

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Камчатский государственный технический университет»

# НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ: ПУТИ РАЗВИТИЯ

*Материалы  
Девятой всероссийской научно-практической конференции  
(22–24 мая 2018 г.)*

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский  
2018

УДК [001+37+001.895](063)  
ББК 72+74я431  
НЗ4

Ответственный за выпуск

*Н.Г. Клочкова,*  
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*О.А. Белов, к.т.н. (председатель);*  
*Ю.А. Агунович, к.э.н.; В.А. Швецов, д.т.н.;*  
*Н.С. Салтанова, к.т.н.; О.В. Ольхина; М.П. Гузь*

НЗ4

**Наука, образование, инновации: пути развития** : материалы Девятой всероссийской научно-практической конференции (22–24 мая 2018 г.) / отв. за вып. Н.Г. Клочкова. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2018. – 184 с.

ISBN 978-5-328-00376-6

В сборнике рассматриваются вопросы социально-экономического развития общества и государства, модернизации системы образования и проблемы техники и технологий. Авторами представленных докладов являются ведущие сотрудники научно-исследовательских институтов, преподаватели, аспиранты высших учебных заведений, в том числе КамчатГТУ, сотрудники организаций, которые занимаются изучением современного состояния науки, образования и инноваций в этой сфере.

УДК [001+37+001.895](063)  
ББК 72+74я431

ISBN 978-5-328-00376-6

© КамчатГТУ, 2018  
© Авторы, 2018

## Содержание

### Секция 1. ИННОВАЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

<b>Барабанова Е.А., Мальцева Н.С., Барабанов И. О., Выговтов К.А.</b> Имитационная модель алгоритма работы оптической коммутационной системы.....	6
<b>Белафина О.А., Швецов В.А.</b> Современное состояние методов перемешивания лабораторных проб минерального сырья. Проблемы и перспективы их решения .....	11
<b>Белов О.А.</b> Задачи оценки безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов .....	17
<b>Белов О.А., Швецов В.А.</b> Обоснование необходимости соблюдения нормативных требований при выполнении электросварочных работ на судах .....	21
<b>Бозинян О.В., Марченко А.А.</b> Применение судовых активных выпрямителей в судоремонтных испытаниях .....	24
<b>Гаврилов С.В.</b> Разработка и внедрение механизированных способов транспортировки сырца и методов бессетевого лова в рыбной промышленности Камчатки (1942–1953 гг.).....	27
<b>Заляева Г.О., Абрахимов И.Р.</b> Сравнительная характеристика шкал измерения землетрясений.....	33
<b>Ильин И.А., Ильина И.В.</b> Пфаффианы, вронскианы и билинейные уравнения Хироты .....	37
<b>Ильин Р.А., Шишкин Н.Д.</b> Актуальность внедрения в системы генерации энергии парогазовых установок на примере г. Астрахань .....	44
<b>Исмагилова А.Р., Тлявлин А.З., Исмагилова В.С.</b> Компенсация межсимвольной интерференции в PLC-системах методом предварительной коррекции сигнала .....	49
<b>Красницкий Д.В., Труднев С.Ю.</b> Электроснабжение учебно-тренажерного комплекса «Дымовой лабиринт» .....	54
<b>Лапшов Д.В., Машарова А.Е.</b> Оценка саморассеяния нагревной волны .....	58
<b>Лелеков Д.А., Саранча А.М.</b> Совершенствование технологий и развитие компьютерных процессоров .....	63
<b>Мальшев Е.О., Пятков А.А.</b> Оценка качества электроэнергии на Камчатке .....	67
<b>Марченко А.А.</b> Моделирование процесса противовключения асинхронных электродвигателей .....	71
<b>Матанская Э.В., Плиева Е.Т.</b> Ионосферные возмущения при запусках с космодрома «Восточный» .....	75
<b>Мырза В.Л., Марченко А.А.</b> Применение преобразователей на основе электрических машин в мощных судовых электроприводах .....	78
<b>Нистор А.С., Труднев С.Ю.</b> Автоматическое регулирование возбуждения и реактивной мощности .....	81

<b>Петрунин А.В., Труднев С.Ю.</b>	
Разработка современных методов диагностирования асинхронных электродвигателей .....	86
<b>Саранча А.М., Машарова А.Е., Пятков А.А.</b>	
Совершенствования индивидуальных спасательных и защитных средств .....	90
<b>Степанова Е.А., Пухарев В.В.</b>	
Сравнительный расчет и выбор виброизолирующей опоры для вертикального вала бактофуги .....	93
<b>Трибунская Р.М.</b>	
Предельное состояние теплозащитных материалов при одностороннем интенсивном нагреве .....	100
<b>Труднев С.Ю.</b>	
Экспериментальные исследования электрического сигнала.....	104
<b>Шевцов И.Г., Марченко А.А.</b>	
Сравнение характеристик электронных и электромеханических преобразователей в судовых системах.....	107
<b>Шишкин Н.Д., Ильин Р.А.</b>	
Анализ эффективности внедрения методов интенсификации теплообмена в теплообменных аппаратах .....	111
<b>Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А.</b>	
Оценка возможности расчета характеристик питающего пласта пароводяной скважины по данным измерений на устье.....	116
<b>Шуныкин Д.В., Зайцев С.А., Бессонов А.Ю., Тарабанов Б.В., Ушакевич А.П., Кузнецов Г.В., Дороганов А.Б.</b>	
К вопросу о совершенствовании подготовки операторов для контроля систем защиты от коррозии судов и кораблей .....	121
<b>Шуныкин Д.В., Швецов В.А., Белавина О.А.</b>	
Обоснование возможности совершенствования контроля защищенности судов рыбопромыслового флота от электрокоррозии .....	125
<b>Ямщиков В.А., Нижник О.Г.</b>	
Ионосферные источники энергии .....	128

## **Секция 2. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ СОЦИАЛЬНОГО, ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ПОЛИТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ**

<b>Болотова Р.Г., Кос Т.И., Агунович Ю.А.</b>	
Инвестиции как источник обновления основных производственных фондов предприятий рыбной отрасли Камчатского края.....	131
<b>Голубцов Н.В., Федоров О.В.</b>	
Энергоэффективность экономики в аспекте инновационного инженерного образования .....	153
<b>Еремина М.Ю., Петоян Л.А.</b>	
Эффективность деятельности рыбохозяйственных предприятий: оценка и факторы влияния ..	140
<b>Кошетар Н.А., Богданова Т.И.</b>	
Актуальные вопросы повышения уровня финансовой и налоговой грамотности молодежи .....	145
<b>Куликова З.Ф.</b>	
Проблемы и перспективы использования лизинга в рыбохозяйственном комплексе.....	149
<b>Левская И.В.</b>	
Условия и факторы повышения предпринимательской активности и привлечения инвестиций в рыбную отрасль Камчатского края .....	153

<b>Поварницына Т.С.</b>	
Аудиовизуальный метод как средство повышения эффективности обучения иностранному языку в техническом вузе.....	158
<b>Рогалева Н.Л., Климова Э.Н.</b>	
Инновационная концепция маркетинга услуг .....	161
<b>Рыкина В.В.</b>	
Развитие самостоятельного мышления студентов в процессе научно-исследовательской деятельности .....	166
<b>Супрун С.А.</b>	
Основные актуальные проблемы развития инновационной деятельности и направления внедрения новой техники на предприятии в России.....	171
<b>Шамои С.Ш.</b>	
Анализ демографической ситуации в Камчатском крае и причины оттока населения.....	175
<b>Шпалтаков В.П.</b>	
Интересы как важнейший фактор экономического развития.....	179
Список организаций – участников конференции и их адреса .....	184

**Секция 1. ИННОВАЦИИ И АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИЙ**

УДК 519.87:621.395.74

**Е.А. Барабанова, Н.С. Мальцева, И.О. Барабанов, К.А. Выговтов**

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, 414056  
e-mail: maltsevans@mail.ru*

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ АЛГОРИТМА РАБОТЫ  
ОПТИЧЕСКОЙ КОММУТАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ**

Предложена имитационная модель алгоритма работы оптической коммутационной системы. Имитационная модель представляет собой программу и описывается матрицей коммутации и матрицей временных слотов. Результаты работы имитационной модели позволяют оценить область эффективного использования предлагаемой оптической коммутационной системы. Максимальная пропускная способность коммутационной системы достигает 120 Тбит/с при времени передачи пакета, равном 1,28 нс.

**Ключевые слова:** оптическая коммутационная система, ячейка коммутации, коммутационный блок, длина волны, имитационная модель.

**E.A. Barabanova, N.S. Maltseva, I.O. Barabanov, K.A. Vytovtov**

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, 414056  
e-mail: maltsevans@mail.ru*

**IMITATION MODEL OF OPERATING ALGORITHM  
OF THE OPTICAL COMMUTATION SYSTEM**

The simulation model of the operation algorithm of the optical switching system is proposed. The simulation model is a program. A switching matrix and a time slot matrix describe it. The results of the simulation model allow us to estimate the area of effective use of the proposed optical switching system. The maximum throughput of the switching system reaches 120 Tbit / s with a packet transmission time equal to 1.28 ns.

**Key words:** optical switching system, switching cell, switching unit, wavelength, imitation model.

**Введение**

На сегодняшний день пропускная способность матриц самых производительных коммутаторов не превышает несколько сотен Гбит/с. Это связано с тем, что в основе работы матрицы лежит преобразование электрического сигнала в оптический и обращение к электронному устройству управления, что значительно замедляет процесс поиска свободного маршрута для передачи данных. Решением данной проблемы может быть реализация предлагаемого авторами алгоритма работы оптической коммутационной системы (КС), особенностью которого является отсутствие участия электронного устройства управления в процессе поиска свободных каналов связи [1]. Для проверки правильности работы алгоритма, а также для получения количе-

ственных характеристик, таких как пропускная способность системы, разработана имитационная модель оптического коммутатора и построены графики зависимости пропускной способности КС от времени передачи пакета.

### Алгоритм работы оптической коммутационной системы с параллельным поиском каналов связи

Рассмотрена оптическая трехкаскадная КС, содержащая блоки входного (Z), выходного (X) и промежуточного (R) каскадов. Каждый блок содержит ячейки коммутации. Передача информации осуществляется через ячейки коммутации, принадлежащие каждому блоку. Для осуществления работы КС необходимо произвести настройку ячеек коммутации, затем осуществить передачу информации через найденные ячейки, исключив их из дальнейшего поиска свободных путей. Алгоритм работы, при котором поиск свободных путей будет производиться параллельно с передачей информации, позволит сократить время работы КС в целом. Настройка известных коммутационных систем осуществляется последовательным способом. То есть сначала производится настройка свободных путей, затем передача информации.

Предлагается алгоритм работы КС, основанный на параллельном поиске свободных оптических волокон, соединяющих коммутационные блоки (КБ) соседних каскадов и свободные ячейки коммутации, не занятые в процессе передачи информации [5]. Работа КС происходит по тактам. Каждый такт процесса установления соединений делится на два полутакта. В течение первого производится поиск каналов связи через блоки промежуточного каскада Y к блокам выходного каскада X. Поиск конкретных входов в блоках выходного каскада происходит во время второго полутакта работы КС [2]. Поиск – это сравнение собственного имени ячейки коммутации и команды коммутации, поступившей на ее вход.

Структура оптической коммутационной системы представлена на рис. 1.

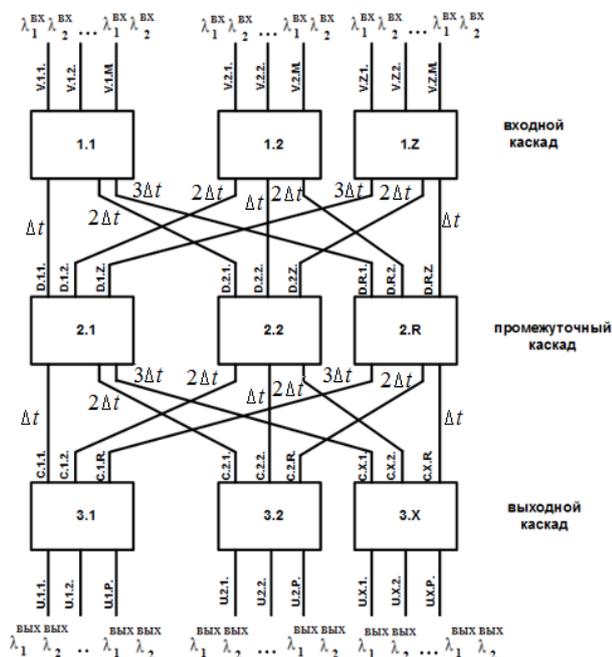


Рис. 1. Структурная схема оптической коммутационной системы

Команды коммутации считываются параллельно на входы КС, свободные от передачи информации. Команда коммутации – это оптические сигналы двух разных длин волн, содержащих информацию о номере КБ выходного каскада и номере входа в КБ выходного каскада. На рис. 2 представлен алгоритм работы оптической КС с параллельным поиском каналов связи.

Для соединения КБ соседних каскадов используются оптические волокна разной длины. Время распространения сигнала по ним имеет разное значение. За  $\Delta t$  принято минимальное количество времени, необходимое для преодоления оптическим сигналом расстояния между соседними каскадами. Предложенный алгоритм исключает наложение оптического сигнала, так как сигналы на одни и те же КБ промежуточного каскада приходят в разные моменты времени.

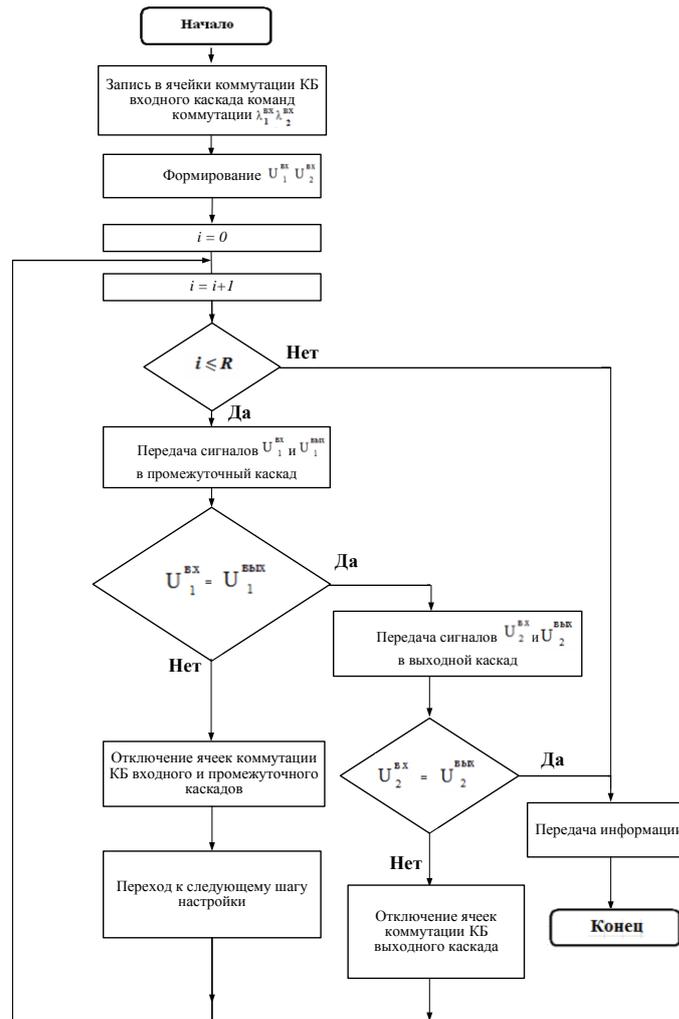


Рис. 2. Алгоритм работы оптической КС

Для начала передачи информации через коммутационную систему необходимо установить предварительный канал связи. На первом этапе происходит сравнение первого элемента команды коммутации, пришедшего с входного блока и номера пришедшего из выходного блока в ячейках КБ входного каскада. В промежуточном КБ в каждой ячейке производится сравнение второй длины соответствующей команды коммутации и номера выхода, поступающего из соответствующего КБ выходного каскада. В оптических ячейках, где произошло сравнение, и длины волн совпали, фиксируется канал связи. Через данные ячейки на следующем этапе будет передаваться информация. После этого происходит переход ко второму шагу поиска канала связи. На втором шаге для настройки задействуются оптические ячейки следующих КБ промежуточного каскада. При этом ячейки, в которых зафиксирован канал связи, в поиске не участвуют, по ним передается информация. Процедура поиска происходит аналогично.

Особенностью данного процесса является то, что процесс настройки совмещен с процессом передачи информации, и после окончания передачи информации через активные ячейки коммутации [3–5] освобождаются и снова могут участвовать в процессе поиска каналов связи.

### Имитационная модель алгоритма работы оптической коммутационной системы

Для доказательства эффективности применения разработанного алгоритма предлагается имитационная модель, шаг за шагом воспроизводящая логику работы КС.

Имитационная модель выполнена на языке JAVA и представляет собой компьютерную программу, позволяющую оценить работу предложенного ранее алгоритма. Результатом работы имитационной модели являются собранные в ходе наблюдения за протекающими событиями

следующие статистические данные: число поступивших и обработанных команд коммутации, величина необработанных сигналов, количество коллизий при сравнении. В данном исследовании под коллизией понимается процесс поступления в один и тот же момент времени оптических сигналов на одноименные входы промежуточного и выходного каскада. На основе полученных данных рассчитываются наиболее важные характеристики работы устройства: пропускная способность, время ожидания пакета, вероятность ожидания.

Программа моделирования структуры и алгоритма работы предлагаемой КС включает ряд модулей (см. табл.).

**Функциональное назначение модулей программы**

Имя модуля/оболочки	Назначение
Commutation_System.java	Оболочка для моделирования сбора данных
incSignalCom	Моделирует поступающий поток команд коммутации
step	Производит коммутацию команд
main	Запускает основные функции
genIncSignal	Моделирует поступающий поток информации
colFilter	Обработчик спорных команд маршрутизации
firstFilter	Производит распределение команд коммутации по коммутационным блокам промежуточного каскада
service	Модуль для хранения переменных и сбора данных
drawSystem	Производит моделирование графических изображений коммутационных блоков

По своему функциональному назначению вышеуказанные модули можно объединить в три основных блока программы:

- блок структуры КС;
- блок потока вызовов;
- блок коммутации.

Моделирование структуры КС производится в модуле DrawSystem.

В модуле incSignalCom осуществляется процесс генерирования поступающего потока вызовов (команд коммутации). Моделирование значений случайной величины  $X_c$  равномерным распределением на отрезке  $[0, 1]$  доступно в JAVA.

Исходная программа коммутации представляет собой множество пар, состоящих из адреса выхода КС и адреса входа, с которым данный выход будет соединен. Для исключения вероятности обращения к одному и тому же входу КС новая программа коммутации не содержит повторяющиеся пары.

На рис. 3 представлены результаты работы имитационной модели для оптической КС, размером 256 на 256. Построен график зависимости пропускной способности КС от времени передачи пакета. Пропускная способность показана на оси  $Y$ , время передачи одного пакета по оси  $X$ . Интервал времени между шагами настройки принят равным  $\Delta t = 10^{-11}$  с. Проанализирована пропускная способность системы при различной загрузке выходов. На рис. 3 представлены три кривые, иллюстрирующие работу системы при загрузке, равной 30, 50, 100%.

