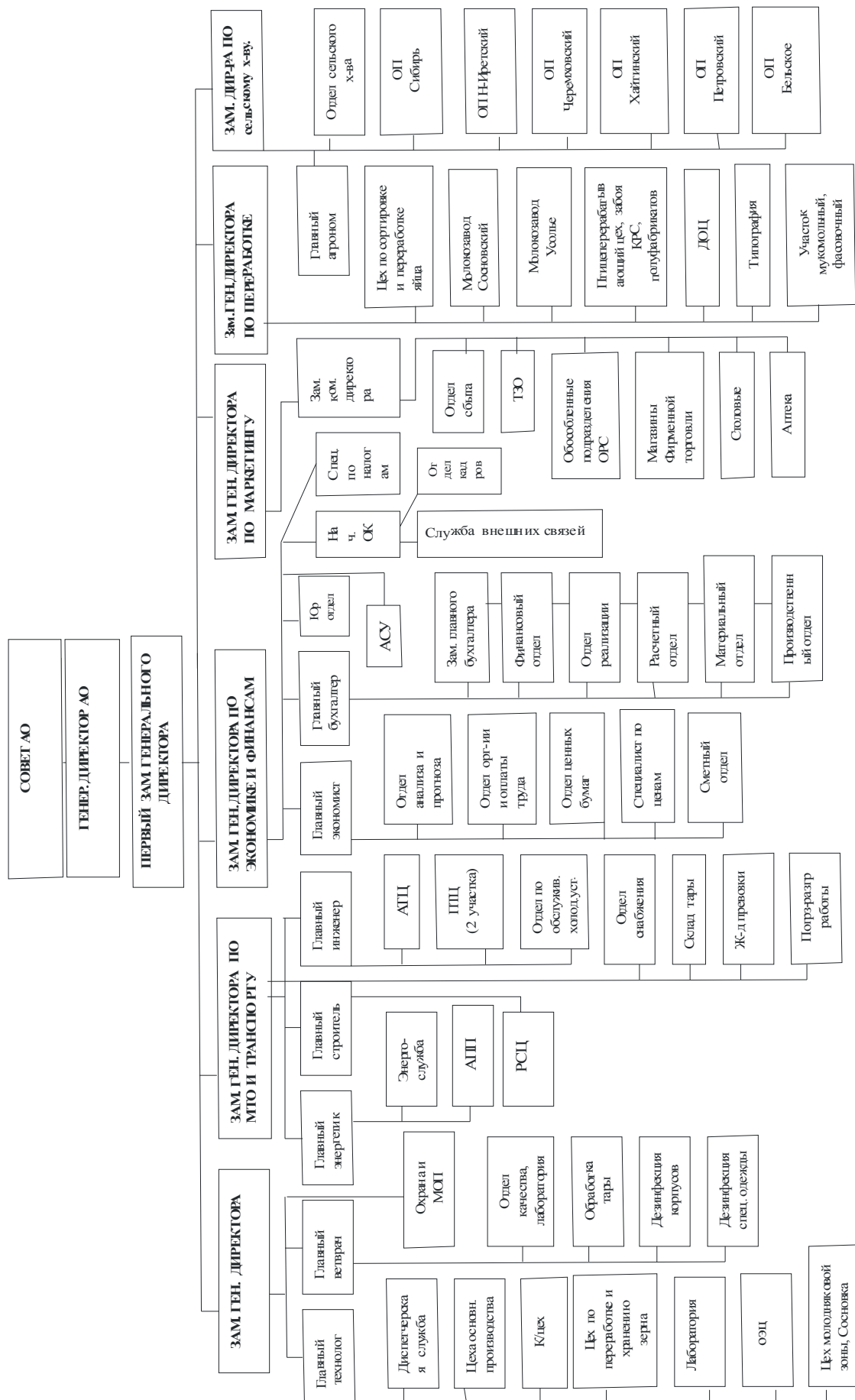


Рисунок - Организационная структура СХОАО "Белореченское".

**УЧЕБНЫЙ ПРОЦЕСС**

УДК 621.365 (07)

**ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ В  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И МЕТОДИКА  
ПРЕПОДАВАНИЯ ЭТОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**И.В. Алтухов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра Электроснабжения и теплоэнергетики

Большое количество способов преобразования электрической энергии в тепловую производится при помощи различных электротехнологий, устройств и аппаратов. Изучение этой дисциплины занимает важное место в структурно – логической схеме при подготовки инженеров – электриков.

Развитие сельскохозяйственного производства связано с широким потреблением тепловой энергии в процессах обработки материалов, создания микроклимата, получения искусственного холода. Наиболее универсальными источниками тепловой энергии в современных технологиях являются электронагревательные установки.

Повышение эффективности использования электронагрева и совершенствование нагревательных установок требует подготовки высококвалифицированных специалистов, глубоко понимающих физические процессы электронагрева.

Поэтому целью изучения дисциплины Электротехнология является:

- развитие навыков самостоятельного решения инженерных задач по применению электротехнологии в процессах сельскохозяйственного производства.
- умение обосновывать технико-экономические расчеты применение электронагрева и электротехнологии в технологических процессах сельского хозяйства;
- производить расчет и проектирование устройств электронагрева и электротехнологии с использованием современных расчетных методов и вычислительной техники;
- уметь разрабатывать способы управления и автоматизации электротермическими установками.

На основе новейших достижений науки и техники в области электротехнологии студентам необходимо научиться разрабатывать наиболее прогрессивные электронагревательные установки. При этом решения, принятые в работе, должны отличаться экономической эффективностью.

В качестве объекта проектирования принимаются электротермические установки различного назначения: животноводческие и птицеводческие помещения, сушильные камеры, водонагревательные и аккумулирующие устройства, индукционные и дуговые печи, электрические печи сопротивления, электрокалориферы, установки диэлектрического нагрева, ультразвуковые установки и другие.

Исходными данными для проектирования служат:

1) назначение установки или технологического процесса; 2) количество нагреваемого материала, кг или производительность установки, кг/с; 3) агрегатное состояние вещества в начале и конце нагрева (твердое, сыпучее, жидкое, газообразное); 4) температурный режим нагрева: начальная  $t_1$  и конечная  $t_2$  температуры, скорость нагрева  $dt/d\tau$ , время нагрева и время выдержки  $\tau$ , температура окружающей среды,  $t_o$ ; 5) дополнительные данные (влажность, влагосодержание, плотность, вязкость и т.п. нагреваемого материала).

При оформлении расчетного материала рекомендуется выделить следующие разделы: введение; разработка схемы электротермического процесса; тепловой расчет электротермических установок; электрический расчет электротермических установок; расчет горячего водоснабжения; расчет теплоаккумуляционной установки; расчет электродного водонагревателя; расчет параметров автоматического регулирования; расчет внутренних силовых сетей и выбор ПЗА; разработка мероприятий по технике безопасности; расчет технико-экономических показателей.

Электротермический процесс представляет собой совокупность приемов и операций, направленных на перевод материала или продукта из исходного состояния к необходимому конечному состоянию.

Технологический процесс электротермии характеризуется режимами функционирования. В общем случае различают следующие режимы:

- установочный, связанный с подготовкой электротермического оборудования к выполнению его основной функции;
- рабочий, связанный с процессом нагрева среды или материала;

- транспортный, связанный с процессом загрузки, перемещением при нагреве, и выгрузкой нагреваемого материала;
- контроля, связанный с контролем параметров электротермического процесса, с измерением и контролем физических параметров нагреваемой среды (материала) на входе и выходе электротермической установки;
- обслуживания, представляющим собой технический уход за электротермической установкой.

Для наглядного представления электротермического процесса составляют его структурную схему.

Структурную схему изображают или в виде прямоугольников, или в виде схематического изображения оборудования, занятого в данном процессе и связанного между собой в определенной последовательности.

При изображении технологического процесса прямоугольниками внутри прямоугольников указывают наименование технологических операций. Направление движения нагреваемого материала (среды), поступление энергии, регулирующие воздействия и др. показывают стрелками, связывающими отдельные блоки.

Примерная структурная схема электротермического процесса приведена на рисунке.