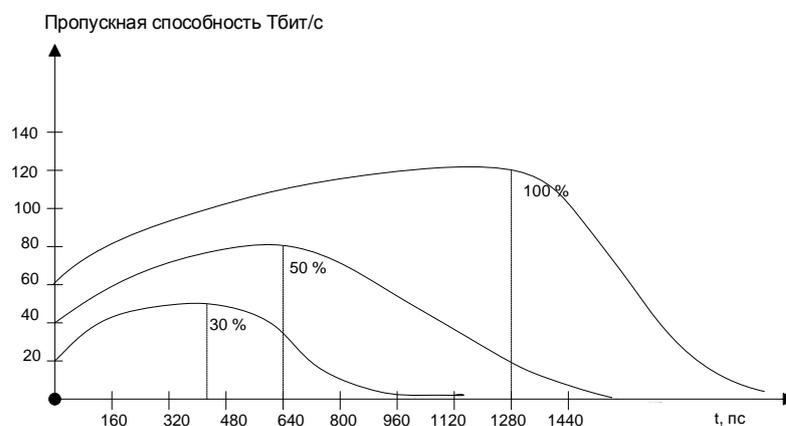


Рис. 3. График зависимости пропускной способности коммутационной системы от времени передачи пакета

Как видно из представленного графика, максимальная пропускная способность КС достигает 120 Тбит/с при времени передачи пакета, равном 1,28 нс.

### Заключение

Таким образом, разработанная в ходе текущего исследования имитационная модель оптической КС позволяет оценить, при каких начальных условиях эффективно использовать данную систему коммутации. Также она позволила подтвердить тот факт, что применение разработанного алгоритма коммутации позволит увеличить пропускную способность существующих оптических КС до 120 Тбит/с.

Данное исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-37-00059\18.

### Литература

1. *Барабанова Е.А., Береснев И.А., Барабанов И.О.* Управление элементами коммутации в оптической системе с параллельным поиском каналов связи // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – 2016. – № 4. – С. 89–97.
2. *Барабанов И.О., Мальцева Н.С., Барабанова Е.А.* Алгоритм параллельной обработки данных в оптических сетях // Научный вестник НГТУ. – 2014. – Т. 56, № 3. – С. 88–95.
3. *Барабанов И.О., Н.С. Мальцева, Е.А., Барабанова Е.А.* Электронные элементы для коммутационных микросхем с параллельной настройкой // Актуальные проблемы электронного приборостроения: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Саратов: СГТУ, 2014. – Т. 2. – С. 204–211.
4. Рекуррентные методы минимизации оптических многослойных структур для волоконно-оптических средств связи / *А.Х. Султанов, В.Х. Батанов, С.В. Костров, Р.В. Кутлюяров* // Вестник УГАТУ. – Уфа: Изд-во Уфим. ун-та. – 2009. – № 1. – С 193–199.
5. *Vytovtov K., Gnatushenko V., Zouhdi S.* Terahertz range double direction isolator based on stratified antiferromagnetic-dielectric structures. Theoretical investigation // *Elektronika*. – 2015. – № 2. – P. 75–78.

УДК 66.022.54:553.04

**О.А. Белавина, В.А. Швецов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕТОДОВ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ  
ЛАБОРАТОРНЫХ ПРОБ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ.  
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РЕШЕНИЯ**

В статье рассматривается необходимость совершенствования методов для экспрессного перемешивания лабораторных проб минерального сырья. Приводится классификация смесителей и наиболее перспективные предложения, направленные на совершенствование характеристик смешения. Большинство предложений сопровождается усложнением конструкции, повышением трудоемкости при эксплуатации и ремонте, поэтому в производственных лабораториях используются не часто.

**Ключевые слова:** перемешивание проб минерального сырья, групповые пробы, смесители.

**O.A. Belavina, V.A. Shvetsov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

**CURRENT STATE OF METHODS TO MIX LABORATORY SAMPLES  
OF MINERAL RAW MATERIAL.  
PROBLEMS AND PROSPECTS OF THEIR DECISION**

The necessity to improve the methods for express mixing of laboratory samples of mineral raw material is considered in the article. The classification of mixers and the most perspective offers directed to improvement of mixture characteristics are given. The most proposals are followed by complication of design, increase in labor input at operation and repair therefore in production laboratories they are used not often.

**Key words:** mixing of laboratory samples of mineral raw material, bulk samples, mixers.

**Введение**

Развитие горнорудной промышленности в Камчатском крае является приоритетным направлением развития экономики региона. На территории Камчатского края разведано более 50 месторождений золота. При разведке и эксплуатации золоторудных месторождений повсеместно используется пробирный анализ [1–3]. В ближайшее время планируется введение в эксплуатацию Озерновского золоторудного месторождения.

**Актуальность совершенствования методов перемешивания**

Операция перемешивания проб минерального сырья является важной составляющей частью подготовки проб к анализу [1]. Цель процесса перемешивания – получение теоретически достижимой для данного вещества однородности при минимальных затратах труда, времени и электроэнергии [2–4]. Для перемешивания проб используют лабораторные смесители [5, 6], но нередко эта операция выполняется вручную, а именно, способом перекачивания [1, 2, 7]. В работах [7–9] установлена зависимость степени однородности материала от времени его смешения, содержания редких частиц, соотношения размеров основных и редких частиц. Эти результаты исследований получены при использовании механических смесителей и не могут быть использованы для оптимизации операции перемешивания проб золотосодержащих руд способом перекачивания. Следует отметить, что рекомендации авторов работ [1, 7] по выполнению операции перемешивания методом перекачивания существенно различаются, что указывает на недос-

таточный объем исследований этого вопроса. Автор работы [9] утверждает, что скорость сегрегации порошкообразного материала возрастает тем значительнее, чем больше отношение диаметров или удельных весов зерен компонентов материала отличается от единицы, что вызывает сомнения и требует экспериментальной проверки. В качестве эффективного метода контроля результатов пробирного анализа предложено использовать групповые пробы [3, 10, 11]. При этом становится актуальным вопрос о способе перемешивания таких проб. В работе [12] приведен обзор механических устройств для перемешивания порошкообразных материалов. При сравнении эффективности операций перемешивания опробуемых материалов ручным и механическим способами рекомендуется использовать для перемешивания проб механический барабанный смеситель, снабженный сеткой с отверстиями 0,21 мм [6]. Однако использование этого устройства в практике (в лаборатории ОАО «Камчатгеология») показало, что данный способ перемешивания не пригоден для рутинного анализа вследствие его низкой экспрессности, т. к. на очистку устройства от остатков материала уходит много времени (10–15 мин.). Поэтому НД [1] рекомендует применять такие способы ручного перемешивания: способ перекачивания на листе кальки или на клеенке и способ кольца-конуса. При использовании способа перекачивания, получившего наибольшее распространение в производственных лабораториях, устраняется операция очистки оборудования от остатков материала предыдущей пробы, что повышает экспрессность пробоподготовки. Однако как показали исследования, применение этого способа имеет ограничения: его целесообразно применять для перемешивания проб с содержанием редких частиц в количестве от 0,5% до 2% и более [13, 14]. При более низких содержаниях редких частиц (<0,5%) он не обеспечивает качественного перемешивания. Кроме того, операция перемешивания способом перекачивания является монотонной и утомительной операцией. В работах [15, 16] рекомендуется смешивать вещества способом четырехкратного просеивания через сито. В этом случае операцию перемешивания можно механизировать с помощью лабораторного ситового анализатора модели 716 ГР или лабораторного рассеивателя типа УМЗ-1 [5]. Следует отметить, что при соблюдении установленной НД [1] крупности частиц материала проб (–0,071 мм) размер отверстий сита должен находиться в интервале значений 0,14–0,21 мм, что соответствует рекомендациям [6]. Однако при использовании таких сит возникает следующая проблема – отверстия сит забиваются материалом пробы и просеивание приходится проводить с помощью мягкой кисти [1]. Рекомендации работ [1, 6, 15, 16] по выбору диаметра отверстий сита для смешения порошкообразных материалов недостаточно обоснованы, поэтому необходимо проведение исследований, позволяющих установить оптимальный диаметр отверстий сит, используемых для перемешивания порошкообразных материалов. По мнению Ф. Стренка [9], перемешивание сыпучих материалов считается специфичным случаем, на который влияют многие факторы, учет которых весьма затрудняет (иногда и делает невозможным) выбор смесителя на основании теоретических данных. Основными факторами являются: степень однородности смеси; мощность оборудования; время смешения; износ аппаратуры; нагревание или охлаждение зернистого материала; работа под вакуумом или при повышенном давлении; очистка аппаратуры; образование пыли; возникновение электростатического разряда [9].

### Классификация механических смесителей

Существует много конструкций смесителей зернистых материалов, что обусловлено разными требованиями к операциям смешения, различным характером смешиваемых систем и отсутствием теоретических разработок для расчета таких смесителей. Смесители классифицируют в зависимости от предназначения и способа работы [17, 18]:

- *смесовые барабаны*; просты по устройству, но требуют значительной продолжительности смешения;
- *лопастные смесители*; используются при непрерывной работе, но процесс смешения в этих аппаратах также относительно продолжителен;
- *смесители с псевдооживлением материала быстро вращающимся ротором и смесители центробежного действия с вращающимся конусом*; относятся к высокоэффективным аппаратам, но наличие вращающихся деталей затрудняет обслуживание и ремонт;
- *пневмосмесители*; высокоэффективны, но требуют установку пылеулавливающих устройств, что усложняет их конструкцию;
- *вибросмесители*; материал циркулирует с помощью вибраций высокой частоты, они высокоэффективны, но сложны конструктивно.

### Наиболее перспективные предложения по усовершенствованию смесителей сыпучих материалов

При подготовке смеси сыпучих материалов компоненты загружают в смеситель через загрузочное отверстие, рабочий орган многократно их перемещает, благодаря циркуляции компоненты равномерно распределяются по всему объему [19]. При модернизации смесительного оборудования рекомендуется стремиться к минимальному изменению в конструкции [20]. В частности, для повышения производительности и качества смешения предлагается разместить в корпусе смесителя турбину, ось которой расположена поперечно направлению потоков компонентов [21]; вертикальные стенки корпуса смесителя соединяют с днищем по линии, повторяющей профиль циркулирующих потоков (восходящие и нисходящие потоки образуют тороид) [22]; корпус смесителя, состоящий из 2–3 емкостей, которые соединены переточной горловиной [23]; корпус смесителя выполняют в виде усеченного конуса [24]; предлагают его выполнить в виде двух усеченных конусов [25]; в виде кольцевой камеры с днищем волнообразной формы, и к вертикальному валу присоединить рабочие органы в форме щеток [26]. Иногда смесительная камера состоит из верхнего и нижнего узлов, каждый из которых включает по два взаимодействующих барабана [27]. В работе [28] управляют временем нахождения компонентов в аппарате с помощью изменения частоты вращения дна кольцевой камеры; используют равномерную последовательную загрузку компонентов по всей длине смесителя [29]. В работе [30] используют дополнительную крышку, а днище смесителя выполняют так, чтобы в месте его соединения со стенками получилась криволинейная форма; при расчете выпускного отверстия бункерного устройства учитывают влияние уплотняемости сыпучего материала [31]. Для подавления сегрегации материала предлагается установить дополнительные лопасти [32]. В работах [33, 34] рассмотрены устройства для перемешивания высокодисперсных порошков, которые разрушают конгломераты. Лопасти вала изготавливают с окнами, прикрепляют к ним отбойный элемент и устанавливают механизм изменения поворота лопаток на различный угол [35, 36]. В работах [37–39] выполняют лопатки из двух частей наружной и внутренней, с возможностью независимого изменения их углов поворота относительно оси вращения вала; используют пружину (упругость которой зависит от объемного веса смешиваемых материалов и их гранулометрии) для регулирования пространственного положения перемешивающих лопаток. Соединяют межлопастные каналы с загрузочной камерой с помощью полой втулки с пазами [40]. Регулируют положение лопаток в зависимости от физико-механических свойств, применяемых материалов и степени заполнения смесителя [41]. Используют одновременное дозирование всех компонентов [42]; устанавливают внутри барабана поперечную решетку [43]; закрепляют на внутренней поверхности наклонные лопасти [44]; узел смешения выполняют в виде двух вертикальных транспортеров, между которыми последовательно установлены лопатные барабаны [45]. В работе [46] смешение выполняют на ленте, совершающей движение типа «бегущая волна», с добавлением к движению транспортера качательного движения. Предлагается устройство для одновременного перемешивания и измельчения, при этом измельчающие элементы выполняют в виде призм удлиненной формы [47]; в форме шариков в верхней части большего диаметра, чем в нижней [48]. Автор работы [49] дополнительно устанавливает шнековый транспортер-измельчитель. Для устранения промежуточных операций и минимизации ручного труда объединяют процессы диспергирования, смешения, брикетирования и гранулирования [50].

### Выводы

Большинство предложений, направленных на совершенствование характеристик смешения, обеспечиваются усложнением конструкции и повышением ее стоимости, повышением трудоемкости при эксплуатации и ремонте, в связи с чем в производственных лабораториях используются не часто. Поэтому необходимо разрабатывать устройства [51] и методики для экспрессного выполнения операции перемешивания при минимальных затратах труда и финансов.

### Литература

1. ОСТ 41–08–249–85. Стандарт отрасли. Управление качеством аналитической работы. Подготовка проб и организация выполнения количественного анализа в лабораториях Мингео СССР. – М.: ВИМС, 1985. – 32 с.

2. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
3. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
4. Стахеев Ю.И., Кузнецов Ю.Н. Неоднородность химического состава вещества и точность аналитических методов // Заводская лаборатория. – 1970. – № 1. Т. 36. – С. 1–6.
5. Пробоотбирание и анализ благородных металлов: Справочник / Под ред. И.Ф. Барышникова. – М.: Металлургия, 1978. – 432 с.
6. Романов Н.Р. Сравнение эффективности операций перемешивания опробуемых материалов // Заводская лаборатория. – 1965. – № 10. – С.1231–1234.
7. Бимиш Ф. Аналитическая химия благородных металлов. Ч. 1. – М.: Мир, 1969. – 296 с.
8. Шахтин Д.М. Зависимость степени однородности огнеупорной массы от времени ее смешения и концентрации добавки // Огнеупоры. – 1976. – № 4. – С. 52–54.
9. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками / Пер. с польского; под ред. Щупляка И.А. – Л.: Химия, 1975. – 384 с.
10. Совершенствование оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов пробирного анализа геологических проб золотосодержащих руд / В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. – Т. 75, № 12. – С. 63–65.
11. Алгоритм оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов определения золота атомно-эмиссионным методом в геологических пробах золотосодержащих руд первой группы / В.В. Пахомова, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78, № 12. – С. 73–74.
12. Кузнецов Ю.Н., Стахеев Ю.И. Механизация и автоматизация операций эмиссионного спектрального анализа порошков // Заводская лаборатория. – 1969. – № 4. Т. 35. – С. 435–442.
13. К вопросу о перемешивании лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы способом перекачивания / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 17. – С. 16–21.
14. Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.
15. ГОСТ 23148-98. Порошки, применяемые в порошковой металлургии. Отбор проб [Электронный ресурс]. – URL: [http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost\\_3642.htm](http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_3642.htm) (дата обращения: 09.04.2013).
16. Смешивание веществ. Перекачивание. Пересыпание. Просеивание. [Электронный ресурс]. – URL: [xumich.ucoz.ru>publ/domashnjaja...smeshivanie...8-1...35](http://xumich.ucoz.ru>publ/domashnjaja...smeshivanie...8-1...35) (дата обращения: 09.04.2013).
17. Процессы и аппараты химической технологии: Учеб. пособие для вузов / А.А. Захарова, Л.Т. Бахшиева, Б.Н. Кондауров и др.; под ред. А.А. Захаровой. – М.: Издат. центр «Академия», 2006. – 528 с.
18. Леонтьева А.И. Оборудование химических производств. – М.: КолосС, 2008. – 479 с.
19. Технологическое оборудование предприятий по хранению и переработке зерна / Под ред. А.Я. Соколова. – М.: Колос, 1984. – С. 207.
20. Демин О.В., Першин В.Ф., Смолин Д.О. Интенсификация смешивания сыпучих материалов в лопастном смесителе // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55, № 8. – С. 108–111.
21. Пат. RU № 2155632. Способ смешивания веществ и смеситель для его осуществления / Прокопенко В.С., Тимошин И.В.; заявл. 08.10.1999; опубл. 10.09.2000; бюл. № 25.
22. Пат. SU № 41261. Способ изготовления искусственного мрамора / Соколов Е.М.; заявл. 11.09.1933; опубл. 30.04.1934; бюл. № 12.
23. Пат. SU № 1667917. Смеситель порошков с различной насыпной плотностью / Белоусов В.Я., Филиппенко А.В., Луцак Л.Д., Каптелов Ю.С., Лукань Ю.Д.; заявл. 30.08.1988; опубл. 07.08.1991; бюл. № 22.
24. Пат. SU № 447157. Смеситель / Кожевников И.П., Павлов М.М.; заявл. 29.08.1972; опубл. 25.10.1974; бюл. № 29.

25. Пат. RU № 70817. Устройство для перемешивания / *Котов С.Д., Петров С.В.*; заявл. 30.10.2007; опубл. 20.02.2008; бюл. № 5.
26. Пат. RU № 2256493. Смеситель сыпучих материалов / *Зайцев А.И., Лебедев А.Е., Бытев Д.О., Капранова А.Б.*; заявл. 04.02.2004; опубл. 20.07.2005; бюл. № 20.
27. Пат. RU № 2203727. Смеситель / *Зайцев А.И., Миронов Б.А., Зайцев И.А., Бытев Д.О., Мурашов А.А., Бибииков В.В., Таршиис М.Ю.*; заявл. 21.06.2000; опубл. 10.05.2003; бюл. № 13.
28. Пат. RU № 2378041. Смеситель сыпучих материалов / *Зайцев А.И., Лебедев А.Е., Дубровин А.В., Готовцев В.М.*; заявл. 11.09.2008; опубл. 10.01.2010; бюл. № 1.
30. Пат. RU № 41261. Смеситель / *Юркин Н.А., Хуснутдинов Р.Ф.*; заявл. 16.06.2004; опубл. 20.10.2004; бюл. № 29.
29. Пат. RU № 2233197. Способ приготовления смеси сыпучих материалов и установка для его осуществления / *Першин В.Ф., Демин О.В.*; заявл. 08.01.2002; опубл. 27.07.2004; бюл. № 21.
31. *Суфиянов Р.Ш., Каталымов А.В.* Влияние уплотняемости сыпучего материала на критический размер выпускного отверстия бункерного устройства // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54, № 1. – С. 100–103.
32. *Таршиис М.Ю., Волков М.В., Зайцев А.И.* К расчету барабанных смесителей сыпучих материалов с дополнительными рабочими элементами // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2012. – Т. 55, № 12. – С. 108–110.
33. Виброаэрационное смешивание порошков в газовой среде. Сообщение 1. Разработка способа и теоретических основ виброаэрационного смешивания порошков и разрушения конгломератов / *Ю.В. Концевой, Э.А. Пастухов, И.Э. Игнатьев, В.Я. Буланов, Е.В. Игнатьева* // Известия ВУЗов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2009. – № 1. – С. 12–16.
34. Виброаэрационное смешивание порошков в газовой среде. Сообщение 2. Расчет кинематики движения клапана и порошка, определение оптимальных размеров элементов смесителя / *Ю.В. Концевой, Э.А. Пастухов, И.Э. Игнатьев, В.Я. Буланов, Е.В. Игнатьева* // Известия ВУЗов. Порошковая металлургия и функциональные покрытия. – 2009. – № 2. – С. 6–11.
35. Пат. RU № 2242272. Агрегат для смешения сыпучих материалов / *Зайцев А.И., Лебедев А.Е., Мурашов А.А., Зайцев И.А.*; заявл. 17.02.2003; опубл. 20.12.2004; бюл. № 35.
36. Пат. RU № 2398622. Способ приготовления смеси сыпучих материалов и установка для его осуществления / *Першин В.Ф., Демин О.В., Комарова И.А.*; заявл. 11.01.2009; опубл. 10.09.2010; бюл. № 25.
37. Пат. RU № 2398623. Способ смешивания сыпучих материалов и установка для его осуществления / *Демин О.В., Першин В.Ф.*; заявл. 21.04.2009; опубл. 10.09.2010; бюл. № 25.
38. Пат. RU № 2077942. Смеситель / *Гуревич Л.Р., Хохлачев Г.В., Старожницкий А.Я., Щукин В.С.*; заявл. 01.03.1994; опубл. 27.04.1997; бюл. № 12.
39. Заявка на изобретение RU № 94007464. Смеситель / *Гуревич Л.Р., Хохлачев Г.В., Старожницкий А.Я., Щукин В.С.*; заявл. 01.03.1994; опубл. 27.01.1996; бюл. № 3.
40. Пат. RU № 104022. Устройство для приготовления смесей / *Мохнаткин В.Г., Шулятьев В.Н., Филликов А.С., Солонщиков П.Н., Мохнаткин А.В., Обласов А.Н.*; заявл. 20.12.2010; опубл. 10.05.2011; бюл. № 13.
41. Пат. SU № 1502068. Смеситель / *Завалий И.А., Пилипенко А.Н., Живило А.П., Тимановский А.В.*; заявл. 16.06.1987; опубл. 23.08.1989; бюл. № 23.
42. *Егоров Г.А., Мельников Г.М., Максимчук Б.М.* Технология муки, крупы и комбикормов. – М.: Колос, 1984. – С. 339.
43. Пат. SU № 7901. Способ и устройство для получения углекислого аммония / *Лидер Е.Э., Фокин Л.Ф.*; заявл. 10.02.1926; опубл. 28.02.1929; бюл. № 6.
44. *Макаров Ю.И.* Аппараты для смешения сыпучих материалов. – М.: Машиностроение, 1973. – С. 100.
45. Пат. RU № 2146965. Смеситель / *Зайцев А.И., Миронов Б.А., Зайцев И.А., Таршиис М.Ю., Бибииков В.В., Бытев Д.О., Тимофеев С.А.*; заявл. 15.03.1999; опубл. 27.03.2000; бюл. № 9.
46. Пат. SU № 1491733. Смеситель сыпучих материалов / *Зайцев А.И., Таршиис М.Ю., Сидоров В.Н., Бытев Д.О.*; заявл. 27.02.1987; опубл. 07.07.1989; бюл. № 19.
47. Пат. RU № 653 U1, МПК6 А23 G01/18. Устройство для перемешивания и измельчения какао-продуктов / *Беззубцева М.М., Симонов С.И., Беззубцев А.Е.*; заявл. 05.03.1993; опубл. 16.08.1995; бюл. № 23.

48. Пат. SU № 1729383. Электромеханическое устройство для обработки шоколадных масс / *Лепилин В.Н., Беззубцева М.М., Пуговкин П.Р.*; заявл. 09.11.1989; опубл. 30.04.1992; бюл. № 12.

49. Пат. RU № 78692. Устройство для измельчения и перемешивания продуктов / *Платашенков И.С.*; заявл. 20.05.2008; опубл. 10.12.2008; бюл. № 34.

50. Интенсификация процесса приготовления пресс-порошков из тонкодисперсных корундовых керамических масс / *А.В. Ветюгов, В.П. Романов, А.В. Богородский, В.А. Безлепкин, В.Н. Блиничев* // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2011. – Т. 54, № 8. – С. 105–108.

51. Пат. RU № 141243. Смеситель порошкообразных материалов / *Белавина О.А., Швецов В.А., Пахомова В.В., Пахомов В.А.*; заявл. 24.09.2013. опубл. 27.05.2014, бюл. № 15.

УДК 620.19:629.5.023

**О.А. Белов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: boa-1@mail.ru*

### **ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ БЕЗОПАСНОГО УРОВНЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ КОРПУСА В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ**

Коррозионные процессы в период эксплуатации морских судов оказывают существенное влияние на их техническое состояние и возможность безопасного использования судна в различных режимах, в том числе в режиме длительной стоянки. Существующие требования обеспечения безопасности и надежности эксплуатации морских судов предполагают комплексный подход при решении задач в области контроля и поддержания заданного уровня электрохимической защиты металлических корпусов. В статье рассматриваются основные подходы при оценке электрохимической защиты корпусов судов для своевременного формирования комплекса мероприятий по обеспечению ее безопасного уровня.

**Ключевые слова:** электрокоррозия, электрохимическая защита, техническая эксплуатация, безопасность, технические измерения, контроль.

**O.A. Belov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: boa-1@mail.ru*

### **ASSESSMENT PROBLEMS OF SAFE LEVEL OF ELECTROCHEMICAL HULL PROTECTION DURING THE OPERATION OF MARINE VESSELS**

Corrosion processes during the operation of sea-going ships have a significant impact on their technical condition and the possibility of safe use of the vessel in various modes, including long-term parking. Existing requirements to ensure the safety and reliability of ship operation require a comprehensive approach to solve the problems in monitoring and maintaining a specified level of electrochemical protection of steel hulls. The article considers the main approaches to the assessment of electrochemical protection of ship hulls for the timely formation of a set of measures to ensure its safe level.

**Key words:** electrocorrosion, electrochemical protection, technical operation, safety, technical measurements, control.

Техническая эксплуатация современных морских судов связана со значительным влиянием на состояние их металлических корпусов, а также технологического оборудования, судовых систем и устройств различных видов коррозии. Наиболее опасным видом коррозии, оказывающим разрушающее воздействие на элементы корпуса, механизмов и систем, является электрохимическая коррозия. Результатом воздействия коррозии является не только снижение эксплуатационных свойств судна, надежности его технических средств и корпуса в целом, но и снижение безопасности плавания судна в море и экологической безопасности в акватории при нахождении судна в режиме длительной стоянки. Данный фактор формирует особенности использования судов по назначению и вызывает необходимость внедрения специальных методов и средств обеспечения защиты судов от коррозии. Необходимость контроля и регулирования электрохимической защиты корпуса связана с различными эксплуатационными свойствами судна и их способностью оказывать значительное влияние на обеспечение безопасности [1–8].

Поддержание заданного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации судна требует осуществления комплекса взаимосвязанных инженерно-технических и организационных мероприятий, разработка и внедрение которых основывается на научных исследованиях в области защиты кораблей и судов от коррозии. Необходимость научного подхода к решению

данной проблемы объясняется, прежде всего, возрастающими требованиями к антикоррозионной защите, как фактора отрицательного влияния на оборудование судов и окружающую среду [9–12].

Структурирование и построение задач, последовательно решаемых при проведении исследований электрохимической защиты металлических корпусов судов, позволяет выделить основные направления и методы их решения. Способы решения задач оценки и контроля уровня электрохимической защиты корпусов сформулированы, опираясь на исследования электрического поля судна и его влияния на состояние корпуса. Руководящие документы определяют электрическое поле судна как одно из основных физических полей, по которым предусмотрены меры защиты на кораблях и судах всех классов [13–15].

Оценка безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов предполагает комплексное использование взаимосвязанных направлений:

- систематический контроль и замеры;
- построение моделей;
- работа с информацией и данными;
- анализ данных;
- разработка мероприятий обеспечения заданного уровня электрохимической защиты.

Кратко рассмотрим цели и структуру решаемых задач при использовании данного подхода.

Систематический контроль и замеры параметров электрохимической защиты корпуса осуществляются посредством организации системы мероприятий по контролю и мониторингу электрохимической защиты корпуса судна и имеют следующие цели:

- оценка фактического уровня электрохимической защиты корпуса, а также эффективности ее работы в условиях воздействия дополнительных физических, химических, биологических и иных факторов, лежащих в основе интенсивности коррозионных процессов;
- анализ выдвинутых гипотез и разработанных моделей электрохимической защиты корпуса;
- апробация эксплуатационной пригодности устройств измерения параметров электрохимической защиты и процессов, а также устройств контроля ее работоспособности.

В процессе натуральных наблюдений за состоянием электрохимической защиты корпуса решаются задачи:

- измерения параметров электрохимической защиты и процессов;
- предварительной обработки результатов измерения параметров и процессов.

Основная цель решения задачи измерения параметров электрохимической защиты состоит в получении измерительной информации об уровне защиты и интенсивности протекающих коррозионных процессов, которая бы отвечала требованиям, предъявляемым к ней, исходя из целей натуральных наблюдений [16–18].

Построение моделей электрохимической защиты корпуса судна имеет своей целью получение информации об уровне защиты и протекающих процессах с помощью математического аппарата. Основными задачами моделирования являются:

- разработка моделей электрохимической защиты корпуса судна и коррозионных процессов;
- выполнение экспериментов с моделями.

Выполнение экспериментов с моделями электрохимической защиты корпуса судна и коррозионных процессов позволяет получить при минимальных или ограниченных возможностях необходимую информацию

В современных научных исследованиях [19–23] активно используется теория планирования экспериментов, которая содержит эффективные методы, позволяющие повысить качество экспериментов с моделями электрохимической защиты корпуса судна и коррозионных процессов.

Работа с информацией и данными в любой предметной области предполагает решение задач:

- сбора и представления информации и данных;
- обобщения и классификации информации и данных.

Решение перечисленных задач позволяет классифицировать, согласовывать и обобщать всю доступную информацию об эффективности электрохимической защиты корпусов судов и интенсивности коррозионных процессов на различных этапах проведения исследований и выработки решений относительно обеспечения защиты корпуса от электрокоррозии. Для решения задач данного уровня могут быть использованы разработанные для систем искусственного интеллекта методы работы с данными и знаниями.

Анализ данных имеет назначение получения оценок неизвестных величин, характеризующих текущее или прогнозируемое состояние электрохимической защиты корпуса судна и протекающих коррозионных процессов.

В данном направлении осуществляется решение задач комплексного анализа параметров электрохимической защиты корпуса судна и коррозионных процессов путем:

- расчета параметров электрохимической защиты корпуса;
- пересчета параметров электрохимической защиты корпуса;
- идентификации электрохимической защиты корпуса и коррозионных процессов.

Разработка мероприятий обеспечения заданного уровня электрохимической защиты имеет своей целью перевод ее функционала из одного состояния в другое. Основными задачами на данном направлении являются:

- управление уровнем электрохимической защиты и интенсивностью коррозионных процессов;
- управление измерениями защитного потенциала корпуса судна.

Оценка безопасного уровня электрохимической защиты корпуса судна предполагает:

- определение базовых решений относительно функционирования электрохимической защиты;
- определение оптимального варианта, обеспечивающего требуемые свойства электрохимической защиты.

Реализация процесса исследований в области антикоррозийной защиты судов в современных условиях может быть реализован на основе автоматизированных процедур, в которых оператору отводится роль элемента, формулирующего конкретные задачи исследования, выполняющего анализ результатов их решения и принимающего окончательное решение, а автоматизированная система – роль инструмента, обеспечивающего качественное решение поставленных задач [24–27].

Использование комплексного подхода при решении задач оценки безопасного уровня электрохимической защиты корпуса в процессе эксплуатации морских судов позволяет обеспечить наибольшую эффективность работы персонала, выполняющего действия по оценке соответствия электрохимической защиты корпуса безопасному уровню.

Результаты решения каждой из рассмотренных задач исследования состояния электрохимической защиты судна могут иметь локальное значение либо быть использованы другими задачами в качестве исходной информации. Решения, принятые персоналом, в итоге должны реализовываться через устройства контроля параметров электрохимической защиты корпуса судна и интенсивности коррозионных процессов.

### Литература

1. Рябинин И.А., Парфенов Ю.М. Надежность, живучесть и безопасность корабельных электроэнергетических систем. – СПб.: ВМА, 1997. – 430 с.
2. Половко А.М. Надежность, живучесть и безопасность технических систем. – Л.: Знание, 1992. – 240 с.
3. Белов О.А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 34. – С. 12–18.
4. Белов О.А., Дороганов А.Б. Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – № 37. – С. 10–13.
5. Белов О.А. Общий алгоритм развития опасных ситуаций в судовых условиях // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Восьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 51–54.
6. Белов О.А. Процесс формирования постепенного отказа в технических системах // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Шестой всерос. науч.-практ. конф. – 2015. – С. 44–49.
7. Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – № 42. – С. 6–10.
8. Белов О.А., Клементьев С.А., Дороганов А.Б. Коррозионные процессы как фактор снижения безопасности эксплуатации морских судов // Инноватика и экспертиза: Научные труды. – 2017. – № 1(19). – С. 123–126.
9. Белов О.А. Современное состояние организации комплексной защиты металлических корпусов кораблей и судов от коррозии // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2017. – № 3. – С. 115–120.

10. Дороганов А.Б., Белов О.А. Современное состояние методов и средств измерения электрического поля судов и кораблей // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 125–127.
11. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин // Вестник Камчатского гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
12. Пат. RU № 169581. Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Лысянский С.П., Адельшина В.В.; опубл. 23.03.2017.
13. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 1998. – 37 с.
14. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М.: Военное изд-во, 2002. – 350 с.
15. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 20.07.2015).
16. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия: Морская техника и технология. – 2017. – № 1. – С. 29–38.
17. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 55–58.
18. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, О.А. Белавина // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия Морская техника и технология. – 2017. № 3. – С. 7–15.
19. Можяев А.С. Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем. – Л.: ВМА, 1988. – 67 с.
20. Тихонов А.Н., Арсенин В.Я. Методы решения некорректных задач. – М.: Наука, 1979. – 210 с.
21. Белов О.А., Марченко А.А., Труднев С.Ю. Анализ расчетно-аналитических методов прикладных задач технической безопасности // Вестник Астрахан. гос. техн. ун-та. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 4. – С. 7–15.
22. Белов О.А. Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 3. – С. 96–102.
23. Контроль систем протекторной защиты стальных судов и кораблей: Моногр. / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозеров, Д.В. Шунькин. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – 109 с.
24. Белов О.А. Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2014. – Вып. 30. – С. 11–16.
25. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромысловых судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 191–193.
26. Белов О.А. Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – Вып. 40. – С. 12–17.
27. Динамика совершенствования систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов морских судов и методов их контроля / Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Дороганов А.Б. // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 194–195.

УДК 621.791:629.5

**О.А. Белов, В.А. Швецов**

*Камчатский государственный технический университет  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail:boa-1@mail.ru*

### **ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ СОБЛЮДЕНИЯ НОРМАТИВНЫХ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ЭЛЕКТРОСВАРОЧНЫХ РАБОТ НА СУДАХ**

Показана необходимость соблюдения нормативных требований при выполнении электросварочных работ на судах.

**Ключевые слова:** коррозия стальных корпусов судов, электрокоррозия, контроль защищенности судов от электрокоррозии, переносной электроизмерительный прибор, переносной электрод.

**O.A. Belov, V.A. Shvetsov**

*Kamchatka state technical University  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail:boa-1@mail.ru*

### **RATIONALE FOR REGULATORY COMPLIANCE WHEN PERFORMING WELDING WORK ON SHIPS**

The necessity of regulatory compliance when performing welding work on ships is shown.

**Key words:** corrosion of steel hulls of vessels, galvanic corrosion, control of ship protection from electrocorrosion, portable electrical device, portable electrode.

Успешная эксплуатация судов камчатского флота невозможна без эффективной борьбы с коррозией и обрастанием судов [1, 2], основанной на соблюдении требований нормативных документов (НД) [3, 4]. Согласно НД [3] экипаж судна должен контролировать защищенность корпуса судна от электрокоррозии и соблюдать нормативные требования при выполнении электросварочных работ на судах.

Однако экипажи судов камчатского флота нормативные требования НД [3] не выполняют, что приводит к образованию язвенной коррозии судов. Образование язвенной коррозии обусловлено повышенной плотностью переменного тока ( $>1 \text{ мА/см}^2$ ), стекающего в воду с тех участков наружной обшивки корпуса судна, на которых повреждено лакокрасочное покрытие корпуса.

Обоснованность этого положения подтверждается результатами следующего эксперимента. На шести рыбопромысловых судах (РС-150), пришвартованных у причала 4 (рис. 1), измеряли плотность переменного тока в контрольных точках корпуса судна, используя результаты исследований [5–12].

При выполнении измерений использовали переносной электроизмерительный прибор (мультиметр MASTECH MY62) и переносной электрод, изготовленный из электроугольной щетки для электрических машин (площадь сечения электрода  $1 \text{ см}^2$ ). Схема соединения элементов контрольной электрической цепи приведена на рис. 2. Измерения выполняли в шести контрольных точках [3, 8]. Схема расположения контрольных точек на корпусе судна приведена на рис. 3.

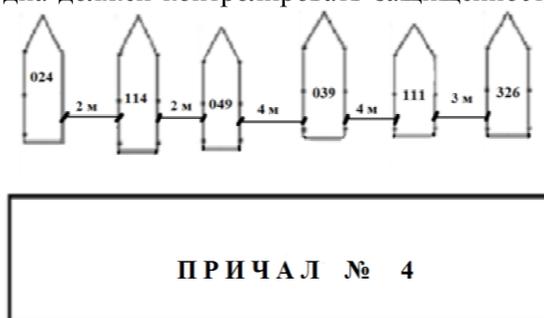


Рис. 1. Схема расположения судов у причала № 4

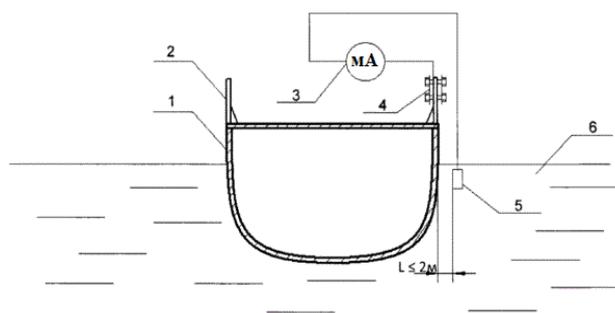


Рис. 2. Схема соединения элементов контрольной электрической цепи для измерения силы блуждающего переменного тока: 1 – корпус судна; 2 – фальшборт судна; 3 – переносной миллиамперметр; 4 – прижимной контакт; 5 – переносной электрод; 6 – морская вода

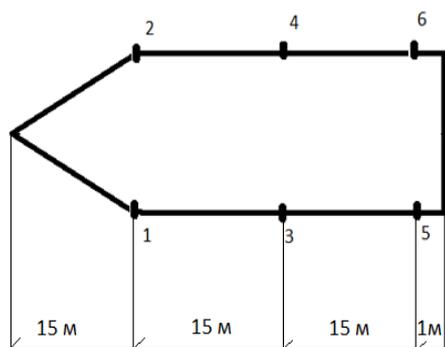


Рис. 3. Схема расположения контрольных точек корпуса рыбопромыслового судна

В каждой контрольной точке выполняли по три измерения плотности переменного тока. Результаты эксперимента приведены в таблице. Во время выполнения измерений плотности переменного тока в контрольных точках корпуса на судах № 049 и № 114 выполнялись электросварочные работы в носовой части судов.