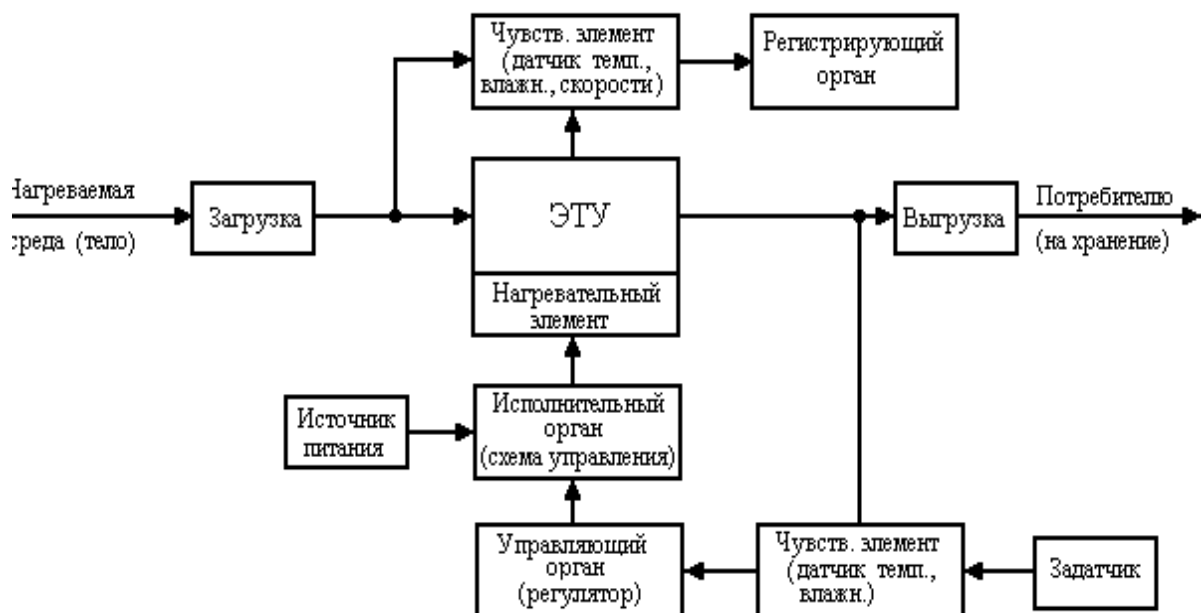


Рисунок - Структурная схема электротермического процесса.

Структурные схемы сопровождаются описанием технологических процессов. Описание должны быть кратким и ясным, дающим четкое представление о процессах, происходящих в отдельных блоках схемы.

Тепловой расчет электротермических установок состоит в определении тепловой мощности, теплового КПД, основных конструктивных размеров установок, температуры отдельных элементов конструкции, расчете тепловой изоляции.

Эти общие тепловые параметры характерны для всех видов электротермических установок независимо от их назначения, устройства и способа электронагрева.

В ходе теплового расчета предварительно разрабатывают эскизный проект установки, намечаются основные конструктивные размеры. При этом руководствуются типом и назначением установки, ее вместимостью, производительностью и т.п.

Форму и внутренние размеры рабочего пространства устанавливают, исходя из условий размещения нагреваемого материала, нагревательных элементов, измерительной и контрольной аппаратуры. Во всех случаях, для повышения теплового КПД, необходимо стремиться к тому, чтобы установка имела минимальную удельную ограждающую поверхность

Потери в электрических элементах электротермической установки зависят в основном от наличия преобразователей электрической энергии, их сложности и элементной базы. При наличии понижающих трансформаторов, электрические потери составляют 2 - 5% от расчетной мощности, в высокочастотных установках электрические потери могут достигать до 25 %. При отсутствии преобразователей электрической энергии потерями в электрических элементах можно пренебречь.

Тепловая изоляция предназначена для снижения тепловых потерь в окружающую среду и, следовательно, уменьшения годовых издержек производства.

Вид изоляции обуславливается ее стоимостью, температурными режимами, окружающей средой, санитарно-гигиеническими условиями.

Изоляция должна быть механически прочной, дешевой, тонкой, легкой, обладать малой теплопроводностью и электрической проводимостью, выдерживать высокие температуры.

Для удовлетворения этих требований изоляцию делают многослойной. Слои, прилегающие к зоне высоких температур, выполняют из огнестойкого материала (асбест), для поверхностных слоев используют материалы с низкой теплопроводностью (минеральная вата, стекловолокно, дерево, пенопропилен и т.д.)

Задача расчета изоляции сводится к определению ее толщины. Увеличение толщины снижает потери энергии, но при этом возрастают расходы на изоляцию.

Задача расчета электродных нагревателей состоит в определении их параметров, обеспечивающих заданные условия нагрева.

Электродный нагреватель представляет собой систему электродов, предназначенных для подвода электрического тока к нагреваемому материалу. Если электроды не экранированы и размещены в металлическом сосуде, то стенки сосуда также являются элементами электродной системы. К основным параметрам нагревателей относят: число фаз, количество электродов, электрическая схема соединения, форма, размеры и материал электродов, расстояние между электродами.

В целом дисциплина электротехнология занимает важное место в подготовке квалифицированных инженерных кадров и требует пристального внимания педагога её преподающего и постоянного повышения его квалификации так как эта область электроэнергетики развивается весьма бурными темпами.

*Способ, преобразование, электрическая энергия, электротехнология, устройства и аппараты.*

*Method, transformation, electric power, electrotechnology, devices and apparatus.*

**UDK 621.365 (07)**

### **Summary**

## **THE USE OF ELECTROTECHNOLOGY IN AGRICULTURAL PRODUCTION AND METHODS OF TEACHING THIS DISCIPLINE**

**I.V. Altukhov**

Consumption of electric power in agriculture is connected with its transformation into heat energy by different kind of arrangements. Such arrangements are called electrotechnological. Student's skill to calculate and to exploit this kind of apparatus is the important task in the field of preparation of future engineer-electrician.

## **ИЗМЕРЯЕМЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ КОНТРОЛЕ И ОЦЕНКЕ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ У СТУДЕНТОВ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ИрГСХА**

**Е.Э. Вржаш, Л.Н. Макридина**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра физики

Рассматриваются статистические методы количественной оценки структуры знаний по физике у студентов энергетического факультета ИрГСХА с использованием специальных педагогических тестов.

Измеряемые педагогические технологии позволяют быстро и эффективно определять структуру и уровень знаний студентов, их склонность к определенной форме мышления и будущей профессиональной деятельности. Данный метод позволяет также дифференцировать контингент студентов на определенные психометрические группы с перспективой применения к ним методик адаптированного обучения.

В любой образовательной деятельности неотъемлемой частью является система контроля знаний обучаемых. Всем известны многообразные ее формы и методы: экзамены, зачеты, тестирование, коллоквиумы и т.д.

Выбор того или иного метода зависит от цели обучения, уровня подготовки контингента обучаемых, педагогических и профессиональных задач учебного заведения. В перспективе педагогическая практика ставит перед образованием задачу формирования у обучаемых в первую очередь правильной структуры знаний, а уже потом стремления к повышению его уровня. В современном быстро изменяющемся потоке информации нужно уметь различать существенное и второстепенное, ориентироваться в своей области профессиональных знаний, постоянно повышать свою квалификацию. Поэтому формирование у студента правильной структуры знаний является одной из ведущих задач современной педагогики и психологии.

Правильная структура знаний – это системное восприятие учебного материала, т.е. обучаемый должен, условно говоря, хорошо отвечать на так называемые легкие вопросы или тестовые задания и не знать ответы на трудные вопросы. Это соответствует правильному структурированному мышлению. Если же этого не происходит, то структура знаний считается либо неполной, либо инвертированной (полностью неструктурированной). Студентам, имеющим ин-



вертированную структуру знаний, рекомендуется приобретать творческую профессию, не связанную с инженерной практикой и системным мышлением.

Для количественного определения структуры знаний, или, как говорят, психометрического профиля обучаемого, требуется применение измеряемых педагогических технологий, центральным звеном которых является так называемые педагогические тесты, т.е. тесты как система заданий с определенным содержанием и законами их построения, обработки и анализа [1].

Если тесты выполнены профессионально, с учетом законов педагогического тестирования с обязательной их предварительной адаптацией в учебной аудитории, то полученные результаты будут объективно свидетельствовать о той или иной структуре знаний контингента студентов. Эти тесты также позволят судить о качественной стороне методики преподавания. Квалифицированно подготовленные тесты позволяют выявить слабые и сильные стороны, как студента, так и преподавателя.

В течение десяти последних лет на энергетическом факультете ИрГСХА проводились исследования такого рода при контроле и оценке входных, текущих, срезовых и остаточных знаний по физике [2, 3].

В качестве примера исследований, выполненных в последнее время, в табл.1 представлена одна из матриц обработки результатов коллоквиума по физическим основам механики у студентов 1 курса энергетического факультета. Эта матрица включает в себя результаты обработки не всего теста, а только так называемой его валидной части, т.е. заданий, оказавшихся статистически значимыми. Они представлены в порядке увеличения их трудности – поэтому нумерация заданий в табл.1 является непоследовательной. Причем из 20 тестовых заданий валидными оказались 16, и именно эти результаты подверглись окончательной статистической обработке.

На примере протестированного студенческого потока можно сделать следующие выводы.

1. Хорошо структурированные знания по физике (70 – 100 % упорядоченности) имеют 5 студентов из 32 участвующих в тестировании, что составило 15 % от контингента студентов.

Удовлетворительную структуру знаний (50 – 65 % упорядоченности) имеют 9 студентов, что составило 28 % от контингента студентов.

Таким образом, 43 %, т.е. менее половины студенческого контингента, обладает достаточно развитой структурой знаний.

2. Если проанализировать уровень знаний, то с половиной валидных тестовых заданий (8 и более правильных ответов) справился 21 студент из 32 (58 %).

Сравнивая эту цифру с результатами по структуре знаний (43 %), можно утверждать, что имеется группа из 15 % студентов, которая, формально справляясь с учебной программой по физике, испытывает большие трудности с пониманием дисциплины. Положительные оценки во время экзаменов эти студенты получают либо не с первого раза, либо с использованием “зубрежки” и хорошей памяти, либо с применением нестандартных методов сдачи экзамена (шпаргалок и т.п.).