**Результаты контроля защищенности от электрокоррозии корпусов судов, пришвартованных у причала № 4**

Судно №	№ измерения; Среднее значение $I_{cp} \sim \text{мА/см}^2$ ; Коэффициент вариации $V, \%$		Результаты измерения плотности тока $I, \text{мА/см}^2$ ; Среднее значение $I_{cp} \sim \text{мА/см}^2$ ; Коэффициент вариации $V, \%$ , полученные в контрольной точке №					
			1	2	3	4	5	6
326	№ измерения	1	0,13	0,09	0,10	0,10	0,09	0,12
		2	0,14	0,08	0,08	0,09	0,11	0,14
		3	0,15	0,10	0,09	0,11	0,10	0,13
	Среднее значение $I_{cp} \sim$		0,14	0,09	0,09	0,10	0,10	0,13
	Коэффициент вариации $V, \%$		7,1	11,1	11,1	10,0	7,0	5,4
111	№ измерения	1	0,06	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08
		2	0,08	0,08	0,07	0,07	0,05	0,08
		3	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,07
	Среднее значение $I_{cp} \sim$		0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,08
	Коэффициент вариации $V, \%$		14,3	14,3	0	10,0	14,0	8,7
039	№ измерения	1	0,37	0,20	0,20	0,15	0,20	0,22
		2	0,36	0,19	0,19	0,15	0,21	0,22
		3	0,35	0,18	0,21	0,15	0,21	0,21
	Среднее значение $I_{cp} \sim$		0,36	0,19	0,20	0,15	0,21	0,22
	Коэффициент вариации $V, \%$		2,8	5,3	5,0	0	3,3	3,2
049	№ измерения	1	1,08*	0,96	0,16	0,25	0,20	0,08
		2	1,09*	0,97	0,15	0,26	0,20	0,08
		3	1,09*	0,96	0,17	0,27	0,21	0,08
	Среднее значение $I_{cp} \sim$		1,09*	0,96	0,16	0,26	0,20	0,08
	Коэффициент вариации $V, \%$		0,6	0,7	6,2	3,8	3,5	0
114	№ измерения	1	1,06*	0,88	0,39	0,15	0,09	0,46
		2	1,05*	0,90	0,38	0,16	0,08	0,45
		3	1,06*	0,89	0,40	0,16	0,08	0,47
	Среднее значение $I_{cp} \sim$		1,06*	0,89	0,39	0,16	0,08	0,46
	Коэффициент вариации $V, \%$		0,7	1,1	2,6	4,4	8,7	2,2
024	№ измерения	1	0,59	0,63	0,28	0,05	0,16	0,15
		2	0,60	0,64	0,29	0,06	0,15	0,16
		3	0,60	0,63	0,29	0,05	0,15	0,16
	Среднее значение $I_{cp} \sim$		0,60	0,63	0,29	0,05	0,15	0,16
	Коэффициент вариации $V, \%$		1,2	1,1	2,4	14,0	4,7	4,4

\* Значение плотности переменного тока превышает допустимое значение, равное  $1 \text{ мА/см}^2$ .

Результаты эксперимента, приведенные в таблице, позволяют сделать следующие выводы:

- а) необходимо соблюдать требования НД [3] при выполнении электросварочных работ на судах;
- б) во время выполнения электросварочных работ на судне необходимо контролировать

защищенность корпуса судна от электрокоррозии; в) точность результатов измерения плотности переменного тока отвечает требованиям НД [13].

### Литература

1. *Марткович А.М.* Борьба с коррозией корпуса судна. – М.: Морской транспорт, 1955. – 170 с.
2. *Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В.* Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
3. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М: Военное изд-во, 2002. – 350 с.
4. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200049727> (дата обращения: 07.04.2017).
5. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
6. Обоснование выбора переносного милливольтметра для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, Д.В. Коростылев, О.А. Белавина, В.А. Кириносенко* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 36. – С. 12–18.
7. Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / *В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.В. Кириносенко, О.А. Белавина* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2015. – № 31. – С. 47–55.
8. *Белозёров П.А.* Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылев, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.
9. *Белов О.А., Дороганов А.Б.* Проблемы методологии контроля электрохимической защиты стальных корпусов кораблей и судов // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 37. – С. 10–13.
10. Обоснование выбора необходимого числа параллельных измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов в контрольной точке / *В.А. Швецов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, С.А. Малиновский* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 35. – С. 40–46.
11. Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко* // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2014. – Вып. 30. – С. 46–54.
10. Пат. РФ № 2589246. Способ контроля режима работы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / *Швецов В.А., Адельшина Н.В., Белозеров П.А., Коростылев Д.В., Белавина О.А.* / заявитель и патентообладатель Камчат. гос. техн. ун-т (RU). – № 2015104363/28; заявл. 10.02.2015. опубл. 10.07.2016, бюл. № 19.
11. Пат. 153280 Российская Федерация, U1 МПК G01N 17/02 (2006.01). Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / *Швецов В.А., Белозёров П.А., Шунькин Д.В., Диденко А.А., Луценко А.А., Коростылёв Д.В., Белавина О.А.* / заявитель и патентообладатель Камчат. гос. техн. ун-т (RU). – № 2014142289/28; заявл. 20.10.2014. опубл. 10.07.2015, бюл. № 19.
12. Пат. 169581 Российская Федерация, U1 МПК G01N 17/02 (2006.01). Устройство для контроля протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / *Швецов В.А., Белов О.А., Шунькин Д.В., Белавина О.А., Лысянский С.П., Адельшина В.В.* / заявитель и патентообладатель Камчат. гос. техн. ун-т (RU). – № 2016139086; заявл. 04.10.2016. опубл. 23.03.2017, бюл. № 9.
13. ГОСТ Р 8.736-2011 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200089016> (дата обращения: 09.04.2018).

**О.В. Бозинян, А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 684003  
e-mail: olejik.1998@mail.ru*

## **ПРИМЕНЕНИЕ СУДОВЫХ АКТИВНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ В СУДОРЕМОНТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ**

В данной статье авторы рассматривают работу активных выпрямителей для беспрепятственной отдачи электрической энергии в сеть при сбросе частоты асинхронного электропривода. Представленные авторами решения позволят добиться улучшения энергетической эффективности электроприводов при использовании промышленных преобразователей частоты.

**Ключевые слова:** активный выпрямитель; рекуперация; электрическая энергия; частота.

**O.V. Bozinyan, A.A. Marchenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 684003  
e-mail: olejik.1998@mail.ru*

## **USE OF SHIP ACTIVE RECTIFIERS IN SHIP-REPAIR TESTS**

In this article, the authors consider the operation of active rectifiers for the unimpeded return of electrical energy to the network when the frequency of an asynchronous electric drive is reset. The solutions presented by the authors will allow to achieve improvement of power efficiency of electric drives using industrial frequency converters.

**Key words:** active rectifier, recuperation, electrical energy, frequency.

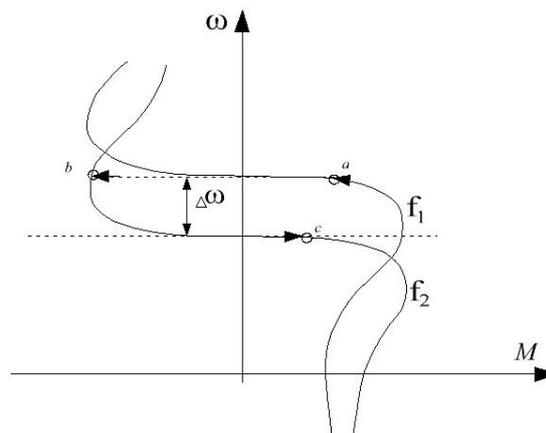
Проблема рекуперации электрической энергии при изменении частоты питающего напряжения на сегодняшний день очень актуальна. В современных преобразователях частоты для ограничения обратного тока применяется дополнительный нагрузочный резистор. В рамках существующей проблемы энергосбережения эффективности судовых электроприводов данное решение не актуально, так как имеет место рассеивание электрической энергии [1].

Основной трудностью применения схем рекуперации является двойное преобразование энергии в преобразователях со звеном постоянного тока [2]. Современные инверторы напряжения с применением IGBT транзисторов обладают свойствами двустороннего энергетического обмена между сетями постоянного и переменного тока.

Для осуществления взаимного обмена электрической энергией между сетью переменного тока и электродвигателем необходимо включение инвертора по инверсной схеме в качестве активного выпрямителя.

Одним из свойств полупроводниковых вентилях является работа в инверторном режиме.

Переход выпрямителя от выпрямительного к инверторному режиму представлен на рис. 2. На рис. 2, а в качестве примера представлена схема однополупериодного выпрямителя с управляемым тиристором. Тиристорный ключ работает в режиме выпрямителя в том случае,



*Рис. 1. Механическая характеристика асинхронного двигателя при частотном управлении*

если значение угла управления  $\alpha$  напряжение  $u_2$  больше значения э. д. с.  $E$  (рис. 2, а). Так как машина постоянного тока и трансформатор тока обладают некоторой индуктивностью  $L$ , ток  $i_a$  во вторичной обмотке трансформатора еще протекает некоторое время после того, как напряжение  $u_2$  уменьшится до значений э. д. с.  $E$ . При изменении полярности э. д. с.  $E$  машины постоянного тока она начинает работать в генераторном режиме (рис. 2, б). При одновременном увеличении угла управления  $\alpha$  до значений больше  $180^\circ$ , во втором полупериоде ток  $i_a$  под действием э. д. с.  $E$  будет двигаться встречно напряжению  $u_2$  (рис. 2, б). В данном режиме происходит передача электрической энергии в сеть, что соответствует инверторному режиму.

В инверторном режиме вначале происходит накопление энергии в индуктивной катушке  $L$ . Начиная с момента времени, когда напряжение  $u_2$  становится больше э. д. с.  $E$ , начинается рекуперация электрической энергии [3]. При этом равенство запасаемой и отдаваемой энергий соответствует заштрихованным участкам напряжений  $u_2$  на рис. 2, б.

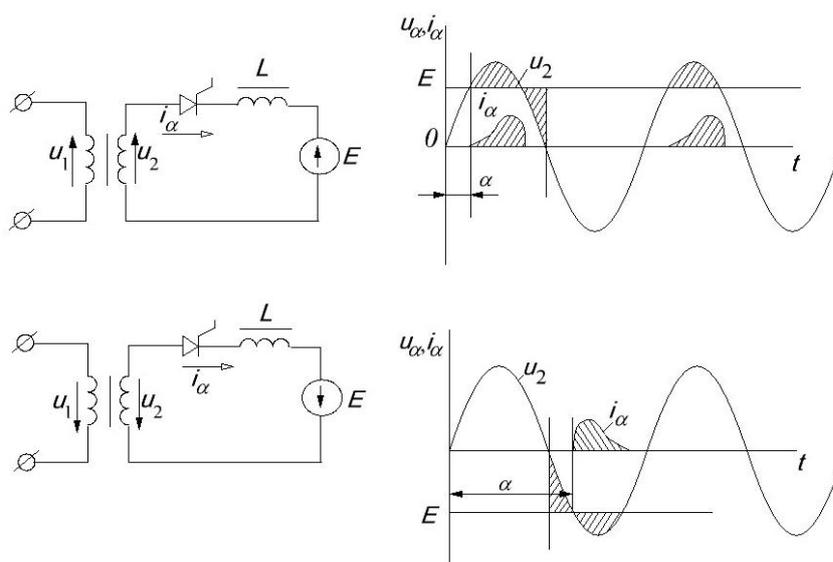


Рис. 2. Переход от выпрямительного к инверторному режиму в однополупериодном выпрямителе

Необходимым требованием для работы преобразователя в инверторном режиме является надежность запираания тиристора до очередного момента времени, когда значение э. д. с. станет больше значения напряжения вторичной обмотки. Переход от выпрямительного к инверторному режиму происходит при неизменном напряжении тока  $i_a$ , но при изменениях полярностей э. д. с.  $E$  и напряжения  $u_2$ .

Благодаря этим свойствам применение активных выпрямителей позволяет добиться энергоэффективности в системах с использованием электрических машин переменного тока, в том числе в системах для испытаний электрических машин.

Данное решение имеет массу преимуществ перед традиционными схемами выпрямления.

К основным преимуществам относятся: поддержание  $\cos \varphi = 1$  (рис. 3, а); генерирование реактивной (рис. 3, б) или активной мощности (рис. 3, в), а также синхронная выработка активной и реактивной мощности (рис. 3, г).

Для крупных судоремонтных предприятий решением может быть схема, представленная на рис. 4. Питание нескольких электродвигателей подается от общего активного выпрямителя и звена постоянного тока. Так как мощность ПЧ может быть в несколько раз выше мощности АВ, то данное решение позволяет значительно упростить систему.

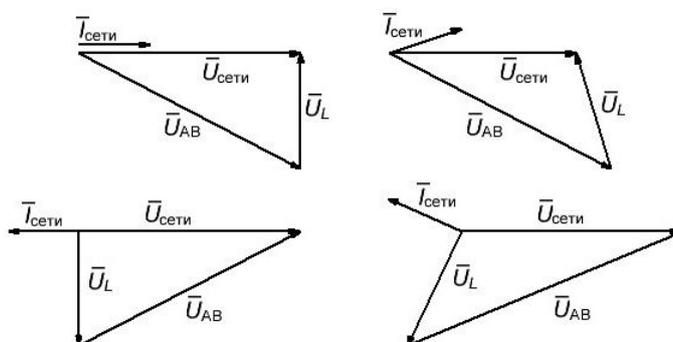


Рис. 3. Векторные диаграммы режимов работы АВ

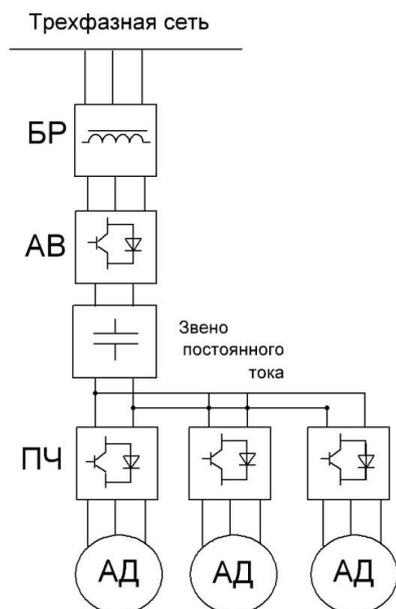


Рис. 4. Схема стэнда для испытаний АД с применением АВ для рекуперации электрической энергии

Так же, как и автономный инвертор, активный выпрямитель инвертирует постоянное напряжение фильтрового конденсатора в импульсное напряжение на своих зажимах переменного тока. Эти зажимы связаны с питающей сетью через буферные реакторы БР.

В системах для испытания АД важным является то, что рабочая частота напряжения на зажимах переменного тока АВ постоянна и равна частоте питающей сети. Разность мгновенных значений синусоидального напряжения питающей сети и импульсного напряжения на зажимах переменного тока АВ воспринимаются буферными реакторами, являющимися неотъемлемыми элементами системы, индуктивность обеспечивает повышающий режим работы преобразователя.

В настоящее время на территории Камчатского края запрещена рекуперация электрической энергии на предприятиях в целях сохранения ее качества. В таком случае возможно применение нагрузочного устройства с накоплением и циркуляцией электрической энергии в пределах схемы, которое представлено на рис. 4.

Данное схемное решение предусматривает отдачу электроэнергии не напрямую в сеть, а накопление ее в цепи постоянного тока. Осуществить переход к постоянному току можно при помощи выпрямителя. Накапливать энергию можно в конденсаторе для немедленного использования в цепи постоянного тока предлагаемой системы. Возможно также использование и заряда дополнительного аккумулятора или ионистора.

### Литература

1. Браун М., Раутани Дж., Пэтл Д. Диагностика и поиск неисправностей электрооборудования и цепей управления. – М.: Энергоатомиздат, 2007. – 328 с.
2. Калявин В.П., Мозгалецкий А.В. Технические средства диагностирования. – Л.: Судостроение, 1987. – 196 с.
3. Марченко А.А., Онищенко О.А., Труднев С.Ю. Исследование модели асинхронного электродвигателя на возможность нагружения при помощи понижения частоты питающего напряжения // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 29. – С. 17–24.

УДК [908:639.2/.3](571.66)

**С.В. Гаврилов**

**РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ  
ТРАНСПОРТИРОВКИ СЫРЦА И МЕТОДОВ БЕССЕТЕВОГО ЛОВА  
В РЫБНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАМЧАТКИ  
(1942–1953 гг.)**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: gavrilov\_sv@kamchatgtu.ru*

Рассмотрена история создания и попытки внедрения на крупнейшем рыбопромышленном предприятии Камчатки – Озерновском комбинате – комплекса механизированной добычи рыб лососевых пород и транспортировки улова до места обработки, включавшего гидравлические подъемные устройства и установку для электротаксиса.

**Ключевые слова:** рыбонасос, электролов, электротаксис, анод, река Озерная, Озерновский рыбокомбинат, Акционерное Камчатское общество, Главкамчатрыбпром, лосось, путина.

**S.V. Gavrilov**

**DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF THE MECHANIZED  
TRANSPORTATION METHODS OF RAW FISH AND THE FISHING WITHOUT  
NETS METHODS IN KAMCHATKA FISHING INDUSTRY  
(1942–1953)**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 684003  
e-mail: gavrilov\_sv@kamchatgtu.ru*

The article deals with the history of creation and the attempts to introduce a complex of the mechanized catching of salmons and transportation of a catch to the place of processing including hydraulic lifting devices and installation for electrotaxis on one of the largest fishing enterprises in Kamchatka – Ozernovsky plant.

**Key words:** fish pump, electrofishing, electrotaxis, anode, river Ozernaya, Ozernovsky fish factory, Joint-Stock Kamchatka Company, Glavkamchatrybprom, salmon, fishing season.

В начале лета 1948 г. на Камчатку пришло известие о присвоении инженеру управления Главкамчатрыбпрома (ГКРП) Николаю Филипповичу Чернигину Сталинской премии третьей степени с формулировкой «за выдающиеся изобретения и коренные усовершенствования производственной работы за 1947 г.» [1, № 131]. Этой ранее небывалой на полуострове награды он удостоился за разработку и внедрение в промышленность двух типов рыбонасосов, использовавшихся для выгрузки улова из кунгасов и неводов и подачи рыбы в заводские цехи.

Будучи студентом Московского рыбвтуза, в 1935 г., находясь на производственной практике в Астрахани, он обратил внимание на то, что выгрузка улова из кунгасов на берег отнимает у рыбаков много времени, нередко больше, чем сам лов. Постепенно пришло понимание, что рыбу можно транспортировать гидравлическим путем с помощью рыбонасоса, работающего на принципе эжектора. Разработка конструкции, получившей серийное наименование «НЧ-3», стала темой его дипломного проекта. После его защиты, состоявшейся 26 октября 1936 г., Н.Ф. Чернигину была присвоена квалификация инженера-механика мясо-рыбоконсервной промышленности.

Рыбонасос положил начало более крупным проектам гидравлической механизации трудоемких процессов, признанным имеющим «очень большое значение для рыбной промышленности». Его автора направили трудиться в Москву, в аппарат Главрыбы, «по организации изготовления

производственного образца своего изобретения». В марте 1937 г. он стал инженером-механиком Волго-Каспийского госрыбтреста в Астрахани. Здесь до 1942 г. в ходе натурных испытаний непрерывно совершенствовал и расширял область применения своего изобретения, внедренного на предприятиях треста [1, № 137].

В 1942 г. Наркомрыбпром СССР решил использовать установки Чернигина на промыслах больших масштабов, чем волжские и каспийские. Для этого автора командировали на Камчатку в распоряжение Акционерного Камчатского общества (АКО). Насосы опробовали на западной Камчатке в реке Большой. Первые же опыты дали ранее небывалые результаты. Улов горбуши в 60 ц был поднят на приемную пристань всего за три с половиной минуты [1, № 137].