3. Примерно 25 % студентов одновременно обладают как неупорядоченной структурой, так и низким уровнем знаний. Причем один из них - Ф-н (№ 32) может быть отнесен к студенту с нулевой структурой знаний и практически нулевым уровнем знаний по физике.

4. Следует обратить персональное внимание на трех студентов из данной матрицы.

Так, на примере С-ва (№ 1) и Ш-на (№ 6) хорошо видна разница педагогических понятий “структура и уровень знаний”. У обоих студентов оказалась 100 % - структура знаний. Но у С-ва очень высоким оказался также и уровень знаний: он правильно ответил на все валидные тестовые задания и проявил себя самым подготовленным студентом. Ш-н же совершил 5 ошибок, но только в самых трудных заданиях. То есть при правильной структуре его уровень знаний оказался значительно ниже не только по сравнению с С-ым, но даже с еще другими четырьмя студентами (№ № 2 - 5), у которых структура знаний была в интервале 65 – 75 %.

В свою очередь, студент Ц-в (№ 19) оказался самым ярким представителем носителя инвертированного психологического профиля. С одной стороны, он правильно ответил на половину тестовых заданий (8 из 16) и был аттестован положительно. А с другой стороны, степень упорядоченности структуры его знаний составила около 15 %. Данный студент обладает явно нестандартным мышлением, склонным более к творческой и изобретательной деятельности, чем к системной инженерной. Дальнейшее непосредственное общение с Ц-ым во время классического экзамена подтвердило эти выводы.

5. Примененная методика исследования позволяет не только оценить студента, но и решить и обратную задачу: определить слабые стороны в преподавательском процессе. Так, например, проведенный статистический анализ показал, что 4 из 20 тестовых заданий (1, 3, 14, 16) оказались статистически незначимыми, т.е. не валидными. Следовательно, учебный материал, представленный в этих заданиях, был недоступен для должного понимания студентами. Поэтому следует в дальнейшем пересмотреть либо содержание, либо методику его изложения.

Таким образом, на примере протестированного студенческого потока, экстраполируя статистические данные на энергетический факультет в целом, можно постулировать, что при обучении физике студенты могут быть условно распределены на следующие группы:

- студенты, обладающие достаточно высокой структурой и уровнем знаний – примерно 15 %;
- студенты, обладающие удовлетворительной структурой и уровнем знаний – 20 – 25 %;
- студенты, обладающие не достаточно развитой структурой, но удовлетворительным уровнем знаний – 25 – 30 %;
- студенты, не обладающие достаточной структурой и уровнем знаний – 25 %;
- практически необучаемые студенты – 3 – 5 %

Приведенные статистические данные находятся в хорошей корреляции с результатами сессий на энергетическом факультете и психометрическими исследованиями ученых в области изучения интеллекта человека. По данным ряда французских психологов около 3 – 5 % молодежи не способны вообще к обучению, а 1 % - обладают инвертированным мышлением.

Область применения измеряемых педагогических технологий неисчерпаема. Так, например, обобщая пятилетний опыт занятий по школьной программе со студентами, поступивших на 1 курсы инженерных факультетов ИрГСХА, удалось аргументировано доказать влияние на качество набора студентов неразрывности физико-математического блока во время вступительных экзаменов на энергетическом факультете и факультете механизации с/х. Хотя наши выводы и предложения, к сожалению, не получили должной поддержки в ректорате и на Ученом Совете ВУЗа.

С другой стороны, измеряемые педагогические технологии являются ведущим инструментарием в различных рейтинговых и психологических исследованиях и оценках.

### Выводы

Измеряемые педагогические технологии позволяют:

- быстро и эффективно оценить структуру и уровень знаний студентов, определить рейтинг обучаемого и склонность его к определенной форме мышления и будущей профессиональной деятельности;
- корректировать степень доходчивости и качественный уровень учебного материала, решать задачу обратной связи модели “преподаватель – студент”;
- дифференцировать контингент студентов на определенные психометрические группы с перспективой применения к ним методик адаптированного, личностно-ориентированного обучения.

*Метод количественный оценки структуры знаний, энергетический факультет, ИрГСХА, педагогические тесты.*

*Methods of quantitative assessment of knowledge structure, energy department, ISAA, pedagogical tests.*

### Литература

1. Аванесов В.С. Форма тестовых заданий: учебное пособие / В.С. Аванесов – М.: МИ-СиС, 1991. – 33 с.
2. Вржаш Е.Э. Педагогическое тестирование как система контроля уровня и структуры знаний / Е.Э. Вржаш, Л.Н. Макридина // Тезисы докл. научн.-метод. конф. ИрГСХА “Совершенствование учебного процесса”. – Иркутск: ИрГСХА, 1998. – С.30-31.
3. Вржаш Е.Э. Совершенствование методов оценки и контроля качества обучения физике в средней и высшей школе / Е.Э. Вржаш, Л.Н. Макридина, З.Б. Гурьянова // Материалы VI регион. научн.-практ. конф. “Проблемы содержания и методики преподавания предметов физико-математического цикла”. – Иркутск: ИГПУ, 1999. – С.78-79.

UDK 519.25 – 159.98

### Summary

#### THE MEASURED PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES AT CONTROLLING AND EVALUATING STUDENTS KNOWLEDGE OF PHYSICS IN THE ENERGY DEPARTMENT OF THE ISAA

E.E. Vrzhashch, L.N. Makridina

The statistical methods of a quantitative rating of structure of knowledge on physics at the students of Power engineering faculty of Irkutsk State Agricultural Academy with use of the special pedagogical tests are shown.

Measuring pedagogical technologies allow quickly and effectively to estimate structure and level of knowledge of the students, to determine their rating and propensity to the certain form of thinking and future of professional activity. The given method has allowed also differentiating a quota of the students on determined psychological measured groups by which the personal pedagogical training should be applied.

**ЮБИЛЕЙ. ПАМЯТНЫЕ ДАТЫ**

УДК 378.663.096(571.53)(09)

**ИСТОРИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА**

**И.В. Алтухов**

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Энергетический факультет  
Кафедра Электроснабжения и теплоэнергетики

Факультет был основан в 1971 году. Основателями факультета являются к.т.н., доцент Назимов Василий Васильевич (в то время ректор института), к.т.н., доцент Турутин Юрий Петрович (в те годы проректор по учебной работе), к.т.н., доцент Панов Леонид Иванович (первый декан факультета, проработавший в этой должности 12 лет). Первый выпуск инженеров – электриков сельскохозяйственного производства состоялся в 1971 году. Подготовка специалистов в те годы проводилась на кафедрах общей электротехники и электрификации сельскохозяйственного производства, а также электропривода и электрических машин.

Кафедрой *общей электротехники и электрификации сельского хозяйства* заведовал к.т.н., доцент Ю.П. Турутин. На кафедре в это время работали: доценты Л.И. Панов, Л.А. Астраханцев, старшие преподаватели – В.Д. Банщиков, Г.П. Гладких, Н.М. Астраханцева, А.В. Литвинов - ассистенты: А.А. Лукин, В.С. Бакеев, В.В. Рябцовский, А.Н. Бычко; аспиранты – А.Е. Иванов, Л.Н. Ермолина. Первоначально кафедра вела занятия на отделении факультета механизации (группа по специальности 311400), а после образования факультета электрификации - практически все учебные дисциплины на факультете.

В разные годы кафедрой руководили Ю.П. Турутин, профессор Л.А. Астраханцев, старший преподаватель А.А. Лукин, доцент А.А. Лессинг

За этот период научная работа на кафедре велась в направлении ресурсосберегающего управления электроустановками под руководством д.т.н., профессора Л.А. Астраханцева. Сегодня - тема научных исследований кафедры “Совершенствование способов и средств для рационального использования электроэнергии в производственных процессах сельского хозяйства” под руководством заведующего кафедрой д.т.н., профессора Г.С. Кудряшева.

В 1974 году была образована кафедра *применения электроэнергии в сельском хозяйстве* путём разделения кафедры “Общей электротехники и

электрификации сельского хозяйства”. Материально-техническая база была поделена между двумя кафедрами.

Первым заведующим кафедрой с 1974 года по 1984 год был к.т.н., доцент Леонид Иванович Панов, будучи одновременно деканом факультета электрификации. В этот период был подобран высококвалифицированный преподавательский и инженерный состав кафедры, состоящий на первоначальном этапе из 5 человек: к.т.н., доцент Леонид Иванович Панов; старший преподаватель Надежда Михайловна Астраханцева, старший преподаватель Анатолий Васильевич Литвинов, ассистенты Виктор Александрович Рябцовский, Виктор Сафович Бакеев, Галина Владимировна Лукина.

С 1984 года по 1988 год кафедрой заведовал к.т.н., доцент Иван Андреевич Рудных, ветеран боевых действий, долгое время преподавал во Вьетнаме, на кафедре читал курс “Электрические измерения”, позднее данную дисциплину некоторое время читала Людмила Афанасьевна Ковалевская.