В июне 1943 г. Н.Ф. Чернигина перевели на полуостров на постоянную работу. Приказом по управлению АКО от 25 октября 1943 г. он считался с 1 июня 1943 г. работавшим старшим консультантом-методологом «с окладом по смете 1 200 руб. в месяц», а 10 ноября 1943 г. был зачислен инспектором в производственно-технический отдел с персональным окладом 1 500 руб. [2].

В летнюю путину 1943 г. опыты с рыбонасосами были продолжены и расширены. Теперь они не только перегружали улов из ловушек неводов в кунгасы и из них на берег, но и приспособлялись для выливки сельди из трюмов сейнеров и траулеров. 25 июня 1943 г. начальник АКО подписал приказ № 272: «В целях наиболее эффективного использования возможностей, представляемых производству рыбонасосами инженера тов. Чернигина, а также проверки применения рыбонасосов... приказываю: 1. Командировать инженера тов. Чернигина в комбинаты Кировск, Микояновск и Озерная для руководства и контроля работ по установке имеющихся там рыбонасосов... 2. Директорам комбинатов... принять все зависящие от них меры для того, чтобы рыбонасосы были смонтированы и опробованы до 15 июня 1943 г. и работали бы нормально все время путины [3, л. 237].

Вот что сам Чернигин позже рассказывал об этом: «По распоряжению Наркомата рыбной промышленности в этом году рыбонасосы намечено использовать на рыбокомбинатах Камчатки. Здесь, ввиду большой концентрации рыбы в путину, значительно расширяется область применения этих установок. Помимо выгрузки рыбы с судов на берег, они могут быть использованы так же и на выгрузке рыбы из ловушек неводов в кунгасы и даже непосредственно из реки. Применение насосов значительно сократит потребность в рабочей силе и ускорит подачу рыбы на берег. Рыбонасос может быть использован не только на выгрузке сельди, но и лососевых пород. Эта возможность подтверждена опытом, проведенным в прошлом году в комбинате имени Микояна. Установленный на речном берегу рыбонасос выгружал горбушу из закидного невода со скоростью 600–650 ц в час и подавал рыбу непосредственно на пристань консервного завода. В путину 1943 г. эти установки намечается применить в Кичигинском, Озерновском, Корфском и имени Микояна комбинатах» [4, № 80].

В сентябре 1944 г. начальник АКО отметил, что двухлетний опыт эксплуатации рыбонасосов в Кировском и Нижне-Олюторском комбинатах показал их «полную приемлемость и значительную эффективность». Необходимость их широкого внедрения на других предприятиях рыбохозяйственного комплекса Камчатки доказывалась «лучшим сохранением качества рыбы, уменьшением потерь, идеальной санитарией, быстротой разгрузки и освобождением значительного количества рабочей силы».

С 15 января по 1 марта 1945 г. в Петропавловске действовали курсы «механиков-машинистов рыбонасосов», вызванных из комбинатов по представлению технического отдела общества. Таковых обучили 25 чел. Планово-экономическому отделу АКО поставлена задача: ввести в штаты комбинатов в 1945 г. эти должности, разработать и разослать на места положение об оплате [5, л. 198].

Изготовление рыбонасосов было налажено на предприятиях Петропавловска: в механических мастерских АКО и на судоремонтной верфи. В путину 1947 г. их действовало уже 23, в 1948 г. прибавились еще 12. Кроме того, они с большим эффектом применялись на Каспии, Сахалине, в Охотске, на Курилах и на Азово-Черноморье [1, № 137].

До мая 1949 г. Н.Ф. Чернигин был заместителем начальника энергомеханического отдела АКО, а затем ГКРП. За это время в промышленность были внедрены два типа его рыбонасосов (рис. 1). Первый – водоструйный (1942–1943 гг.), задуманный в Астрахани, второй – центробежный (с 1948 г.).

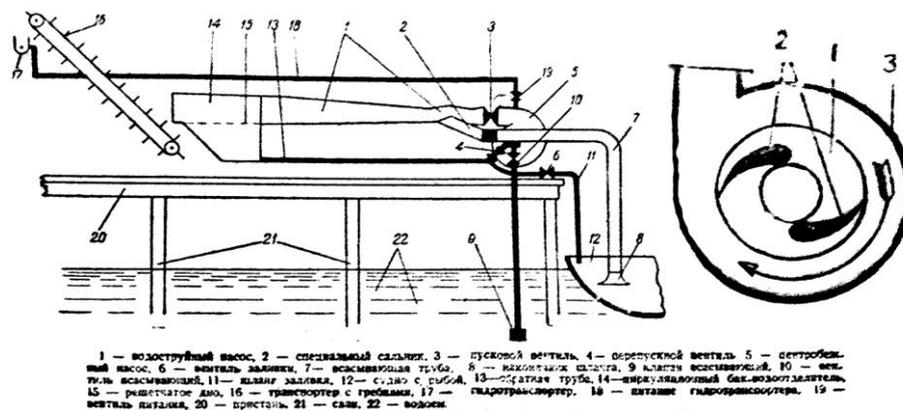


Рис. 1. Два типа рыбонасосов Н. Ф. Чернигина: водоструйный и центробежный [6, № 250]

В водоструйном насосе (эжекторе) центробежный механизм являлся частью установки и служил для подачи рабочей воды, с помощью струи которой засасывалась рыба. В центробежном насосе рыба поступала вместе с водой за счет быстро вращавшегося ротора с двумя лопастями специальной формы. Струйный насос поднимал рыбу на высоту не более трех метров, установка с ним получалась более громоздкой и сложной. Центробежный насос перемещал улов на высоту до семи метров без повреждений. В этом и состояло его основное преимущество перед водоструйным. Но он тем сильнее повреждал рыбу (причинял кровоподтеки, а то и отрывал голову), чем выше становилась высота подъема и обороты рабочего колеса [6, № 250].

Логичным итогом работы над рыбонасосами стала защита Н.Ф. Чернигиным в мае 1949 г. диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ее тема: «Применение рыбонасосов в разгрузке орудий лова на Камчатке». В июле 1952 г. вышла подготовленная при его участии брошюра «Опыт работы бригады рыбонасосной установки при рыбоконсервном заводе № 55 Озерновского рыбокомбината» объемом 200 страниц, ставшая руководством к действию для многих добытчиков полуострова [7, л. 86]. В это время он заведовал лабораторией механизации Камчатского отделения ТИПРО. Здесь в течение ряда лет разрабатывал устройства для выгрузки рыбы из кунгасов за линией прибоа на расстоянии 150–250 м и больше от берега и поточную систему приема сельди непосредственно из ловушек ставных неводов сетным коридором и рыбонасосом. Продолжились и его эксперименты над «способом лова рыбы из реки рыбонасосом и электричеством» [2].

О начале работ на Камчатке над этим новым способом механизированного бессетового лова сообщает приказ по АКО от 16 ноября 1943 г.: «Инженер тов. Чернигин Н.Ф. проведенными на рыбокомбинате «Озерная» опытами в путину 1943 г. успешно доказал явление притяжения анодом постоянного тока (электротаксис) лососевых пород: красной и кеты» [8, л. 101].

Явление электротаксиса заключалось в воздействии на нервную систему рыб, заставлявшем их при определенной силе и напряжении тока, разных для каждой породы, «неудержимо стремиться к положительному полюсу – аноду, удаляясь от отрицательного – катода». Впервые его обнаружил австрийский профессор Штейниц в 1867 г. Электрическое поле побуждало рыбу идти в определенное место, где ее можно было засосать вместе с водой. В этом и заключалась суть нового предложения Н.Ф. Чернигина. В СССР первые опыты по лову рыбы электричеством были поставлены в 1933–1936 гг. в Мурманске. С помощью переменного тока здесь пытались организовать «электрозапор» сельди, заходившей в губы побережья, но испытания показали его малую эффективность по сравнению с сетным. Выяснилось, что основным препятствием для электролова является непродолжительность электротаксиса. Рыба, продержавшаяся у анода несколько секунд, «как бы заряжаясь током, спокойно отходит». Теперь чтобы вновь вызвать электротаксис, нужно приложить более высокое напряжение. Вторым препятствием стало «непрямоелинейное прохождение тока в воде при больших расстояниях между электродами. Заряженная электрическим током зона вокруг электрода располагается в виде шарообразной сферы с напряжением тем больше, чем меньше расстояние до электрода». Оба этих обстоятельства ранее не были замечены ни одним исследователем и стали известны лишь благодаря трудам Чернигина вначале в Астрахани, а в 1943 г. они были подтверждены на Камчатке.

В военных условиях при ограниченных ресурсах снабдить опытные работы, начавшиеся в 1943 г., всем необходимым не удалось, пришлось отступить от проекта. Так, насос поставили не вблизи русла реки, а почти рядом с пристанью. Свайную решетчатую перегородку реки заменили обычной сетяной, не оправдавшей себя: из-за сильного течения реки она или поднималась, или затоплялась водой, открывая рыбе свободный проход. Ввиду того, что нерка не шла к пристани, а двигалась по руслу, пришлось ограничиться наблюдениями лишь над немногими экземплярами, случайно приближавшимися к пристани. Повлияла на итоги испытаний и малая численность горбуши, которая единственная заходила на мелководье. При таких неблагоприятных условиях из реки непосредственно рыбонасосом с помощью электричества выловили лишь 29 рыб. Благодаря мелководью, воздействие тока на рыбу было хорошо видно. «Спокойно плывущая рыба, войдя в зону действия электричества, резко меняет направление и бросается к всасывающей трубе рыбонасоса, к которой был подведен анод постоянного тока высоковольтной установки. Рыба старается обязательно прикоснуться к металлическому наконечнику трубы, и если рыбонасос включен, то немедленно засасывается в трубу и подается на пристань живой и невредимой. Интересно отметить, что наиболее легко подвергаются воздействию тока гольцы, затем красная и труднее всего поддается действию тока горбуша» [9, № 131].

Далее приказ по АКО гласил: «Учитывая большие перспективы для механизации речного лова рыбы явления электротаксиса во взаимодействии с рыбонасосом, приказываю: 1. Инженеру тов. Чернигину Н.Ф. произвести необходимые расчеты, разработать проект установки рыбонасоса и высоковольтной установки для осуществления в путину 1944 г. на Озерновском комбинате лова рыбы непосредственно из реки» [8, л. 101].

Проверив в 1943 г. действие электричества на лосося в Озерновском комбинате, технический отдел АКО решил получить промышленные результаты. В сентябре 1944 г. вышло распоряжение: «Начальнику АКОпроекта... к 20 декабря 1944 г. разработать проект... с расчетом использования рыбонасоса в качестве орудия лова рыбы непосредственно из реки с помощью электричества. Директору Озерновского рыбокомбината перемонтировать к путине 1945 г. рыбонасос согласно проекту с целью проведения в 1945 г. опыт непосредственного лова рыбы из реки с помощью электричества и заездки». Этот же документ предписывал не позже 5 октября 1944 г. подыскать помещение для экспериментальной лаборатории по электролову. Здесь намеревались изучить характер прохождения электрического тока в пресной и морской воде «с расчетом получения практических результатов электролова для промышленности в путину 1945 г.» [5, л. 199].

Первые опыты показали его принципиальную возможность, хотя многое было совершенно не ясно, получены далеко не все необходимые данные. Зато, например, выяснилось, что зона действия тока на рыбу слишком мала. Очередные опыты по электролову лососевых в открытом водоеме прошли в 1947 г.

1 марта 1948 г. на основании приказа ГКРП, «в целях развертывания подготовительных и проектных работ для обеспечения выполнения плана экспериментальных работ», Н.Ф. Чернигину поручена разработка проекта производственной установки для Озерновского комбината. Ее предполагалось установить на месте тоней здешнего колхоза «Красный труженик» [10, л. 315].

27 июля 1948 г. издан приказ по ГКРП № 404 «О производстве работ по электролову в Озерновском рыбокомбинате». Для его осуществления и проведения опытов по выгрузке рыбы из кунгасов на рейде при помощи «системы спаренных насосов» директору предписывалось собрать насосы и трубопровод длиной 900 м на реке Озерной и испытать их не позднее 15 августа. Один насос монтировался на кунгасе, второй – на морской пристани, затем они соединялись трубами. В Озерную отправлена электростанция мощностью 60 кВт [11, л. 155].

Проведенные в 1948–1949 гг. опыты оказались успешными, поэтому ГКРП 26 февраля 1950 г. издал приказ № 94 «О расширении экспериментальных работ по созданию искусственных концентраций косяков рыбы без применения сетных орудий лова». Теперь этим занималась лаборатория механизации Камчатского отделения ТИНРО. Ей выделили агрегаты постоянного и переменного тока мощностью 33 и 18 кВт, установленные на катере, а также электромотор переменного тока мощностью 25 кВт, бензиновый двигатель и рыбонасос НР-250. Директору комбината предписано «осуществить производственную установку электролова на реке Озерной не позже 20 июня 1950 г., с тем, чтобы до рунного хода лосося опробовать все агрегаты

и устранить пусковые недочеты. В период с 20 июля по 10 сентября совместно с работниками ТИНРО провести полные испытания установки электролова и зафиксировать все показатели его работы и эффективности» [12, л. 259–262].

После этих теоретических и практических исследований экспериментально-промышленная установка была осуществлена на тонях колхоза «Красный труженик» в путину 1953 г. (рис. 2).

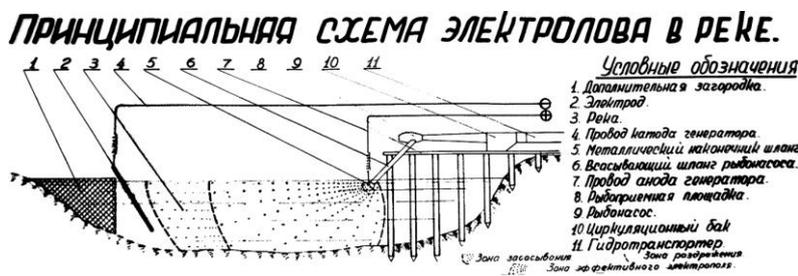


Рис. 2. Схема установки электролова на реке Озерной, 1953 г. (из фондов ГАКК)

Свайная решетчатая загородка сплавляла рыбу и заставляла ее идти в проход шириной 10 м. По его бокам располагались катоды, а в центре – анод в виде раструба насоса. Работу насоса НЧ-3 обеспечивал электромотор переменного тока мощностью 30 кВт, делавший 1 450 об/мин, после него рыба вместе с водой шла во вторую ступень – насос НР-250, приводимый в действие бензиновым двигателем, а потом по рыбоводу длиной 1 164 м направлялась в приемные бункеры. Здесь ее взвешивали и передавали в разделочный цех, на холодильник или консервному заводу. К концу путины взамен двух был поставлен новый насос КРЧ, подававший рыбу, не повреждая ее и не засоряя чешую песком. Мощность, потребляемая установкой, при этом понизилась почти втрое [13, л. 4–9].

Эта установка позволила проверить ряд теоретических предположений. В производственном режиме она действовала 12 дней. Всего за 50 часов электроловом добыто 609 ц горбуши, гольца, нерки и несколько экземпляров кеты. Производительность резко колебалась, составляя 1–200 ц в час, в зависимости от интенсивности хода рыбы в реке. Часовые ее возможности оценивались в 700 ц.

Но выявились и некоторые социальные аспекты, на которые ранее разработчики новой техники внимания не обратили. По словам Чернигина, «отношение колхозников к электролову заставляет желать много лучшего. Смотреть, как рыба сама прыгает в трубу рыбонасоса, приходили очень многие, интересовались всеми подробностями, но когда приходилось сделать что-нибудь для проведения работ, то выполняли только под большим нажимом». Деятельность установки послужила поводом обвинить и электролов, и Чернигина во всех бедах, приключившихся в это время в Озерной. «Пока создаются комиссии, пока выясняется непричастность электролова и рыбопроводов к тому или иному явлению, уже появлялась новая версия нелепого обвинения, и надо было снова создавать комиссию». А в числе вышеупомянутых бед назывались: невыполнение плана, помехи загородки рыбакам, наличие большой горбуши с вываливающимися глазами, много мертвой рыбы по берегам реки, много нерки с кровавыми «хомутиками», наносы песка в реке и его попадание под чешую. Кому-то показалось, что рыба, пойманная при помощи электричества, «ненормально синего цвета», носились слухи, что из стальных рыбопроводов ползают черви...

Но главная причина таилась вовсе не в, якобы, вызываемых электроловом природных изменениях. Дело в том, что на нем было занято примерно в десять раз меньше рыбаков, чем в обычной бригаде, а производительность их труда была такой же. К тому же людям теперь следовало иметь техническую квалификацию. Делался такой вывод: «Большинству колхозников Озерной надо будет распрощаться с заработками в 25–35 тыс. руб. за путину на речном лове и переходить на более трудный и не столь богатый заработками морской активный лов. При разработке перспектив применения электролова приходится сейчас учитывать и этот немаловажный фактор».

Оценила опыты и комиссия, в присутствии которой переставляли провода на раструбе и электродах, выключали и внезапно включали ток, показав, что рыба шла к раструбу всасывающего шланга насоса только под действием электричества (рис. 3). Без него же она не подходила даже близко, в том числе и тогда, когда специально поставили направляющие решетки так, что

они образовали сильно суживавшийся проход, в конце которого находился раструб. Было подтверждено, что электролов – закономерное явление, дающее основание утвердительно ответить на вопрос о возможности его применения в промышленности [13, л. 13–16].



Рис. 3. Подход рыбы к раструбу насоса под действием электрического тока (из фондов ГАКК)

Опытная установка, работавшая в Озерной в 1953 г., должна была стать прототипом промышленной, задание на проектирование которой ГКРП утвердил 10 марта 1954 г. Ее намеревались разместить в месте слияния рек Первой и Второй Явиной, на правом берегу, в четырех километрах от рыбоконсервного завода № 59. Сроком ввода в эксплуатацию установлен июль 1954 г. Проект разрабатывало Камчатское отделение института Гипрорыбпром. Этой установкой намеревались с 1 июля по 1 сентября 1954 г. взять 10 000 ц лосося.

Основным ловецким инструментом служил металлический раструб (анод) на всасывающем шланге насоса. Засасываемая в него рыба через рыбопровод шла на отборочную площадку. Организационно установка с обслуживавшими ее 16 чел. должна была входить в состав завода как рыболовецкая бригада [14, л. 1–10].

Осуществить этот проект не удалось: его завершение пришлось на резкое сокращение подходов лосося к берегам полуострова, одной из причин которого называют бесконтрольный облов дрейфтерными сетями в открытом море с японских судов.

#### Литература

1. Камчатская правда. Комплект за 1948 г.
2. Архив отдела кадров КамчатНИРО.
3. Государственный архив Камчатского края (ГАКК). Ф. Р-106. Оп. 1. Д. 132.
4. Камчатская правда. Комплект за 1943 г.
5. ГАКК. Ф. Р-106. Оп. 1. Д. 139.
6. Камчатская правда. Комплект за 1949 г.
7. ГАКК. Ф. Р-470. Оп. 1. Д. 265.
8. ГАКК. Ф. Р-106. Оп. 1. Д. 133.
9. Камчатская правда. Комплект за 1944 г.
10. ГАКК. Ф. Р-470. Оп. 1. Д. 89.
11. Там же. Д. 91.
12. Там же. Д. 178.
13. Там же. Ф. Р-541. Оп. 1. Д. 183.
14. Там же. Ф. Р-376. Оп. 1. Д. 115.