С 1988 года до 1997 года заведующей кафедрой была к.т.н., доцент Надежда Михайловна Астраханцева, которая в 1986 году защитила кандидатскую диссертацию. Н.М. Астраханцева многое сделала по укомплектованию лаборатории “Электрическое освещение и облучение”, создала ряд новых лабораторных работ и стендов.

С 1997 года до мая 2006 года кафедру возглавлял к.т.н., профессор Игорь Владимирович Наумов, который в 2002 году защитил докторскую диссертацию. И.В. Наумовым проводится большая научно-методическая работа, под его руководством защищено 3 кандидатские диссертации (Г.В. Лукина, С.В. Подъячих, С.В. Сукьясов), активно проводится подготовка аспирантов. В настоящее время исполняющим обязанности заведующего кафедрой электроснабжения является к.т.н. Сергей Валерьевич Подъячих.

Кафедра *электропривода и электрических машин* была организована в 1945-1946 учебном году на факультете механизации ИСХИ. Первоначально называлась кафедрой электротехники и электропривода и располагалась в то время в корпусе по улице Тимирязева, в её штат входили два преподавателя и один лаборант. Заведующим кафедрой был назначен Назимов Василий Васильевич, бессменно проработавший в этой должности до 1976 года.

В 1962 году кафедра была увеличена за счет передачи ей дополнительных дисциплин: механизация животноводства, гидравлика, электропривод. Штат ее вырос до 4-х человек. Изменилось и ее название, она стала называться кафедра

механизации животноводства и электропривода. В 1966 году из ее состава отделилась кафедра электротехники.

В 1967 году после переезда факультета механизации на новые площади в поселок Молодежный кафедра расширила свою базу, получив вместо одной комнаты в старом здании семь. Увеличился объем учебной нагрузки, расширился штат до пяти преподавателей и трех лаборантов. В то же время при кафедре была утверждена аспирантура по специальности “Механизация животноводства” и “Электрификация с.-х. производства”. В разные годы после окончания аспирантуры сотрудниками кафедры А.Е. Кузьминым, В.С. Ловцовым, А.М. Худоноговым, Л.П. Рычковой, И.А. Худоноговым, И.В. Алтуховым защищены кандидатские диссертации.



В 1971 году кафедра переходит в состав вновь образованного факультета электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства. В 1972 году из состава выделена кафедра механизации животноводства, а сама она стала именоваться кафедрой электропривода и электрических машин. С 1976 по 2000 г.г. кафедру возглавлял доктор технических

наук, профессор Анатолий Михайлович Худоногов. В 1981 году в период избрания А.М. Худоногова на должность декана факультета кафедрой заведовал доцент Ю.С. Лбов.

В августе 2001 года заведующим кафедрой ЭП и ЭМ избран Вячеслав Владимирович Боннет.

Преподаватели и аспиранты кафедры проводят научные исследования по комплексным темам, участвуют в выполнении научно-технических программ “Повышение эффективности производства и использования электроэнергии в с/х электротехнологиях” и “Разработка и совершенствование производственных и технологических процессов в агропромышленном комплексе” Научный руководитель: к.т.н., доцент В.В. Боннет.

30.03.2001 г. в связи с открытием на факультете новых специальностей приказом ректора была создана кафедра *теплоэнергетики*.

Заведующим кафедрой был назначен к.т.н., доцент Игорь Вячеславович Алтухов. В составе кафедры работали: к.х.н., доцент Наталья Павловна Герасимова, ассистент Анна Родионовна Сухаева. По истечении ряда лет состав кафедры изменился.

В период с 2003 по 2006 годы (зав.кафедрой Г.В. Лукина) кафедра была укомплектована кадрами за счет научных работников и ведущих специалистов в области теплоэнергетики. В 2007 году кафедра Теплоэнергетики объединена с кафедрой Электроснабжения. В настоящее время на кафедре работают высококвалифицированные специалисты, известные ученые и хорошие методисты: к.т.н., доцент, Галина Владимировна Лукина; д.т.н., профессор Эмир Асгадович Таиров, к.т.н., доцент Игорь Вячеславович Алтухов; к.т.н., доцент Валерий Владимирович Нечаев; к.т.н., доцент Виктор Александрович Бочкарев; к.т.н., доцент Александр Алексеевич Кошелев, д.т.н., профессор Игорь Владимирович Наумов.

Сотрудники кафедры проводят учебные занятия по “Теплотехнике”, “Источникам и системам теплоснабжения”, “Теоретическим основам теплоснабжения”, “Тепломассообменному оборудованию и аппаратам”, “Тепловым двигателям и нагнетателям”, “Технологическим энергосистемам предприятий” и т.п.

Научная тематика кафедры связана с энергосберегающими технологиями, исследованием возобновляемых природных ресурсов, комплексными исследованиями сложных тепловых систем, повышением эффективности работы источников и систем теплоснабжения.

Кафедра *физики* была создана одновременно с образования Восточно-Сибирского сельскохозяйственного института, т.е. с 1 сентября 1934 г.

Первым заведующим кафедрой стал доцент, а впоследствии профессор, член – корреспондент АН СССР А.А. Тресков (1934 – 1936 г.г.), который совместно с доцентом В.А. Винокуровым, ассистентом Я.И. Шерлаимовым и зав. кабинетом Н.П. Ворожбитовым принял активное участие в организации учебно-методической работы кафедры и в оснащении ее лабораторий.

В последующем зав. кафедрой физики работали: 1936 – 1938 г.г. – Г.П. Яковлев, 1938 – 1942 г.г. и 1948 – 1970 г.г. - Я.И. Шерлаимов, 1942 – 1946 г.г. – Л.Г. Лисецкий (в период войны кафедра физики была объединена с кафедрой электротехники), 1946 – 1948 г.г. – В.В. Перфильев, 1970 – 1980 г.г. – А.А. Ко-



локольников, 1980 – окт. 1985 г.г. – Т.Б. Щукина, окт. 1985 – 2006гг. – Е.Э. Вржашц

В настоящее время на кафедре работают 9 преподавателей (8,5 ставок по штатному расписанию) и 2 лаборанта. Среди них есть ветераны труда, проработавшие на кафедре физики ИрГСХА 20 лет и более: асс. Л.Н. Макридина – с 1970 г., к.т.н., профессор Е.Э. Вржашц – с 1977 г., ст.лаб. Н.Г. Мирзоян – с 1985 г.

В составе кафедры доктор физико-математических наук, профессор, действительный член МАВШ М.А. Кутимская (свыше 100 печатных работ), профессор ВАК В.Н. Шелковников (около 100 печатных работ), 60 % - кандидатов наук, доцентов, т.е. 80 % профессорско-преподавательского состава имеют ученые степени и звания.

Научно-исследовательская и научно-методическая работа кафедры физики имеет следующие основные направления: Математическое моделирование процессов в естественных и искусственных средах; Физические основы квантового взаимодействия тел: структура и квантовая энергия воды; Процесс генерации и структура возбуждаемых МГД – волн на магнитопаузе и внутри магнитосферы под воздействием импульсных изменений динамического давления СВ; Совершенство методов оценки и контроля качества обучения физике в сельскохозяйственном ВУЗе.

На сегодняшний день кафедрой руководит к.ф.-м.н., доцент М.Ю. Бузунова.

Кафедра *иностранных языков* была образована в Иркутском сельскохозяйственном институте в 1947г. и в состав энергетического факультета вошла в 1971году как одно из структурных подразделений. За это время кафедру возглавляли: Л.Н. Панисова (с 1947 по 1971 годы), К.Н. Бухарова (с 1971 по 1974 и с 1995 по 2000 годы), А.В. Романова (с 1974 по 1985 годы), Р.М. Моргенштейн (с 1986 по 1994 годы), С.С. Латышева (с 1994 по 1995 годы), Е.А. Потапова (с 2000 по 2005 годы), Л.Н. Миронец (с 2005 по 2006 годы), С.А. Яковлева (с 2006 года по настоящее время).

Кафедра специализируется на преподавании трёх иностранных языков: английского, французского и немецкого. Обучение осуществляется на очном и заочном отделениях первого и второго курса всех факультетов.

Преподаватели кафедры занимаются научно – исследовательской работой по разным направлениям лингвистики и методики обучения иностранным

языкам. Принимают участие в научно практических конференциях.

В настоящее время на факультете осуществляется подготовка по следующим специальностям:

110302.65 “Электрификация и автоматизация сельского хозяйства” (дневная и заочная формы обучения);

140106.65 “Энергообеспечение предприятий” (дневная форма обучения);

140211.65 “Электроснабжение” (дневная форма обучения).

Подготовка по данным направлениям позволяет выпускать специалистов широкого профиля способных работать в любой отрасли энергетического комплекса. Данная подготовка осуществляется на базе 21 специализированной лаборатории, оснащённых современным электротехническим оборудованием.

Ведущую роль в подготовке специалистов занимают кафедры. Сегодня в состав факультета входит пять общепрофессиональных и специальных кафедр, отмеченных выше и выносящая кафедра Электроэнергетики при учебно-научном центре.

Ведущие учёные и аспиранты факультета проводят научные исследования по комплексным темам, участвуют в выполнении научно-технических программ, в том числе и по международному сотрудничеству.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований проводимых на факультете издаются, научные статьи, монографии, учебные пособия.