УДК 550.348.436

**Г.О. Заляева, И.Р. Абрахимов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: lenar@mail.ru; mirid@autorambler.ru*

### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ШКАЛ ИЗМЕРЕНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

Приведена классификация землетрясений. Описаны виды сейсмических волн (Р-волны, S-волны, L-волны). Рассмотрены параметры оценки землетрясений. Проведен сравнительный анализ шкал измерения землетрясений.

**Ключевые слова:** землетрясение, сейсмические волны, шкала магнитуд, шкалы интенсивности, Европейская макросейсмическая шкала (EMS), Шкала Меркалли (MM), Шкала Японского метеорологического агентства (Shindo).

**G.O. Zalyaeva, I.R. Abrakhimov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: lenar@mail.ru; mirid@autorambler.ru*

### **COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF EARTHQUAKE MEASURING SCALE**

The article presents the classification of earthquakes. The types of seismic waves are described (P-waves, S-waves, L-waves). The parameters of earthquake assessment are considered. The comparative analysis of intensity scales is made.

**Key words:** earthquake, seismic waves, magnitude scale, intensity scale, European macroseismic scale, Mercalli scale, Japan Meteorological Agency scale.

Землетрясение – колебания земной поверхности, возникающие в результате резкого выброса энергии в литосфере Земли, порождающего сейсмические волны. В настоящее время считается, что землетрясения отражают процесс геологического преобразования планеты. Первопричиной большинства землетрясений являются глобальные геологические и тектонические силы, однако природа их возникновения до конца не изучена.

По природе происхождения землетрясения можно условно разделить на вулканические, тектонические, обвальные и техногенные. Вулканические землетрясения вызваны высоким напряжением литосферной структуры в районе действующих вулканов. Обычно землетрясения данного типа слабы, но могут продолжаться длительное время – недели и даже месяцы. К тектоническим относят землетрясения, возникающие в результате смещения горных плит или в результате столкновения тектонических платформ. Землетрясения, вызванные обвалами и большими оползнями, относятся к обвальному типу. Данные землетрясения характеризуются локальным характером и малой амплитудой. В настоящее время помимо природных землетрясений по некоторым данным можно наблюдать так же землетрясения техногенного характера. Так, замечено, что сейсмическая активность возрастает вблизи крупных водохранилищ, а также в районах нефте- и газодобычи. Тем не менее большинство разрушительных землетрясений возникает на окраинах тектонических плит. Замечено, что за последние два века сильные землетрясения возникли в результате вспарывания крупных разломов, выходящих на поверхность.

Полуостров Камчатка относится к сейсмоактивным зонам России. Это связано как с большим числом активных вулканов, создающих фоновую сейсмическую активность в регионе, так и с тем, что полуостров находится в зоне контакта Тихоокеанской и Евразийской (охотский блок) литосферных плит. За всю историю наблюдений в регионе зарегистрировано три земле-

трясения экстремальной силы (в 1737, 1923 и 1952 гг.). Данные землетрясения имели магнитуду 8,5–9 баллов по шкале Рихтера и породили существенные волны цунами. Цунами 1952 г. в частности уничтожило город Северо-Курильск. На территории полуострова так же были зарегистрированы множество землетрясений с магнитудой менее 8 баллов. Регистрацией сейсмических событий на полуострове занимается Геофизическая служба РАН, в чьи обязанности входит своевременное объявление тревоги в случае возникновения разрушительного землетрясения, а также мониторинг фоновой сейсмической активности.

С развитием технологий регистрации и ростом числа пунктов наблюдения число регистрируемых землетрясений в мире возросло до более миллиона событий в год. В настоящее время возможно получить практически полную информацию обо всех сейсмических событиях, включая местоположение, глубину и выделившуюся энергию. Данная информация может быть в дальнейшем использована для моделирования динамики литосферных платформ и изучения процессов в недрах планеты.

Классификация землетрясений проводится по нескольким признакам:

*1. В зависимости от энергии:*

- сильные;
- слабые;
- микроземлетрясения.

*2. По причинам возникновения:*

- вызываются колебаниями почвы;
- вулканические землетрясения;
- смещение участка литосферы.

*3. По глубине возникновения:*

- нормальные» – 33–70 км;
- «промежуточные» – до 300 км;
- «глубокофокусные» – свыше 300 км.

Землетрясения порождают сейсмические волны, которые распространяются во все стороны от очага. Точка, в которой возникают сейсмические волны, называется очагом, а точка на земной поверхности над очагом – эпицентром землетрясения. Сейсмические волны распространяются во все стороны от очага, по мере удаления от него их интенсивность уменьшается [2]. Сейсмические волны в первом приближении можно поделить на поверхностные и внутренние, при этом их свойства существенно отличаются.

Внутренние волны движутся в трех измерениях по траекториям, определяемым свойствами материала по плотности и жесткости. Плотность и жесткость в свою очередь меняются в зависимости от температуры и состава материала. Этот эффект напоминает преломление световой волны. Существует два типа внутренних сейсмических волн – первичные и вторичные.

Первичные волны (Р-волны) заставляют частицы пород, через которые они проходят, колебаться в направлении вдоль направления распространения волны. Они движутся быстрее, чем другие волны, и первыми достигают станций регистрации, чем и обусловлено их название. Скорость распространения первичной волны в 1,7 раза выше, чем скорость распространения вторичных волн, кроме того Р-волны способны проходить сквозь материал любого типа, включая жидкости. В воздухе они принимают форму звука, и при частотах р-волны выше 15 Гц могут быть слышны как подземный гул.

Вторичные волны (S-волны) заставляют частицы пород колебаться в направлении перпендикулярном направлению распространения волны. Вторичные волны могут распространяться только через твердые материалы, кроме того, характер их движения существенно зависит от свойств пород, через которые они проходят.

Сейсмические поверхностные волны (L-волны) распространяются по поверхности Земли, и их амплитуда уменьшается по мере удаления от очага. Они движутся существенно медленнее, чем внутренние волны Р- и S- типов, но могут иметь амплитуду до нескольких сантиметров в случае сильных землетрясений. Поэтому наибольшие разрушения вызваны именно поверхностными волнами.

Для оценки и сравнения землетрясений используются:

- 1) шкала магнитуд,
- 2) различные шкалы интенсивности.

*Шкала магнитуд* используется для оценки землетрясения по величине магнитуды, являющейся относительной энергетической характеристикой землетрясения [3, 4]. По сути, магнитуда является единицей измерения сейсмической энергии. Существует несколько соответственно магнитудных шкал:

*локальная магнитуда (Ml);*

*магнитуда, определяемая по поверхностным волнам (Ms);*

*магнитуда, определяемая по объемным волнам (Mb);*

*моментная магнитуда (Mw).*

Локальная шкала магнитуд Рихтера является наиболее известной шкалой магнитуд для оценки энергии землетрясений. Была предложена в середине 30-х годов XX в. американским сейсмологом Чарльзом Рихтером. В шкале используется логарифмический масштаб и оценивается величина энергии, выделяемой при землетрясении.

Возрастанию магнитуды землетрясения на единицу по шкале Рихтера соответствует 32-кратное увеличение освобожденной сейсмической энергии. Шкала Рихтера *Ml* может быть успешно применена для оценки энергетических характеристик землетрясений магнитудой менее 8,0. В настоящее время, с 1997 г. шкала Рихтера заменена на шкалу сейсмического момента (*Mw*), которая дает те же значения для землетрясений магнитудой менее 8 баллов и корректные значения для катастрофических землетрясений. Тем не менее в средствах массовой информации для освещения магнитуды землетрясений до сих пор часто обращаются к этой шкале именно как к шкале Рихтера.

Определение магнитуды происходит следующим образом:

– сейсмографом измеряются максимальные амплитуды определенных типов волн конкретного землетрясения;

– рассчитывается отношение этих амплитуд и амплитуд стандартного землетрясения.

Безразмерная величина, пропорциональная логарифму этого отношения, и будет являться магнитудой [5].

Так как магнитуда землетрясения определяется по приборам, оценка мощности произошедшего события сообщается сразу.

*Шкала интенсивности.* Интенсивность землетрясения, в отличие от магнитуды, определяется гораздо позже произошедшего события после анализа его последствий

Определение интенсивности происходит по шкале порядка. Шкала порядка – реперная шкала, характеризуемая тем, что непосредственно технические средства измерений не применяются, происходит лишь сравнение качественных последствий землетрясения, в частности, характера и масштаба воздействия землетрясения на поверхность земли, на людей, животных, а также на естественные и искусственные сооружения в районе землетрясения (последствий землетрясений) между собой. Реперными точками шкалы в данном случае являются баллы. Однако для разных шкал точки сравнения (реперы) различаются.

В настоящее время в мире используется несколько таких шкал:

в Европе – 12-балльная *европейская макросейсмическая шкала (EMS)*,

в Японии – 7-балльная *шкала Японского метеорологического агентства (Shindo)*,

в США – 12-балльная *модифицированная шкала Меркалли (MM)*,

в России и ряде стран СНГ – 12-балльная шкала интенсивности землетрясений Медведева – Шпонхойера – Карника (MSK-64).

Европейская макросейсмическая шкала (EMS), модифицированная шкала Меркалли (MM) и принятая в РФ шкала Медведева – Шпонхойера – Карника (MSK-64) близки между собой, но незначительно отличаются описанием последствий.

Так как в принятой в Европейской макросейсмической шкале (EMS), модифицированной шкале Меркалли (MM) и шкале Медведева – Шпонхойера – Карника (MSK-64), принятой в РФ, максимальная балльность – 12, а в шкале Японского метеорологического агентства – 7, вызывает некоторые сложности оценка интенсивности произошедшего события. Поэтому в таблице приведена сравнительная характеристика интенсивности землетрясений по разным шкалам.

Такая сравнительная характеристика различных применяемых шкал дает возможность идентифицировать произошедшие события и более объективно оценить их последствия для специалистов.

Сравнительная характеристика различных шкал интенсивности

Краткая характеристика	Шкала MSK-64	Шкала ММ	Шкала EMS	Шкала Shindo
Не ощущается. Отмечается только сейсмическими приборами	1	1	1	–
Ощущается только отдельными людьми, находящимися в состоянии полного покоя в верхних этажах зданий, и очень чуткими домашними животными. Отмечается сейсмическими приборами	2	2	2	–
Ощущается в помещениях некоторыми людьми. Находящиеся в покое в помещении люди ощущают раскачивание или легкое дрожание	3	3	3	–
Распознается по легкому дребезжанию и колебанию предметов, посуды и оконных стекол, скрипу дверей и стен. Внутри здания сотрясение ощущает большинство людей	4	4	4	3
Большинство ощущает землетрясение внутри здания, снаружи ощущается только некоторыми. Многие спящие просыпаются. Подвешенные предметы значительно качаются. Вибрации сильные. Объекты с высоко расположенным центром тяжести падают. Двери и окна открываются и закрываются	5	5	5	4
Подавляющее большинство людей ощущает землетрясение внутри здания. Люди напуганы и выбегают прочь из здания. Маленькие предметы падают. Легкие повреждения у большинства обычных зданий	6	6	6	5(слабое) 5(сильное)
Подавляющее большинство людей напуганы и выбегают из здания. Многие здания умеренно повреждены: небольшие трещины в стенах; часть дымовых труб обрушивается	7	7	7	6(слабое) 6(сильное)
Перевернутая мебель. Большинству зданий причинен значительный ущерб: дымовые трубы падают; большие трещины в стенах; некоторые здания могут частично разрушиться	8	8	8	7
Памятники и колонны падают. Многие здания частично разрушены, некоторые – полностью	9	9	9	–
Большинство зданий полностью разрушены	10	10	10	–
Практически все здания полностью разрушены	11	11	11	–
Практически все наземные и подземные структуры очень сильно повреждены или разрушены	12	12	12	–

Крупнейшее за последние десятилетия разрушительное землетрясение в Японии, произошедшее 11 марта 2011 г. у восточного побережья острова Хонсю (Великое восточно-японское землетрясение), вызвавшее сильное цунами и массовые разрушения на северных островах японского архипелага, по шкале Японского метеорологического агентства (*Shindo*) получило максимальную оценку – 7 баллов только в городе Курихара (префектура Мияги) [6]. В трех других префектурах (Фукусима, Ибараки и Тотиги) зарегистрированные толчки были оценены в 6 баллов. Однако по более привычной для нас шкале Меркалли подземные толчки оценили в 8-9 баллов.

Литература

1. URL: [https://www.syl.ru/article/195474/new\\_что-такое-zemletryasenie-ballyi-i-prichinyi-zemletryaseniya](https://www.syl.ru/article/195474/new_что-такое-zemletryasenie-ballyi-i-prichinyi-zemletryaseniya)
2. URL: [https://www.syl.ru/article/195474/new\\_что-такое-zemletryasenie-ballyi-i-prichinyi-zemletryaseniya](https://www.syl.ru/article/195474/new_что-такое-zemletryasenie-ballyi-i-prichinyi-zemletryaseniya)
3. URL: <http://fenix-life.ru/stihijny-e-bedstviya/zemletryaseniya/shkala-zemletryaseniya-shkala-rihtera.html>
4. URL: <https://ria.ru/spravka/20130311/926334197.html>
5. URL: <https://ria.ru/spravka/20130416/932944104.html>
6. URL: <http://picworld.ru/?p=17979>

УДК 517.9

**И.А. Ильин, И.В. Ильина**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: ilin.i.a@mail.ru*

### **ПФАФФИАНЫ, ВРОНСКИАНЫ И БИЛИНЕЙНЫЕ УРАВНЕНИЯ ХИРОТЫ**

В докладе рассмотрены некоторые вопросы построения нелинейных дифференциальных уравнений в билинейной форме Хироты с помощью соотношений Плюккера и диаграммной техники. На основании теорем о разложении пфаффианов соотношения Плюккера представляются в виде диаграммных соотношений, которые тождественны билинейным дифференциальным Хироты. В качестве примера рассмотрено уравнение Кадомцева – Петвиашвили.

**Ключевые слова:** пфаффиан, соотношения Плюккера, диаграммы Майа и Юнга.

**I.A. Ilin, I.V. Ilyina**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: ilin.i.a@mail.ru*

### **PFAFFIANS, WRONSKIANS AND BILINEAR HIROTA'S EQUATIONS**

The report discusses some of the problems of constructing non-linear differential equations in the bilinear form of Hirota using Plucker relations and diagrammatic techniques. On the basis of the decomposition theorem the Plucker relations are presented in the form of diagram relations that are identical to the Hirota bilinear differential equations. As an example Kadomtsev – Petviashvili equation is considered.

**Key words:** pfaffian, Plucker relations, Maya and Young diagrams.

В настоящее время известно большое число различных методов нахождения решений нелинейных уравнений в частных производных. Это прежде всего метод обратной задачи рассеяния, метод L-A пар Лакса, теория Сато, прямой метод Хироты [1–3] и ряд других. В 1979 г. Satsuma [4] установил, что ряд солитонных уравнений имеют решения в форме Вронскианов. В настоящем докладе описаны простейшие связи между тождествами на алгебраических объектах и уравнениями, имеющими солитонные решения.

Мы будем обозначать детерминант данной квадратной матрицы  $A$  как:

$$A = \det(a_{j,k}) \quad (1 \leq j, k \leq m).$$

Детерминант называется кососимметрическим, если

$$a_{j,k} = -a_{k,j}.$$

Величина антисимметричного детерминанта зависит от его порядка:

- (i) Если порядок – нечетный, то  $\det A = 0$ .
- (ii) Если порядок – четный,  $\det A$  представляет собой полный квадрат некоторого многочлена от элементов детерминанта.

Например,

$$\begin{vmatrix} 0 & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ -a_{12} & 0 & a_{23} & a_{24} \\ -a_{13} & -a_{23} & 0 & a_{34} \\ -a_{14} & -a_{24} & -a_{34} & 0 \end{vmatrix} = (a_{12}a_{34} - a_{13}a_{24} + a_{14}a_{23})^2 \equiv (1, 2, 3, 4)^2.$$

Для любого кососимметричного детерминанта четного порядка будем использовать обозначение

$$\det A = \begin{pmatrix} 1 \dots & 2m \\ 1 \dots & 2m \end{pmatrix} = [\text{pf } A]^2 = [(1 \dots 2m)]^2. \quad (1)$$

В дальнейшем выражение

$$\text{pf } A = (12 \dots 2m)$$

будем называть пфаффианом [1],[2] (иногда определителем Пфаффа) детерминанта  $A$  или пфаффианом соответствующей матрицы.

Поскольку пфаффиан строится по кососимметрическому детерминанту, для его обозначения указывают только верхнюю треугольную часть этого детерминанта:

$$\text{pf } A = (1 \dots 2m) = \begin{vmatrix} (12) & (13) & \dots & (12m) \\ & (23) & \dots & (22m) \\ & & \ddots & \\ & & & (2m \ 12m) \end{vmatrix}.$$

Здесь  $(ij) = a_{ij}$ , причем предполагается, что  $i < j$ .

Например,

$$(1234) = \begin{vmatrix} (12) & (13) & (14) \\ & (23) & (24) \\ & & (34) \end{vmatrix}.$$

Для пфаффиана можно ввести понятие минора элемента  $(ij)$ , который получается вычеркиванием из этого пфаффиана  $i$ -й строки и  $j$ -го столбца.

Ранее приведенное соотношение можно записать в виде

$$(1234) = (12)(34) + (23)(14) - (24)(13).$$

Более общий результат, который называется теоремой о разложении [2], имеет вид:

$$(1 \dots 2m) = \sum_{h=2}^{2m} (-1)^h (1h)(2, \dots, h-1, h+1, \dots, 2m) \quad (2)$$

или в более общей форме

$$(1 \dots 2n) = \sum_{i \neq j} (-1)^{1+i+j} (ij)(1, \dots, i-1, i+1, \dots, j-1, j+1, \dots, 2n). \quad (3)$$

Продолжая это разложение для всех пфаффианов, стоящих под знаком суммы, приходим к соотношению:

$$(1, 2, \dots, 2n) = \sum_p (-1)^p (i_1, i_2)(i_3, i_4)(i_5, i_6) \dots (i_{2n-1}, i_{2n}), \quad (4)$$

где сумма берется по всем возможным разбиениям перестановки  $i_1, i_2, \dots, i_{2n}$  на пары, так что

$$i_1 < i_2, i_3 < i_4, i_5 < i_6, \dots, i_{2n-1} < i_{2n}, \quad i_1 < i_3 < i_5 < \dots < i_{2n-1}. \quad (5)$$

При этом  $P$  означает четность соответствующей перестановки. Пары  $(i_k, i_l)$  будем называть элементарными пфаффианами.

Например:

$$\begin{aligned} (1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6) &= (-1)^{1+2+1} (12)(3456) + (-1)^{1+3+1} (13)(2456) + \\ &+ (-1)^{1+4+1} (14)(2356) + (-1)^{1+5+1} (15)(2346) + (-1)^{1+6+1} (16)(2345) = \\ &= (12)(3456) - (13)(2456) + (14)(2356) - (15)(2346) + (16)(2345). \end{aligned}$$

Заметим, что выражение (4) аналогично формуле разложения определителя:

$$\begin{aligned} \det(a_{j,k})_{1 \leq j, k \leq n} &= \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} & \dots & a_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & a_{n,3} & \dots & a_{n,n} \end{vmatrix} = \\ &= \sum_p (-1)^p a_{i_1,1} a_{i_2,2} a_{i_3,3} \dots a_{i_n,n} \end{aligned}$$

с тем отличием, что отсутствуют ограничения (5).