Система подготовки на энергетическом факультете направлена на то, чтобы специалист при завершении обучения был востребован в любой отрасли народного хозяйства, благодаря хорошим знаниям, умениям и навыкам, приобретённым в процессе обучения.

*История, энергетический факультет, проведение комплексных исследований.*

*History, energy department, performance of complex studies.*

**UDK 378.663.096(571.53)(09)**

#### **Summary**

#### **THE HISTORY OF THE ENERGY DEPARTMENT**

**I.V. Altukhov**

The article is dedicated to thirty-fifth anniversary of the power engineering faculty, one of the youngest in agricultural academy. There are three specialties at the faculty. Students after graduating from the academy can work in the domain of administration, exploitation, assembling and other kind of professional activity. The collaborators of the faculty do great instructional and methodic, scientific and educational work. The preparation system is organized so that the specialist

will be claimed at any branch of industry thanks to good knowledge, abilities and skills gained in the process of instruction.

УДК 94

## РОЖДЕННЫЙ СОЗИДАТЬ (Краткий очерк о Г.Я. Соколове)

В.И. Покорский

Иркутская государственная сельскохозяйственная академия  
Кафедра философии, социологии и истории

Очерк Рожденный созидать посвящен творческому пути ученого, талантливого педагога и организатора высшей школы – профессору Герарду Яковлевичу Соколову.

На протяжении многих десятилетий он руководил кафедрой “Плодоовощеводства и защиты растений” и в течение 15 лет успешно возглавлял Иркутский государственный сельскохозяйственный институт.

Под его руководством коллектив преподавателей и сотрудников института добивался больших успехов в учебной и научной работе.

В настоящее время Г.Я. Соколов работает профессором кафедры растениеводства, селекции и семеноводства.



Герард Яковлевич Соколов родился 18 июня 1930 года в г. Соль – Илецке Оренбургской области в семье служащего. В 1938 году вместе с родителями – Яковом Петровичем и Мариной Дмитриевной переехал в г. Улан – Удэ. В этом же году начал учиться в школе и в 1948 году успешно ее окончил. Г. Соколов относится к людям на детство и юность которых выпали все тяготы 30-х годов, военных и послевоенных лет. Имея крестьянские корни, он хорошо познал, что такое труд – тяжелый и обыденный. Постепенно накапливал житейский опыт, который помог ему в дальнейшей жизни. Серьезно интересовался естественными науками. Поэтому, наверное, и поступил в 1948 году в Иркутский сельскохозяйственный институт на агрономический факультет (плодоовощное отделение). Природная наблюдательность и зрительная память способствовали накоплению знаний. За годы учебы проявил себя пытливым, талантливым студентом, способным к научному творчеству.

Герард Яковлевич с глубокой признательностью и благодарностью вспоминает своих наставников – педагогов, таких как А.И. Кузнецова, И.С. Буддо,

А.И. Иванишин, оказавших большое влияние на формирование его и многих поколений, как специалистов высокой квалификации.

Надо сказать, что профессиональная карьера Г.Я. Соколова складывалась очень удачно: он последовательно прошел все ступени профессионального роста. После окончания в 1953 году с отличием агрономического факультета молодой специалист был направлен на работу заведующим отделом плодово-овощеводства Баяндаевской опытной станции в Иркутской области, где проработал до сентября 1956 года. В этом же году при организации Иркутской областной сельскохозяйственной опытной станции был назначен зав. отделом садоводства, а в 1957 году вновь переведен на Баяндаевскую опытную станцию – директором, где и работал до сентября 1959 года.

После окончания заочной аспирантуры в 1960 году при кафедре земледелия ИСХИ Г.Я. Соколов был утвержден заместителем директора по научной части Иркутской областной сельскохозяйственной опытной станции. Под его руководством и непосредственном участии научные сотрудники опытной станции в содружестве с учеными, специалистами и практиками сельского хозяйства области сумели внедрить в колхозы и совхозы многие достижения науки и передового опыта: в изучении эффективности внедрения в производство аммиачной воды, как азотного удобрения, новых для области кормовых культур, в частности, расширение посевов кукурузы на силос, совершенствование системы земледелия и повышение продуктивности животноводства. Экспериментальное хозяйство станции систематически получали высокие урожаи сельскохозяйственных культур и имели самую высокую продуктивность животноводства в области.

Успешно сочетая руководство большим коллективом с научной работой по рациональному использованию вновь освоенных низинных земель, Г.Я. Соколов в 1963 году успешно защитил кандидатскую диссертацию на тему: “Природные условия и возделывание сельскохозяйственных культур на пыхунистых почвах сухих падей Иркутской области”, выводы из которой вошли в систему земледелия Иркутской области и в дальнейшем широко использовались в хозяйствах Усть-Ордынской лесостепи.

Решением Совета Иркутского сельскохозяйственного института от 14 ноября 1963 года и решением ВАК от 4 марта 1964 года Г.Я. Соколову присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук.

Как способный специалист и умелый организатор сельскохозяйственного производства, Г.Я. Соколов в 1964 году был выдвинут на должность заместителя начальника Иркутского областного управления сельского хозяйства. При его активном участии была проделана работа по внедрению достижений науки в производство, повышению культуры земледелия и интенсификации растениеводства в хозяйствах Иркутской области. Вдумчиво вникая в детали производства, Г.Я. Соколов большую помощь оказывал работникам сельского хозяйства в их практической деятельности по совершенствованию системы земледелия. Колхозы и совхозы области того периода систематически увеличивали урожайность сельскохозяйственных культур и выполняли планы продажи государству зерна, картофеля и овощей. За успешное руководство сельскохозяйственным производством области Герард Яковлевич трижды был участником ВДНХ и награжден двумя медалями – серебряной и бронзовой.

Начиная с 1962 года, Герард Яковлевич Соколов ежегодно читал курс лекций земледелия с основами почвоведения и агрохимии в Иркутской школе повышения квалификации сельскохозяйственных работников, в межобластной школе руководящих кадров колхозов и совхозов, а также курс методики “Сельскохозяйственное опытное дело” студентам биологам ИГУ.

Имея опыт преподавательской подготовки, Г.Я. Соколов в октябре 1967 года избирается на должность заведующего кафедрой плодовоовощеводства Иркутского сельскохозяйственного института. Возглавляя работу коллектива кафедры, он успешно вел педагогическую работу и руководил научной работой сотрудников и аспирантов. Решением Высшей аттестационной комиссии от 13 декабря 1968 года Г.Я. Соколов утвержден в ученом звании доцента по кафедре “Плодоовощеводства”.

Как высококвалифицированного специалиста в области сельскохозяйственных наук Соколов Герард Яковлевич приказом Министерства сельского хозяйства СССР от 28 апреля 1970 г. назначен ректором ИСХИ. На этой должности он проработал почти 15 лет. В эти годы нам более полно раскрывается его многогранный талант: он показал себя не только способным организатором, но и прекрасным педагогом, ученым и воспитателем. Профессионализм, компетентность, высокая культура, способность ладить с людьми, находить с каждым общий язык, выгодно выделяли его, как ведущего лидера – новатора, успешно решавшего сложнейшие задачи, выдвигавшиеся самой жизнью. Все

это позволило в кратчайший срок сформировать в институте дружный и сплоченный коллектив.

Много энергии и труда он вкладывал в укрепление и расширение учебной и производственной базы института и учебно-опытных хозяйств. Построен лабораторный корпус для мелиораторов, гараж для автобусов в п. Молодежном и гараж для военной кафедры. Приобрели несколько лабораторий, ЭВМ, два автобуса. Передали сети КНС, водопровода г. Иркутску, реконструировали котельную в Молодежном, заменены полы в главном учебном корпусе (3 и 4 этаж) на мраморные.

Постоянно улучшалась деятельность учебно-опытных хозяйств. В учхозе “Оекское” были построены несколько ферм, хранилища для картофеля, гаражи, жилые дома, контора. На центральной усадьбе построены два благоустроенных общежития на 300 чел. В учхозе “Молодежный” построили пленочные теплицы на 1 гектар. Учебные хозяйства “Оекское” и “Молодежное” превратились в высокорентабельные хозяйства. Они ежегодно отчисляли 25 % прибыли в институт.

В отдельные годы давали до 300 тыс. руб. на приобретение технической базы института. За успехи в введении хозяйства директору учебного хозяйства “Оекское” И.С. Баширину присвоили высокое звание Героя Социалистического Труда.

Активно работал Г.Я. Соколов над совершенствованием и организацией учебного процесса, повышению качества подготовки специалистов для сельского хозяйства Восточной Сибири и Монгольской народной республики. При нем дополнительно началась подготовка по трем новым специальностям, открыт филиал в г. Чите.

На основе Постановления бюро Иркутского обкома КПСС от 18 апреля 1973 г. “О дружеских связях между Иркутским и Улан-Баторским сельскохозяйственным институтом” ректоратом и партийным комитетом была проделана известная работа по установлению и развитию связей в подготовке кадров между двумя учебными заведениями.