Пусть знак \* обозначает, что индексы  $j$  и  $j^*$  являются разными, причем выполнены условия

$$(j, k) = 0, \quad (j^*, k^*) = 0, \quad (j, k^*) = b_{j,k}.$$

Тогда детерминант  $B$  представим в виде пфаффиана:

$$B \equiv \det(b_{j,k})_{1 \leq j, k \leq n} = (1, 2, \dots, n, n^*, \dots, 2^*, 1^*). \quad (6)$$

Например:

$$\begin{vmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} \\ b_{2,1} & b_{2,2} \end{vmatrix} = (1, 2, 2^*, 1^*) = -(1, 2^*)(2, 1^*) + (1, 1^*)(2, 2^*) = b_{1,1}b_{2,2} - b_{1,2}b_{2,1}.$$

Теперь мы можем записать вронскиан системы функций, который является детерминантом, в виде пфаффиана. Действительно, пусть

$$Wr(f_1, f_2, \dots, f_n) \equiv \det \left( \frac{\partial^{j-1}}{\partial x^{j-1}} f_i \right)_{1 \leq j, k \leq n} = \begin{vmatrix} f_1^{(0)} & f_1^{(1)} & f_1^{(2)} & \dots & f_1^{(n-1)} \\ f_2^{(0)} & f_2^{(1)} & f_2^{(2)} & \dots & f_2^{(n-1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_n^{(0)} & f_n^{(1)} & f_n^{(2)} & \dots & f_n^{(n-1)} \end{vmatrix},$$

где, как обычно, приняты обозначения:

$$f_i^{(j)} \equiv \frac{\partial^j}{\partial x^j} f_i \quad (j = 0, 1, 2, \dots, n-1).$$

Введем элементарные пфаффианы

$$(d_j, i) \equiv f_i^{(j)}, \quad (d_j, d_k) \equiv 0$$

для всех

$$i = 1, 2, \dots, n; j, k = 0, 1, 2, \dots, n-1.$$

Тогда

$$Wr(f_1, f_2, \dots, f_n) = (d_0, d_1, d_2, \dots, d_{n-1}, n, n-1, \dots, 3, 2, 1). \quad (7)$$

Например

$$\begin{aligned} \begin{vmatrix} f_1^{(0)} & f_1^{(1)} \\ f_2^{(0)} & f_2^{(1)} \end{vmatrix} &= (d_0, d_1, 2, 1) = -(d_0, 2)(d_1, 1) + (d_0, 1)(d_0, 2) = \\ &= b_{1,1}b_{2,2} - b_{1,2}b_{2,1} = f_1^{(0)}f_2^{(1)} - f_2^{(0)}f_1^{(1)}. \end{aligned}$$

Для того чтобы представить в пфаффовой форме детерминант нечетного порядка

$$\det(a_{i,j})_{1 \leq i, j \leq 2n+1} = (d_0, 1, 2, \dots, 2n+1),$$

используются элементарные пфаффианы

$$(i, j) = \sum_{m=1}^n (a_{2m-1,i} a_{2m,j} - a_{2m-1,j} a_{2m,i}), \quad (d_0, i) = a_{2n+1,i}.$$

Например, при  $n = 1$  легко получить

$$\begin{aligned} \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{vmatrix} &= a_{3,1}(a_{1,2}a_{2,3} - a_{1,3}a_{2,2}) - a_{3,2}(a_{1,1}a_{2,3} - a_{1,3}a_{2,1}) + \\ &+ a_{3,3}(a_{1,1}a_{2,2} - a_{1,2}a_{2,1}) = (d_0, 1)(2, 3) - (d_0, 2)(1, 3) + (d_0, 3)(1, 2) = (d_0, 1, 2, 3). \end{aligned}$$

Для детерминантов имеют место некоторые тождества, среди которых важное место занимают тождества или соотношения Пюккера [1]. Простейшим из таких соотношений является следующее:

$$\begin{vmatrix} a_0 & a_1 \\ b_0 & b_1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_2 & a_3 \\ b_2 & b_3 \end{vmatrix} - \begin{vmatrix} a_0 & a_2 \\ b_0 & b_2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_1 & a_3 \\ b_1 & b_3 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} a_0 & a_3 \\ b_0 & b_3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} = 0. \quad (8)$$

Последнее легко получается разложением Лапласа для детерминанта

$$\begin{vmatrix} a_0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ b_0 & b_1 & b_2 & b_3 \\ 0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ 0 & b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} a_0 & 0 & 0 & 0 \\ b_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & a_1 & a_2 & a_3 \\ 0 & b_1 & b_2 & b_3 \end{vmatrix} = 0.$$

Заметим, что соотношение (8) можно записать в виде:

$$(01)(23) - (02)(13) + (03)(12) = 0. \tag{9}$$

Соотношение (9) полезно представить в виде диаграммы Майя:

$$\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline & & \bigcirc & \bigcirc \\ \hline \end{array} \\ - \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline \bigcirc & & \bigcirc & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline & \bigcirc & & \bigcirc \\ \hline \end{array} \\ + \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline \bigcirc & & & \bigcirc \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline & \bigcirc & \bigcirc & \\ \hline \end{array} = 0 \end{array}$$

Рассуждая аналогично, из нулевого определителя

$$\begin{vmatrix} f & a_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ g & b_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ h & c_0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a_1 & f & a_2 & a_3 \\ 0 & 0 & b_1 & g & b_2 & b_3 \\ 0 & 0 & c_1 & h & c_2 & c_3 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} f & a_0 & a_1 & 0 & a_2 & a_3 \\ g & b_0 & b_1 & 0 & b_2 & b_3 \\ h & c_0 & c_1 & 0 & c_2 & c_3 \\ 0 & 0 & a_1 & f & a_2 & a_3 \\ 0 & 0 & b_1 & g & b_2 & b_3 \\ 0 & 0 & c_1 & h & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$$

легко получается тождество

$$(f\ 01)(f\ 23) - (f\ 02)(f\ 13) + (f\ 03)(f\ 12) = 0.$$

Не трудно видеть, что в общем случае справедливо тождество [3]:

$$\begin{aligned} & (f_1\ f_2 \dots f_N\ 01)(f_1\ f_2 \dots f_N\ 23) - (f_1\ f_2 \dots f_N\ 02)(f_1\ f_2 \dots f_N\ 13) + \\ & + (f_1\ f_2 \dots f_N\ 03)(f_1\ f_2 \dots f_N\ 12) = 0. \end{aligned} \tag{10}$$

Этому тождеству соответствует диаграмма Майя

$$\begin{array}{c} \begin{array}{cccc} f_1 & f_2 & & \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \dots & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_N & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \bigcirc & & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_1 & f_2 & & \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \dots & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_N & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline & & & \bigcirc & \bigcirc \\ \hline \end{array} \\ - \begin{array}{cccc} f_1 & f_2 & & \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \dots & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_N & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & & \bigcirc & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_1 & f_2 & & \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \dots & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_N & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline & \bigcirc & & & \bigcirc \\ \hline \end{array} \\ + \begin{array}{cccc} f_1 & f_2 & & \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \dots & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_N & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & & & \bigcirc \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_1 & f_2 & & \\ \hline \bigcirc & \bigcirc & \dots & \\ \hline \end{array} \times \begin{array}{cccc} f_N & 0 & 1 & 2 & 3 \\ \hline & \bigcirc & \bigcirc & & \\ \hline \end{array} = 0 \end{array}$$

Рис. 1. Диаграмма Майя для соотношения Плюккера (10)

Аналогичные тождества имеют место и для пфаффианов, причем получить их значительно проще [3].

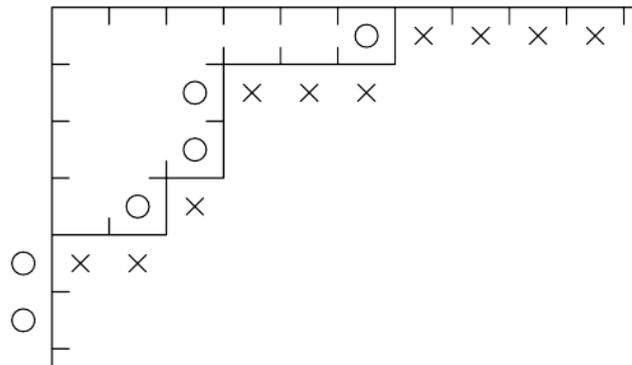
Между диаграммами Майя и диаграммами Юнга можно установить взаимно однозначное соответствие. Напомним [1], что диаграмма Майя описывает состояние, в котором фермионы занимают некоторый одномерный массив ячеек. В каждой ячейке может находиться не более одного фермиона. Символом  $\times$  обозначается занятая фермионом ячейка, а символом  $\circ$  – свободная. Предполагается, что достаточно далеко влево по диаграмме все ячейки заняты, а достаточно далеко вправо все ячейки свободны.

Символу  $x$  диаграммы Майя поставим в соответствие символ  $|$  диаграммы Юнга, а символу  $\circ$  – соответственно символ  $-$ .

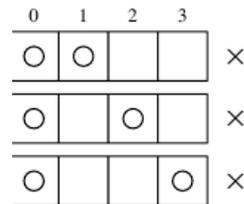
В качестве примера рассмотрим диаграмму Майя:



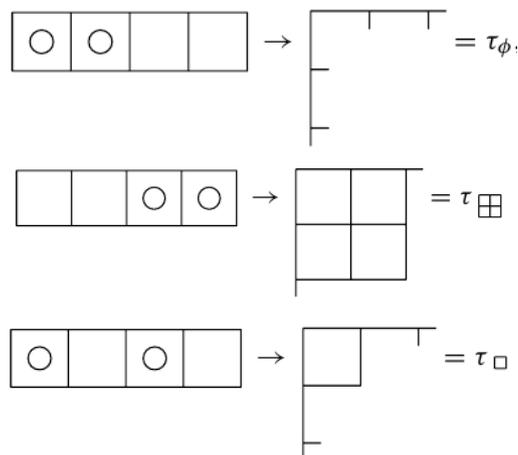
Поставим ей в соответствие диаграмму Юнга с помощью указанного выше правила. Получим



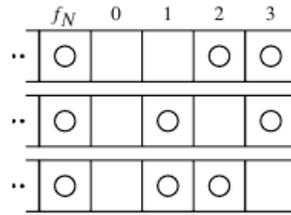
Рассмотрим левый фрагмент диаграммы Майя, изображенной на рис. 1:



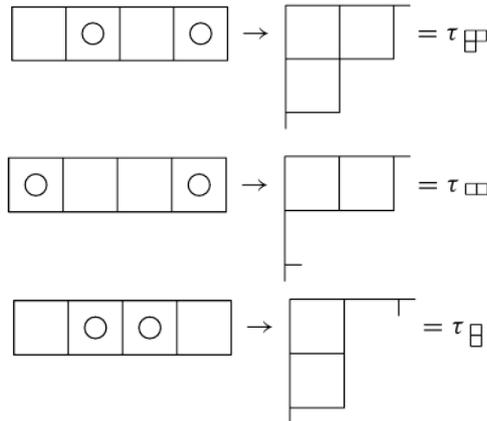
Строкам этого фрагмента соответствуют диаграммы Юнга, приведенные ниже:



Аналогично строкам фрагмента правой части диаграммы, изображенной на рис. 1:



соответствуют диаграммы Юнга:



Теперь соотношению Плюккера (10) можно поставить в соответствие уравнение

$$\tau_{\phi} \tau_{\square} - \tau_{\square} \tau_{\square} + \tau_{\square} \tau_{\square} = 0. \quad (11)$$

Известно [1], что уравнение Кадомцева – Петвиашвили

$$(u_t + u u_x + u_{xxx})_x + u_{yy} = 0$$

с помощью замены

$$u = 2(\log f)_{xx}$$

сводится к билинейной форме Хироты

$$(D_1^4 - D_1 D_3 + D_2^2) \tau \times \tau = 0. \quad (12)$$

Сравнивая (11) и (12) можно сделать вывод, что уравнение Кадомцева – Петвиашвили связано с соотношением Плюккера (10).

Для пфаффианов существует большое количество различных тождеств, с помощью которых можно исследовать широкий класс нелинейных дифференциальных уравнений в билинейной форме Хироты.

### Литература

1. Hirota R. The Direct Method in Soliton Theory. – New York: Cambridge University Press, 2004. – 200 p.
2. Caeniello E.R. Combinatorics and Renormalization in Quantum Field Theory. – New York: Benjamin, 1973. – 121 p.
3. Abdeljabbar A. Wronskian, Grammian and Pfaffian Solutions to Nonlinear Partial Differential Equation: Diss DP. – University of South Florida, 2012. – 105 p.
4. Satsuma J. A Wronskian representation of N-soliton solutions of nonlinear evolution equation // J. phys. soc. Jpn. – 1979. – № 46 – P. 359–360.

УДК [621.438:621.11](470.46)

**Р.А. Ильин, Н.Д. Шишкин**

*Астраханский государственный технический университет,*

*Астрахань, 414056*

*e-mail: kaften.astu@mail.ru*

### **АКТУАЛЬНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ В СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ ЭНЕРГИИ ПАРОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК НА ПРИМЕРЕ г. АСТРАХАНЬ**

В работе рассмотрен вопрос об актуальности внедрения и использования парогазовых установок в системы генерации топливно-энергетического комплекса на примере Астрахани. Проведено сравнение двух действующих энергообъектов ТЭЦ-2 и ПГУ-110 по основным термодинамическим критериям. По итогам сравнения сделаны выводы и доказана актуальность применения в энергетике парогазовых установок.

**Ключевые слова:** теплоэлектроцентраль, парогазовая установка, параметры работы, сравнение эффективности, термодинамическая эффективность.

**R.A. Ilyin, N.D. Shishkin**

*Astrakhan State Technical University,*

*Astrakhan, 414056*

*e-mail: kaften.astu@mail.ru*

### **ACTUALITY OF IMPLEMENTATION OF GAS-STATION INSTALLATIONS IN THE SYSTEMS OF ENERGY GENERATION ON THE EXAMPLE OF ASTRAKHAN**

The issue of the relevance of introducing and using combined-cycle plants in the fuel and energy complex generation systems is considered in the work on the example of Astrakhan. Comparison of two operating power facilities of CHPP-2 (combined heat and power plant) and CCP-110 (combined-cycle plant) on basic thermodynamic criteria is made. Based on the results of the comparison, conclusions were drawn and the relevance of the use of combined-cycle power plants in power engineering was proved.

**Key words:** combined heat and power plant, combined-cycle plant, operating parameters, efficiency comparison, thermodynamic efficiency.

В настоящее время парогазовые установки (ПГУ) находят все большее применение. Это объясняется их высокой термодинамической эффективностью, экологическими показателями и многими другими показателями [1–4].

В г. Астрахань в 1985 г. создана и эксплуатируется ТЭЦ-2 (компания ООО «ЛУКОЙЛ-Астраханьэнерго»). Установленная электрическая мощность – 380 МВт, установленная тепловая мощность – 910 Гкал/час. На электростанции эксплуатируются паровые турбины типа ПТ-80/100-130-13 и типа Т-110/120-130-5.

Паровая турбина ПТ-80/100-130-13 конденсационная, с регулируемыми отборами пара, производственным и двухступенчатым теплофикационным, номинальной мощностью 80 мВт при 3000 об/мин, предназначена для непосредственного привода генератора переменного тока мощностью 120000 кВт, монтируемого на общем фундаменте с турбиной.

Паровая типа Т-110/120-130-5 теплофикационная с двухступенчатым регулируемым теплофикационным отбором пара, номинальной мощностью 110 МВт, при 3000 об/мин предназначена для непосредственного привода генератора переменного тока ТВФ-110-ЕУЗ с водородным охлаждением.

На ТЭЦ-2 установлены два паровых котла ТПЕ-430 и ТГМЕ-464. Котел ТПЕ-430, однопарабанный, с ответственной циркуляцией, вертикально-водотрубный, предназначен для получения пара высокого давления. Основным видом топлива является природный газ, в качестве резервного топлива – мазут.

Котел ТГМЕ-464 с естественной циркуляцией, однобарабанный предназначен для получения пара высокого давления при сжигании природного газа и мазута, работает в блоке с турбиной Т-110/120-130-3.

В 2011 г. на Астраханской ГРЭС построена парогазовая установка мощностью 110 МВт в рамках реализации программы «Стратегия 2020», частью которой является программа социально-экономического развития Астраханской области. Основные задачи возведения этого объекта – снижение дефицита мощности на территории Астраханской области и повышение надежности электроснабжения потребителей.

В состав основного оборудования ПГУ-110 входит:

- 2 газовые турбины LM 6000PF Sprint производства General Electric, мощностью 46,6 МВт;
- паровая турбина Т-14/23-4,5/0,18 производства ОАО «Калужский турбинный завод», мощностью 23,5 МВт;
- 2 паровых котла-утилизатора двух давлений с ГВП КГТ 44/4,6-435-13/0,5-210 производства ОАО «Энергомаш» (г. Белгород);
- 2 дожимные компрессорные станции EGSI-S-150/1400WA производства компании «ENERPROJECT SA».

Газовая турбина (ГТ) LM6000-PD SPRINT представляет собой двухвальную газовую турбину с выходной частотой вращения ротора низкого давления 3600 об/мин. Турбина через редуктор, понижающий частоту вращения до 3000 об/мин, соединяется с электрическим генератором BDAX 7-290ERJT мощностью 48,5 МВт, 10,5 кВ, 50 Гц.

ГТУ работает на природном газе. Для работы на полную мощность газовое топливо подается на ГТУ под давлением (4,65±0,14) МПа. Минимальная температура топлива должна быть на 28°С выше точки росы, но не выше 120 °С.

Актуальность внедрения ПГУ можно проследить путем сравнительных расчетов основных показателей работы станций. Исходные данные для расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Исходные данные для расчетов основных критериев эффективности работы по ТЭЦ-2 и ПГУ-110

Показатели	Ед. изм.	ТЭЦ-2	ПГУ-110
Установленная мощность:			
– электрическая	МВт	380	110
– тепловая	Гкал/ч	910	66
Выработка электрической энергии	Млн кВт*ч	2 135,135	924,4
Отпуск тепловой энергии	тыс. Гкал	1 230,728	210,8
Расход топлива	т.у.т	887 255	227 988,2
– на выработку электроэнергии	т.у.т	699 846	195 320,1
– на выработку тепловой энергии	т.у.т	187 409	32 668,1
Теплотворная способность природного газа астраханского месторождения	кДж/м <sup>3</sup>	37 630	37 630

Оценки эффективности Астраханской ТЭЦ-2 проводилась по следующим критериям [5]:

1. КПД ТЭЦ по производству электроэнергии:

$$\eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}} = \frac{N_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}}}{B_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}} \times Q_i^{\Gamma}} = \frac{243736,8}{19,6 \times 37630} = \frac{243736,8}{737548} = 33\%,$$

где  $N_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}} = 2135135$  тыс. кВт\*ч = 2135135000 кВт\*ч / 8760 ч/год = 243 736,8 кВт – выработка электроэнергии;

$B_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}} = 699 846$  т.у.т = 699 846 × 0,883 = 617 964,01 тыс. м<sup>3</sup> = 617 964 010 м<sup>3</sup> / 31 536 000 = 19,6 м<sup>3</sup>/с – расход топлива на производство электроэнергии;

$Q_i^{\Gamma} = 37, 63$  МДж/м<sup>3</sup> – теплотворная способность природного газа астраханского месторождения.