С 1970 по 1984 год институт выпустил 11274 специалиста с высшим сельскохозяйственным образованием. За успешную работу в деле подготовке высококвалифицированных кадров Иркутский сельхозинститут был награжден орденом “Трудового Красного знамени” МНР (1984) и орденом “Дружбы на-

родов” СССР (1985). Это знак признания большого вклада коллектива института и его ректора Г.Я. Соколова.

При его активном участии разворачивались научные исследования. Более 200 сотрудников и аспирантов института защитили кандидатские и докторские диссертации, значительно увеличился объем хозяйственных работ.

Успешно решались и социальные вопросы, улучшились жилищно-бытовые условия студентов и сотрудников института.

Построены общежития № 4 и № 5 на 610 и 540 человек соответственно. Так был решен вопрос с обеспечением всех студентов жильем. Для преподавателей и сотрудников построены два жилых дома (№ 3 и № 4) на 52 и 48 квартир. Введен в строй спортлагерь, построены 11 домиков, столовая, лыжная база. Организовали и построили кооператив для автовладельцев расширили садоводство “Березка 1”. Обеспечили путевками нуждающихся преподавателей в дома отдыха и санатории, ввели обеденный перерыв у студентов, талоны на обед по минимальной цене. Во всех общежитиях работали красные уголки и комнаты для занятий, еженедельно демонстрировались кинофильмы в главном корпусе. Полностью заработал факультет общественных профессий (ФОП), на смотре вузов ИСХИ завоевало 1-ое место в г. Иркутске.

Г.Я. Соколов был инициатором в проведении встреч выпускников “20 лет спустя”, которые успешно проводятся ежегодно. Авторитет ректора основывался не на силе приказа, а на глубоком уважении к нему; как опытному, знающему руководителю, и как человеку внимательному к людским нуждам.

В декабре 1984 г. Г.Я. Соколов был освобожден от обязанности ректора по болезни и избран по конкурсу на должность заведующего кафедрой плодово-овощеводства и защиты растений,<sup>\*</sup> которую бессменно возглавлял многие годы. Благодаря редкому сочетанию качеств крупного ученого, прекрасного организатора и обаятельного человека, он сумел создать творческий, работоспособный и дружный коллектив единомышленников, направить усилия работников кафедры на дальнейшее совершенствование учебно-методической и научно-исследовательской работы, в том числе по хозяйственной тематике.

За эти годы на кафедре проведена большая работа по методическому обеспечению учебного процесса – издано методических пособий и указаний по курсу “Овощеводство” объемом более 50 п.л.

---

<sup>\*</sup> В соответствии с приказом Министерства сельского хозяйства СССР с 1 января 1976 г. кафедры плодово-овощеводства, энтомологии и фитопатологии объединены в кафедру плодовоовощеводства и защиты растений.

Как наиболее опытный педагог и наставник, Г.Я. Соколов многие годы возглавляет методическую комиссию агрономического факультета. Постоянно организывает и проводит открытые занятия преподавателей факультета. С успехом сам читает открытые лекции студентам, слушателям ФПК по ведущим разделам курса “Овощеводство”.

Его лекции доступны и содержательны, отличаются высоким профессионализмом, глубокой теоретической новизной и подаются со знанием современной практики сельскохозяйственного производства, базирующаяся на многолетнем опыте. Параллельно Герард Яковлевич проводит лабораторно – практические занятия (ЛПЗ), руководит производственной практикой студентов и квалификационными работами выпускников агрономического факультета. Им составлена рабочая программа по овощеводству. В ее содержании получили отражение современные достижения науки и опыт передовых хозяйств. Она прошла апробацию в Украинском и Ленинградском сельскохозяйственных институтах. Программа вышла из печати и активно используется в учебном процессе в качестве методического указания и пособия.

Г.Я.Соколов разработал и успешно читает спецкурс по индустриальной технологии возделывания овощных культур в открытом и защищенном грунте Восточной Сибири. По этой проблеме им опубликовано несколько учебно-методических пособий, которые используются студентами вуза и специалистами сельскохозяйственного производства.

Занимаясь научной работой по проблемам высшей школы, совершенствуя методику преподавания, Герард Яковлевич разработал применительно к дисциплине “Овощеводство”, модульную систему изучения этого предмета с рейтинговой оценкой знаний студентов. Применение ее значительно повысило успеваемость и качество знаний. В своей работе он использует и другие прогрессивные методы обучения: постоянный контроль знаний студентов, накопительный экзамен, разработка заданий курсовых и дипломных работ, их стандартное оформление и проведение квалификационного экзамена.

Многогранная педагогическая деятельность Г.Я. Соколова не ограничивается подготовкой будущих агрономов-овощеводов. Он проводит огромную работу в научном плане. С открытием в 1967 г. аспирантуры на кафедре плодово-овощеводства все более отчетливо стали вырисовываться контуры того, что с полным основанием можно назвать научной школы Герарда Яковлевича Соколова.



Под его руководством проводятся комплексные исследования по выращиванию овощей и рассады под пленочными укрытиями, использованию низкотемпературного сбросного тепла промышленных предприятий для обогрева культивационных сооружений и использованию для обогрева электрической энергии грунта и воздуха теплиц током пониженного напряжения.

Его перу принадлежат ряд фундаментальных трудов, обогативших современные знания в области плодовоовощеводства и защиты растений. Герард Яковлевич - автор около 70 научных работ, учебных пособий и методических указаний. Среди них книги изданы Восточно-Сибирским книжным издательством: “Овощеводство открытого грунта”, “Наш сад и огород”, “Овощи защищенного грунта в Восточной Сибири”, выводы из которых нашли свое применение в сельскохозяйственном производстве Иркутской области. Под его руководством четверо его учеников успешно защитили кандидатские диссертации.

Создание научной школы – одна из главных заслуг Г.Я. Соколова, важный итог его многогранной научно-организационной деятельности.

Решением государственного комитета Российской Федерации по высшему образованию от 19 января 1994 года Г.Я.Соколову присвоено ученое звание профессора по кафедре “Плодовоовощеводство и защита растений”. В мае 1995 г. Г.Я. Соколов вновь был рекомендован на должность заведующего кафедрой на следующий срок. В 2000 году избран по конкурсу на должность профессора кафедры плодовоовощеводства и защиты растений, а в декабре 2005 году избирается на эту же должность по кафедре растениеводства, селекции и семеноводства.

Настойчиво работает Г.Я. Соколов над повышением профессионального уровня знаний в области агрономических наук, и прежде всего, в овощеводстве и защите растений и в силу должностных обязанностей – по управлению сельхозвузами и по проблемам высшей школы. Прошел курс обучения на ФПК плодовоощном институте им. И.В. Мичурина (1969), на семинаре ректоров при Минвузе СССР по проблемам высшего образования (1974, 1982), в Высшей школе управления сельским хозяйством (МСХ СССР) по вопросам совершенствования организации и управления сельскохозяйственными вузами (1978). Имеет теоретическую и практическую подготовку в области вычислительной техники на ФПКП Кубанского сельхозинститута (1986), включая повышение квалификации на ФПКП при Украинской сельскохозяйственной ака-

демии по специальности “Овощеводство” (1989). Ознакомился с учебно-методической работой кафедры овощеводства в Ленинградском сельхозинституте (1990). Совершенствовал систему теоретических знаний в институте заочного образования и повышения квалификации Новосибирского аграрного университета по курсу “Активизация учебного процесса в условиях вуза” (1992), а также в Высшей школе Управления АПК и агробизнеса по программе “Совершенствование учебного процесса по подготовке агрономов – плодородоводов” (1999).

Ученый жил и живет интересами сельского хозяйства, стремится быть в самой гуще дел, вытекающих из развития производства, нужды которого он хорошо знает.

Научная деятельность Г.Я. Соколова отличается высокой степенью внедряемости его идей и разработке в производство, где они дают значительный экономический эффект. Разработаны мероприятия совместно с работниками “Росгипрозема” по системе ведения овощеводства в четырех пригородных хозяйствах. Обобщен опыт овощеводческих хозяйств Иркутской области по индустриальной технологии возделывания овощных культур.

Занимаясь пропагандой сельскохозяйственных знаний, Герард Яковлевич принимает активное участие в проведении областных семинаров агрономов области, в работе НТС Агропрома (по возделыванию овощей и картофеля по голландской технологии). Занимается с фермерами в школе руководящих кадров в системе повышения квалификации. Проводит семинары с учителями-биологами Иркутска, Усть – Орды и Черемхово, конкурсы школьных ученических бригад, выступает в школах по вопросам профориентации. Как ведущий специалист неоднократно возглавлял экспертную конкурсную комиссию областной выставки школьных ученических бригад и центров опытнической работы школьников. Руководил группой научных консультантов журнала “Добрый сад”. Ежегодно печатает статьи в областных газетах, выступает с лекциями перед работниками сельского хозяйства области, по радио и телевидению.

Г.Я. Соколов принимал активное участие в общественной жизни института, города и области. Четыре созыва являлся депутатом Иркутского областного Совета народных депутатов, дважды избирался в члены областного исполнительного комитета. Пять раз (с 1970 – 1983 год) был кандидатом в члены Иркутского обкома КПСС, а также депутатом городского Совета народных депутатов, членом Президиума Облсовпрофа, областного Комитета народного кон-

троля. Неоднократно избирался членом партийного комитета сельхозинститута. В течение многих лет являлся членом Президиума Совета ректоров высших учебных заведений г. Иркутска, руководителем методологического семинара преподавателей агрофака, членом Советов института, Совета по координации НИР по овощеводству при Главсельхозвузов, старшим куратором.

За многолетнюю плодотворную научно-исследовательскую и общественную деятельность Г.Я. Соколов неоднократно награждался правительственными наградами: тремя орденами “Знак почета” (1966, 1971, 1975), восемью медалями, среди них “За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941 – 1945 гг.” (1948), “Ветеран труда” (1987), двумя медалями МНР, ВДНХ, остальные юбилейные. За добросовестную работу Г.Я. Соколов награжден Почетной грамотой Министерства сельского хозяйства СССР (1980), Губернатора Иркутской области (2000), нагрудными знаками “За отличные успехи в работе” (1984), “Почетный работник высшего образования России” (1997).

Педагогический талант Герарда Яковлевича, высокая культура общения, глубокие профессиональные знания, требовательность к себе и коллегам по работе, ответственность и принципиальность снискали ему всеобщее уважение.

Несмотря на крайне напряженную трудовую жизнь Г.Я. Соколов сохраняет безупречную физическую бодрость, феноменальную трудоспособность, по-прежнему молод душой. Всегда живое, эмоциональное восприятие им окружающего мира полностью соответствует натуре человека, внешне очень сдержанного, как бы погруженного в себя, но имеющего богатый внутренний мир.

*Г.Я. Соколов, заведующий кафедрой, ректор, ученый, педагог.*

*G. Ya. Sokolov, head of the sub-faculty, rector, scientist, pedagogue.*

#### **УДК 94**

#### **Summary**

#### **BORN TO CREATE (Brief sketch about G.Ya.Sokolov)**

#### **V.I. Pokorsky**

The sketch “Born to Create” is devoted to the creative way of the scientist, talented teacher and organizer of high school – Gerard Yakovlevich Sokolov.

For many decades of years he was the head of the sub-faculty “Fruit & Vegetable Growing and Plant Protection”, and for 15 years he was successfully supervising the Irkutsk State Agricultural Institute.

During his work as a rector the teaching staff and workers of the Institute reached great progress in educational and research work.

Nowadays G.Ya. Sokolov is working as a professor at the sub-faculty of Plant-growing, Selection and Seed-Farming.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Алтухов Игорь Вячеславович** - кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: [altukhigor@yandex.ru](mailto:altukhigor@yandex.ru)

**Бойков Алексей Валентинович** – старший преподаватель кафедры управления и надзора в системе обеспечения пожарной безопасности ФГОУ ВПО "Восточно-Сибирский институт МВД". e-mail: [alexb308@yandex.ru](mailto:alexb308@yandex.ru)

**Боннет Вячеслав Владимирович** – зав. кафедрой электрификации сельского хозяйства энергетического факультета ИрГСХА, кандидат технических наук, доцент, г. Иркутск, ул. К.Либкнехта, 152-8. тел. 89027619574.

**Бузунова Марина Юрьевна** – зав. кафедрой физики энергетического факультета ИрГСХА, кандидат физико-математических наук, доцент. 664031, г. Иркутск, ул. Волжская, 20-87, тел. 89500557333.

**Васильев Сергей Александрович** – аспирант кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: [naukaigsha@rambler.ru](mailto:naukaigsha@rambler.ru)

**Васильева Нина Александровна** – кандидат философских наук, доцент кафедры философии, истории и социологии ИрГСХА. 664022, г. Иркутск, ул. Коммунистическая, 60А-38, 89645443942.

**Вашукевич Ю.Е.** – ректор ИрГСХА, кандидат экономических наук, доцент. e-mail: [rector@igsha.ru](mailto:rector@igsha.ru)

**Вржач Евгений Эдуардович** – кандидат технических наук, профессор кафедры физики ИрГСХА. e-mail: [prezes@ognivo.baikal.ru](mailto:prezes@ognivo.baikal.ru)

**Дедик Ирина Никифоровна** – аспирант кафедры ботаники и луговодства агрономического факультета ИрГСХА. e-mail: [rector@igsha.ru](mailto:rector@igsha.ru)

**Дубинина Елена Николаевна** – специалист по ценообразованию СХОАО "Белореченское". e-mail: [elenadubinina@yandex.ru](mailto:elenadubinina@yandex.ru)

**Запов Валерий Викторович** – научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН. e-mail: [btik@isem.sei.irk.ru](mailto:btik@isem.sei.irk.ru)

**Иванов Дмитрий Александрович** – ассистент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: [ivanov-irk@yandex.ru](mailto:ivanov-irk@yandex.ru)

**Иванько Ярослав Михайлович** – проректор по научной работе ИрГСХА, доктор технических наук, профессор. e-mail: [iasa\\_econ@rambler.ru](mailto:iasa_econ@rambler.ru)

**Киселева Елена Николаевна** – соискатель кафедры ботаники и луговодства агрономического факультета ИрГСХА. e-mail: [naukaigsha@rambler.ru](mailto:naukaigsha@rambler.ru)

**Корзинников Юрий Степанович** – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники и луговодства агрономического факультета ИрГСХА. e-mail: [rector@igsha.ru](mailto:rector@igsha.ru)

**Кошелев Александр Алексеевич** – ведущий научный сотрудник Института систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН, доцент ИрГСХА. e-mail: [kochelev@isem.sei.irk.ru](mailto:kochelev@isem.sei.irk.ru)

**Кудряшев Геннадий Сергеевич** - зав. кафедрой электротехники и автоматизации сельскохозяйственного производства энергетического факультета ИрГСХА, доктор технических наук, профессор. e-mail: [kudryashev@list.ru](mailto:kudryashev@list.ru)

**Кутимская Марина Александровна** - доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: [eleonor@id.isu.ru](mailto:eleonor@id.isu.ru)

**Литвинов Юрий Нарциссович** – доктор биологических наук, главный научный сотрудник Института систематики и экологии животных СО РАН (г. Новосибирск). e-mail: [gf@eco.nsc.ru](mailto:gf@eco.nsc.ru)

**Лукина Галина Владимировна** – кандидат технических наук, доцент кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: *LukinaGV@yandex.ru*

**Луценко Светлана Александровна** – старший инспектор Управления Россельхознадзора по Иркутской области и УОБАО. e-mail: *luce-svetlana@yandex.ru*

**Макридина Лилия Николаевна** – ассистент кафедры физики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: *naukaigsha@rambler.ru*

**Наумов Игорь Владимирович** – доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: *professornaumov@list.ru*

**Носырева Юлия Николаевна** - кандидат сельскохозяйственных наук, профессор кафедры кормления, разведения и ветеринарной генетики факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ИрГСХА. 664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, 6-25, тел. 89025193264.

**Остроумов Сергей Сергеевич** - заместитель главы администрации Иркутской области. e-mail: *s.ostroumov@mki.ru*

**Подъячих Сергей Валерьевич** – зав. кафедрой электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА, кандидат технических наук. e-mail: *PSV78@yandex.ru*

**Покорский Владимир Ильич** – доцент кафедры философии, истории и социологии ИрГСХА. e-mail: *rector@igsha.ru*

**Пышкин Денис Павлович** - аспирант кафедры кормления, разведения и ветеринарной генетики факультета биотехнологии и ветеринарной медицины ИрГСХА. e-mail: *naukaigsha@rambler.ru*

**Разина Альфия Агламзановна** – кандидат биологических наук, доцент кафедры сельскохозяйственной экологии агрономического факультета ИрГСХА. e-mail: *rector@igsha.ru*

**Рожков Дмитрий Михайлович** – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры пожарной тактики и безопасности жизнедеятельности ФГОУ ВПО "Восточно-Сибирский институт МВД". e-mail: *rojkov77@yandex.ru*

**Русанов Вячеслав Анатольевич** – доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института динамики систем теории управления СО РАН. e-mail: *v.rusanov@mail.ru*

**Синельников Александр Михайлович** – аспирант кафедры электрификации сельского хозяйства энергетического факультета ИрГСХА. 664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, 5Б-305, тел. 89642816324.

**Таиров Эмир Асгадович** – доктор технических наук, профессор кафедры электроснабжения и теплоэнергетики энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: *tairov@isem.sei.irk.ru*

**Телятко Александр Леонидович** – соискатель кафедры ботаники и луговодства агрономического факультета ИрГСХА. 664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, 1-48, тел. 89500614218.

**Третьяков Александр Николаевич** – кандидат технических наук, доцент кафедры электротехники и автоматизации сельскохозяйственного производства энергетического факультета ИрГСХА. e-mail: *naukaigsha@rambler.ru*

**Шишкин Геннадий Михайлович** – кандидат технических наук, профессор кафедры ремонта машин и технологии металлов факультета механизации ИрГСХА. 664050, г. Иркутск, п-т. Жукова, 16-7, тел. 89501196459.

**Шпак Дмитрий Александрович** – зав. отделом Центра информационных технологий ИрГСХА, e-mail: *dima@shpack.net*

**Шпак Оксана Николаевна** – старший преподаватель кафедры электротехники и автоматизации сельскохозяйственного производства энергетического факультета ИрГСХА. 664038, Иркутская обл., Иркутский р-н, п. Молодежный, 5Б-202, тел. 89027625641.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Altukhov Igor V.** – Head of Electric Power Supply and Thermal Energetics sub-faculty of the IrSAA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Bojkov Aleksey V.** – Senior lecturer of Control and Supervision sub-faculty in the system of Anti-Fire Security of FSEE of HVE “East-Siberian Institute of MIA (Ministry of Internal Affairs)”

**Bonnet Vyacheslav V.** - Head of Rural Electrification sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

**Buzunova Marina Yu.** – Head of Physics sub-faculty of the IrSAA, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

**Vasiliev Sergey A.** – Post-graduate student of Electric Power Supply and Thermal Energetics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA

**Vasilieva Nina A.** - Associate Professor of the sub-faculty of Philosophy, History and Sociology of the IrSAA, Candidate of Philosophic Sciences

**Vashukevich Yu. E.** – rector of the IrSAA, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor

**Vrzhashch Evgeny E.** – Professor of Physics sub-faculty of the IrSAA, Candidate of Technical Sciences

**Dedik Irina N.** - Post-graduate student of the sub-faculty of Botany and Meadow-farming of Agronomy dept. of the IrSAA

**Dubinina Elena N.** – Specialist in price formation of Farm Open Joint Stock Company “Belorechenskoe”

**Zapov Valery V.** - research worker of the Institute for Energetics Systems by L.A.Melentiev of SD RAS

**Ivanov Dmitry A.** – Junior lecturer of Electric Power Supply and Thermal Energetics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA

**Ivan’o Ya.M.** – vice-rector for research work of the IrSAA, Doctor of Technical Sciences, Professor

**Kiselyova Elena N.** – Competitor for a scientific degree of the sub-faculty of Botany and Meadow-farming of Agronomy dept. of the IrSAA

**Korzinnikov Yury S.** – Doctor of Biological Sciences, Professor of the sub-faculty of Botany and Meadow farming of Agronomy dept. of the IrSAA

**Koshelev Aleksander A.** – Leading research worker of the Institute for Energetics Systems by L.A.Melentiev of SD RAS, Associate Professor of the IrSAA

**Kudryashev Gennady S.** – Doctor of Technical Sciences, Professor of Electro-Techniques and Automation of Farm Production of Energy dept. of the IrSAA

**Kutimskaya Marina A.** - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor of Physics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA

**Litvinov Yury N.** - Doctor of Biological Sciences, Leading research worker of the Institute for Systematics and Animal Ecology of SD RAS (Novosibirsk)

**Lukina Galina V.** - Head of Electric Power Supply and Thermal Energetics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA, Candidate of Technical Sciences

**Lutsenko Svetlana A.** – Senior inspector of the Russian Farm Supervision Authorities within Irkutsk region and UOBAD

**Makridina Lilia N.** - Junior lecturer of Physics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA

**Naumov Igor V.** - Doctor of Technical Sciences, Professor of Electric Power Supply and Thermal Energetics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA

**Nosyreva Ulia N.** – Candidate of Agricultural Sciences, Professor of Feeding, Breeding and Veterinary Genetics sub-faculty of the Department of Biotechnology and Veterinary Medicine of the IrSAA

**Ostroumov S.S.** – Vice-governor of administration Irkutsk region

**Podiaytchikh Sergey V.** - Head of Electric Power Supply and Thermal Energetics sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA, Candidate of Technical Sciences

**Pokorsky Vladimir I.** – Associate Professor of the sub-faculty of Philosophy, History and Sociology of the IrSAA

**Pyshkin Denis P.** - Post-graduate student of the sub-faculty of Feeding, Breeding and Veterinary Genetics of the Department of Biotechnology and Veterinary Medicine of the IrSAA

**Razina Alfia A.** - Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the sub-faculty of Agricultural Ecology of Agronomy dept. of the IrSAA

**Rozhkov Dmitry M.** - Candidate of Technical Sciences, Senior lecturer of the sub-faculty of Fire Tactics and Vital Safety in FSEE of HVE “East-Siberian Institute of MIA”

**Rusanov Vyacheslav A.** - Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Chief Research worker of the Institute for Dynamics of Control Theory Systems of SD RAS

**Sinelnikov Aleksander M.** - Post-graduate student of Rural Electrification sub-faculty of Energy dept. of the IrSAA

**Tairov Emir A.** - Doctor of Technical Sciences, Professor of Electric Power Supply and Thermal Energetics of Energy dept. of the IrSAA

**Telyatko Aleksander L.** – Competitor for a scientific degree of the sub-faculty of Botany and Meadow-farming of Agronomy dept. of the IrSAA

**Tretiyakov Aleksander N.** - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Electro Techniques and Farm Production Automation of Energy dept. of the IrSAA

**Shishkin Gennady M.** – Candidate of Technical Sciences, Professor of the sub-faculty of Machine Repair and Metal Technology of Farm Mechanization dept. of the IrSAA

**Shpak Oxana N.** – Senior lecturer of the sub-faculty of Electro Techniques and Farm Production Automation of Energy dept. of the IrSAA

**Shpak Dmitry A.** - Head of the Division of the Information Technologies Centre of the IrSAA

## Требования к статьям, публикуемым в научно-практическом журнале “Вестник ИрГСХА”

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. На публикацию статьи авторов сторонних учреждений требуется сопроводительное письмо, оформленное на бланке соответствующего учреждения с рекомендацией к публикации. Для авторов, не являющихся сотрудниками, студентами, аспирантами и докторантами ИрГСХА, условием публикации статей является годовая подписка на журнал.

3. Размер статей, включая приложения - 6 - 16 страниц. Статьи должны быть представлены на листах формата А4, шрифт - Times New Roman, размер - 14 кегль, межстрочный интервал - 1,3, все поля – 2,0 см, абзацный отступ – 1,25 см, автоматическая расстановка переносов, дробные числа в виде: 1.25 (без запятой).

4. Автор предоставляет текст статьи в бумажной (компьютерная распечатка) и электронной (CD в редакторе WORD) версиях, совпадающих друг с другом. Бумажный вариант распечатывается на одной стороне стандартного листа, подписывается всеми авторами на последнем листе. В электронном варианте имя файла должно содержать фамилию первого автора и первые три слова названия.

5. Структура статьи включает в себя:

- универсальный десятичный код (УДК) - слева в верхнем углу, полужирный шрифт, 12 кегль;
- название статьи (ПРОПИСНЫМИ БУКВАМИ), полужирный шрифт, 14 кегль, межстрочный интервал - 1,0;
- и.о. фамилия автора, полужирный шрифт, 12 кегль;
- название организации, кафедры, 12 кегль, межстрочный интервал - 1,0;
- краткая аннотация (характеристика основных положений и результатов) объемом до 350 печатных знаков, 12 кегль, межстрочный интервал - 1,0;
- текст статьи: автор в статье 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: введение, объекты и методы, экспериментальная часть, результаты и их обсуждение, заключение или выводы;
- ключевые слова;
- библиографический список в виде общего списка по алфавиту, 12 кегль, межстрочный интервал - 1,0; в тексте указывается ссылка с номером, в квадратных скобках,
- краткая аннотация (Summary, до 350 печатных знаков) и название статьи на английском языке, межстрочный интервал - 1,0;
- иллюстрации к статье (при наличии) предоставляются в электронном виде, включенные в текст, в стандартных графических форматах с обязательным подрисовочным названием;
- таблицы набираются в редакторе WORD, название таблицы полужирным шрифтом, 12 кегль, размер шрифта внутренних символов таблицы – 12 пт.
- формулы и специальные символы набираются текстом с использованием пункта меню Символ, а для сложных формул применяется редактор формул MS-Equation 5.0.

6. На каждую статью обязательны две рецензии (внутренняя и внешняя), составленные доктором или кандидатом наук по направлению исследований автора. Рецензия обосновывает новизну и актуальность научной статьи, логику и научность изложения текста, аргументированность выводов и заключений, включает в себя рекомендации рецензента по отношению к статье. Рецензия заверяется печатью соответствующего учреждения (организации), подпись рецензента подтверждается начальником управления персоналом и содержит дату ее написания.

7. 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.

8. За фактологическую сторону статей юридическую и иную ответственность несут авторы.

9. Оплата с аспирантов за публикацию статей не взимается.

**На отдельной странице** предоставляется информация об авторе: фамилия, имя, отчество на русском языке (полностью), фамилия и инициалы на английском языке, ученая степень, ученое звание, должность, телефон и адрес для связи.

По всем вопросам оформления обращаться:

ул. Тимирязева, 59, кафедра общей биологии и экологии, к.38. Никулина Наталья Александровна.

т. (3952)20-80-32, e-mail: n\_nikulina@fsfbn34.ru

п.Молодежный, ИрГСХА, редакционно-издательский отдел, к.349. Каклимова Надежда Викторовна. т. (3952)23-74-72, e-mail: nbssk@mail.ru