2. КПД производства тепловой энергии [3]:

$$\eta_{ТЭЦ}^Т = \frac{Q_T}{B_{ТЭЦ}^Т \times Q_i^Т} = \frac{162820}{5,25 \times 37\,630} = 81\%,$$

где  $B_{ТЭЦ}^Т = 187\,409$  т.у.т =  $165\,482,14$  тыс.  $\text{м}^3 = 165\,482\,140 \text{ м}^3 / 31\,536\,000 = 5,25 \text{ м}^3/\text{с}$  – расход топлива на производство тепла;

$Q_T = 1\,230,728$  тыс. Гкал =  $1\,230\,728$  Гкал/год =  $140$  Гкал/ч =  $140 \times 1,163 = 162\,820$  кВт – теплота отпускаемая внешнему потребителю.

3. Коэффициент использования теплоты сжигаемого топлива:

$$\text{КИТГ} = \frac{N_{ТЭЦ}^Э + Q_T}{B_{ТЭЦ}^Т \times Q_i^Т} = \frac{243736,8 + 162820}{24,84 \times 37\,630} = 43\%,$$

где  $B_{ТЭЦ}^Т = 887\,255$  т.у.т =  $24,84 \text{ м}^3/\text{с}$  – общий расход топлива.

4. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении:

$$K_Э = \frac{N_{ТЭЦ}^Э}{Q_T} = \frac{243736,8}{162820} = 1,49 \text{ кВт}.$$

5. Удельный расход условного топлива на единицу произведенной теплоты:

$$b_T = \frac{B_T}{Q_T} = \frac{187409}{1230,7} = 152 \text{ кг у. т/Гкал}.$$

6. Удельный расход условного топлива на единицу выработанной электроэнергии:

$$b_Э = \frac{B_Э}{Q_Э} = \frac{699846}{2135,1} = 327,8 \text{ г у. т/(кВт * ч)}.$$

где  $Q_Э = 2\,135,1$  млн кВт \* ч – выработка электроэнергии.

Оценки эффективности ПГУ-110 на Астраханской ГРЭС проводилась по следующим критериям:

1. КПД ПГУ по производству электроэнергии:

$$\eta_{ПГУ}^Э = \frac{N_{ПГУ}^Э}{B_{ПГУ}^Э \times Q_i^Т} = \frac{105525}{5,469 \times 37\,630} = \frac{105525}{203202} = 52\%,$$

где  $N_{ПГУ}^Э = 924,4$  млн кВт\*ч =  $924\,400\,000 \text{ кВт*ч} / 8760 = 105\,525$  кВт – выработка электроэнергии;

$B_{ПГУ}^Э = 195\,320,1$  т.у.т =  $195320,1 \times 0,883 = 172\,467,648$  тыс.  $\text{м}^3 = 172\,467\,648 \text{ м}^3 / 31\,536\,000 = 5,4689 \text{ м}^3/\text{с}$  – расход топлива на производство электроэнергии;

$Q_i^Т = 37,63$  МДж/ $\text{м}^3$  – теплотворная способность природного газа астраханского месторождения.

2. КПД производства тепловой энергии:

$$\eta_{ПГУ}^Т = \frac{Q_T}{B_{ПГУ}^Т \times Q_i^Т} = \frac{27986}{0,914469 \times 37\,630} = 81\%,$$

где  $B_{ПГУ}^Т = 32\,668,1$  т.у.т =  $28\,845,93$  тыс.  $\text{м}^3 = 28\,845\,930 \text{ м}^3 / 31\,536\,000 = 0,914\,469$  – расход топлива на производство тепла;

$Q_T = 210,8$  тыс. Гкал =  $210\,800$  Гкал/год =  $24$  Гкал/ч =  $24 \times 1,163 = 27\,900$  кВт – теплота отпускаемая внешнему потребителю.

3. Коэффициент использования теплоты сжигаемого топлива:

$$\text{КИТГ} = \frac{N_{\text{ПГУ}}^{\text{э}} + Q_{\text{T}}}{B_{\text{ПГУ}} \times Q_i^{\text{T}}} = \frac{105525 + 27986}{6,1 \times 37630} = 58\%,$$

где  $B_{\text{ПГУ}} = 227\,988,2$  т.у.т =  $6,1$  м<sup>3</sup>/с – общий расход топлива на ПГУ.

4. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении:

$$K_{\text{э}} = \frac{N_{\text{ПГУ}}^{\text{э}}}{Q_{\text{T}}} = \frac{105525}{60000} = 1,76 \text{ кВт},$$

где  $N_{\text{ПГУ}}^{\text{э}} = 924,4$  млн кВт\*ч =  $924\,400\,000$  кВт\*ч /  $8\,760$  =  $105\,525$  кВт – выработка электроэнергии;

$Q_{\text{T}} = 213$  тыс. Гкал =  $213\,000 \times 1,163 = 247\,719$  МВт =  $247\,719 / 4\,128 = 60\,000$  кВт – выработка теплоты, кВт.

5. Удельный расход условного топлива на единицу произведенной теплоты:

$$b_{\text{T}} = \frac{B_{\text{T}}}{Q_{\text{T}}} = \frac{32668,1}{210,8} = 155 \text{ кг у.т/Гкал.}$$

6. Удельный расход условного топлива на единицу выработанной электроэнергии:

$$b_{\text{э}} = \frac{B_{\text{э}}}{Q_{\text{э}}} = \frac{195320,1}{876,46} = 222,9 \text{ г у.т/(кВт*ч)},$$

где  $Q_{\text{э}} = 876,46$  млн кВт\*ч – отпуск электроэнергии.

В результате проведенных расчетов были получены значения показателей эффективности работы ТЭЦ-2 и ПГУ-110 на Астраханской ГРЭС, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетов

Критерий	ПГУ-110 Астраханской ГРЭС		Астраханская ТЭЦ-2	
	Расчетная формула	Значение	Расчетная формула	Значение
1. КПД по производству электроэнергии	$\eta_{\text{ПГУ}}^{\text{э}} = \frac{N_{\text{ПГУ}}^{\text{э}}}{B_{\text{ПГУ}} \times Q_i^{\text{T}}}$	52%	$\eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}} = \frac{N_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}}}{B_{\text{ТЭЦ}} \times Q_i^{\text{T}}}$	33%
2. КПД производства тепловой энергии	$\eta_{\text{ПГУ}}^{\text{T}} = \frac{Q_{\text{T}}}{B_{\text{ПГУ}} \times Q_i^{\text{T}}}$	81%	$\eta_{\text{ТЭЦ}}^{\text{T}} = \frac{Q_{\text{T}}}{B_{\text{ТЭЦ}} \times Q_i^{\text{T}}}$	81%
3. Коэффициент использования теплоты сжигаемого топлива	$\text{КИТГ} = \frac{N_{\text{ПГУ}}^{\text{э}} + Q_{\text{T}}}{B_{\text{ПГУ}} \times Q_i^{\text{T}}}$	58%	$\text{КИТГ} = \frac{N_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}} + Q_{\text{T}}}{B_{\text{ТЭЦ}} \times Q_i^{\text{T}}}$	43%
4. Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении	$K_{\text{э}} = \frac{N_{\text{ПГУ}}^{\text{э}}}{Q_{\text{T}}}$	1,76	$K_{\text{э}} = \frac{N_{\text{ТЭЦ}}^{\text{э}}}{Q_{\text{T}}}$	1,49
5. Удельного расхода условного топлива на единицу выработанной электроэнергии	$b_{\text{э}} = \frac{B_{\text{э}}}{Q_{\text{э}}}$	222,9 г.у.т/(кВт*ч)	$b_{\text{э}} = \frac{B_{\text{э}}}{Q_{\text{э}}}$	327,8 г.у.т/(кВт*ч)
6. Удельного расхода условного топлива на единицу произведенной теплоты	$b_{\text{T}} = \frac{B_{\text{T}}}{Q_{\text{T}}}$	155 кг у.т/ Гкал	$b_{\text{T}} = \frac{B_{\text{T}}}{Q_{\text{T}}}$	152 кг у.т/ Гкал

Исходя из полученных значений критериев оценки эффективности работы ТЭЦ-2 (г. Астрахань) и ПГУ-110 на Астраханской ГРЭС, можно сделать вывод, что ПГУ превосходит ТЭЦ по показателям, связанным с производством электроэнергии, а по тепловым они лежат в одних пределах.

В частности, КПД ПГУ по производству электроэнергии составляет 52%, в то время как у ТЭЦ-2 этот критерий равен 33%. Полученная разница в 19% наглядно показывает, что использование парогазовых технологий для выработки электроэнергии является более выгодным, нежели выработка электроэнергии на паротурбинных установках.

Также удельный расход условного топлива на единицу выработанной электроэнергии у ПГУ-110 (222,9 г.у.т/(кВт\*ч)) ниже, чем на ТЭЦ-2 (327,8 г.у.т/(кВт\*ч)), что свидетельствует о более экономичном использовании топлива для выработки электроэнергии.

Кроме того, коэффициент использования теплоты топлива, представляющий собой долю теплоты, содержащейся в топливе, полезно используемой на выработку электроэнергии и тепла, у ПГУ-110 выше и составляет 58%.

Таким образом, приведенный пример сравнения двух энергетических объектов города Астрахань наглядно демонстрирует преимущества ПГУ перед ТЭЦ.

### Литература

1. Андрющенко А.И., Николаев Ю.Е. Экологическая и экономическая эффективность замены устаревшего паротурбинного оборудования ТЭЦ на газотурбинное и парогазовое // Промышленная энергетика. – 2006. – № 7. – С. 2–6.

2. Баринберг Г.Д., Валамин А.Е., Култышев А.Ю. Модернизация энергоблоков с паровыми теплофикационными турбинами с помощью парогазового цикла на примере Т-100/120-130 // Теплоэнергетика. – 2006. – № 2. – С. 16–20.

3. Жарков С.В. Как оценить эффективность систем энергоснабжения // Газотурбинные установки. – 2009. – № 10. – С. 32–35.

4. Николаев Ю.Е., Вдовенков И.А. Эффективность комбинированной выработки электрической и тепловой энергии на газопоршневых, газотурбинных и парогазовых ТЭЦ // Промышленная энергетика. – 2011. – № 1. – С. 2–6.

5. Ильин Р.А., Пастухов О.В. Термодинамическая эффективность парогазовой установки ПГУ-110 // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2013. – № 8. – С. 24–26.

УДК 621.372

**А.Р. Исмагилова, А.З. Тлявлин, В.С. Исмагилова**

*Уфимский государственный авиационный технический университет,  
Уфа, 450008  
e-mail: alika-ismagilova@rambler.ru*

### **КОМПЕНСАЦИЯ МЕЖСИМВОЛЬНОЙ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ В PLC-СИСТЕМАХ МЕТОДОМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ СИГНАЛА**

В статье рассматривается возможность повышения эффективности использования проводных линий, в том числе и линий сети электропитания, с целью экономически эффективной организации линий связи малой протяженности. Описываются основные проблемы, возникающие при использовании электропроводки в качестве широкополосных сетей передачи данных. Для компенсации межсимвольной интерференции, а следовательно, и повышения надежности в таких сетях, предлагается метод предварительной коррекции сигнала. Приводятся результаты и анализ экспериментального исследования.

**Ключевые слова:** Power Line Communication (PLC), многолучевое распространение сигнала, межсимвольная интерференция, предварительная коррекция сигнала, цифровая обработка сигнала.

**A.R. Ismagilova, A.Z. Tlyavlin, V.S. Ismagilova**

*Ufa State Aviation Technical University,  
Ufa, 45008  
e-mail: alika-ismagilova@rambler.ru*

### **INTERSYMBOL INTERFERENCE COMPENSATION BY PRE-CORRECTION METHOD IN PLC-SYSTEMS**

The article considers the possibility of increasing the efficiency to use wired lines, including power lines, for efficient organization of communication lines of short length. The article describes the main problems that arise when using electrical wiring as broadband data networks. To compensate intersymbol interference, and therefore, to increase reliability in such networks, a method of preliminary signal correction is proposed. The results and the analysis of the experimental research are presented.

**Key words:** Power Line Communication (PLC), multipath effect, intersymbol interference, preliminary signal correction, digital signal processing.

В течение последних двух десятилетий в странах мира с передовой экономикой значительное внимание уделяется повышению эффективности использования проводных линий связи и организации на их основе цифрового широкополосного доступа. Такой интерес к проводным линиям объясняется возможностью наиболее экономически эффективной организации линий связи малой протяженности, имеющих место в локальных сетях и при организации «последней мили».

Причем средой передачи информации могут являться как существующие телекоммуникационные кабельные линии, так и линии сетей электропитания. В случае объединения функций передачи электроэнергии и информации в общей кабельной инфраструктуре очевидна максимальная экономическая эффективность ее использования. В последние годы наблюдается высокая активность исследований и деятельности по стандартизации в области широкополосных сетей PLC (broadband Power Line Communication) [1, 2]. К настоящему времени скорость передачи в сегменте выросла до 200 Мбит/с без уменьшения расстояния передачи и надежности приема. Как известно, область приложений PLC распространяется от технологических задач телеметрии и мониторинга инфраструктуры энергосетей, до организации сетей доступа интернет-провайдером. В настоящее время технология PLC утвердилась на рынке широкополосных телекоммуникационных технологий в качестве конкурентоспособного решения для организации широкополосного доступа внутри зданий и офисов. В данном приложении сети PLC являются

достойной альтернативой различным технологиям беспроводной связи. Это связано с тем, что частотный спектр в линиях электросети, в отличие, например, от жестко регламентированного радиоэфира, практически свободен. К тому же на надежность связи в проводах не влияют железобетонные перекрытия.

Однако структура электросетей изначально не предназначалась для высокоскоростной передачи данных. В ней содержится множество электрических розеток, переключателей и устройств защиты от перегрузки по току (предохранителей). Путь прохождения сигнала от передающего устройства к приемному зависит, в первую очередь, от топологии электросети в конкретной квартире или офисе. Во-первых, из-за разветвленности сети всегда существует несколько путей распространения сигнала от источника к приемнику. Во-вторых, из-за наличия многочисленных неоднородностей в электрической сети в точку приема поступает не только прямой сигнал, но и многочисленные задержанные во времени отраженные сигналы. Таким образом, проявляется эффект многолучевого распространения по аналогии с беспроводными каналами. Поскольку неоднородности в линии имеют разные коэффициенты отражения, задержанные сигналы в точке приема имеют разную амплитуду, а так как спектр передаваемого сигнала достаточно широк, фазы принимаемых отраженных сигналов также сильно различаются [2, 3]. Таким образом, основной проблемой технологии PLC в настоящее время является обеспечение надежной и качественной высокоскоростной передачи данных в пределах сегмента сети.

Как известно, увеличение объема передаваемой информации достигается за счет роста скорости модуляции одной несущей, т. е. за счет уменьшения длительности символов, что приводит к увеличению ширины спектра. Однако вследствие неравномерности амплитудно-частотной характеристики и нелинейности фазочастотной характеристики канала на ширине спектра передаваемого сигнала, а также многолучевого распространения возникает эффект межсимвольной интерференции (МСИ), не позволяющий использовать длительность символа  $T$  менее памяти канала  $L$ .

В рамках проводимого исследования для компенсации искажений в каналах связи, приводящих к МСИ, предлагается производить дробно-интервальную предварительную коррекцию цифрового сигнала, которая предполагает установку корректирующего цифрового фильтра на передающей стороне [4].

Для моделирования свойственной сетям PLC неоднородной линии связи рассмотрим линию, содержащую точку разветвления и состоящую из разнотипных кабелей. В результате распространения по такой среде передачи сигнал претерпевает многочисленные отражения от точек разветвления и несогласованных сопротивлений нагрузки, то есть подвергается многолучевому распространению [3].

Для оценки изменения формы импульса в результате прохождения по линии введем следующие абсолютные величины:

уширение импульса

$$\Delta_{half} = |t'_{half} - t^0_{half}|; \quad (1)$$

уширение переднего фронта импульса

$$\Delta_{rise} = |t'_{rise} - t^0_{rise}|; \quad (2)$$

уширение заднего фронта импульса

$$\Delta_{fall} = |t'_{fall} - t^0_{fall}|; \quad (3)$$

где  $t_{half}$  – длительность импульса на уровне половины амплитуды  $U_0/2$ ;

$t_{rise}$  – длительность переднего фронта импульса, равная времени нарастания напряжения от 10% до 90% амплитуды;

$t_{fall}$  – длительность заднего фронта импульса, равная времени снижения напряжения от 90% до 10% амплитуды;

$t^0$  – значение для импульса на выходе источника;

$t^l$  – значение для импульса на выходе линии.

Введем также относительные величины данных уширений:  $\varepsilon = \Delta/t^0$ .

В качестве среды передачи используется линия, состоящая из кабелей ВВГ и ПВС длиной  $l_1 = 56,5$  м, нагруженная на сопротивление  $Z_H = 62$  Ом. В точке, отстоящей от нагрузки на 20 м, параллельно подключен отрезок кабеля ВВГ длиной  $l_2 = 33$  м, разомкнутый на другом конце.

На рис. 1 показана осциллограмма тестирующего сигнала, снятая на сопротивлении нагрузки. Для получаемого сигнала характерно наличие повторного импульса, возникающего в результате отражения основного импульса от разомкнутого конца ответвления. Этот импульс отстоит по времени от основного импульса на 500 нс, что соответствует времени распространения сигнала от нагрузки до разомкнутого конца и обратно. Поскольку энергия сигнала, подводящаяся к нагрузке, частично уходит в ответвление и возвращается в виде отраженного импульса, амплитуда основного импульса составила 0,472 В. Амплитуда отраженного импульса равна 0,144 В, что составляет 30,5% по отношению к амплитуде основного импульса.

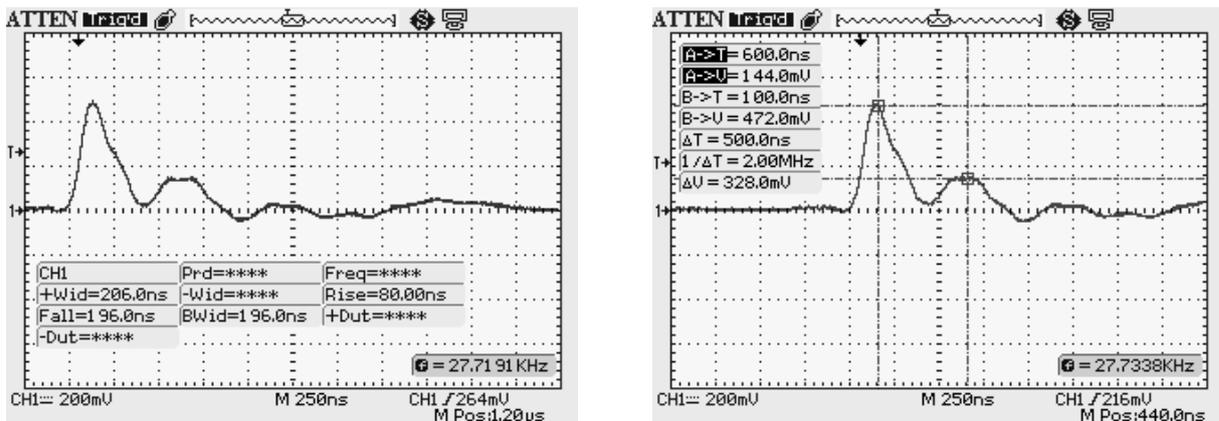


Рис. 1. Тестирующий сигнал на нагрузке разветвленной линии

Схема эксперимента для предкоррекции сигнала в данной линии представлена на рис. 2. При расчете коэффициентов фильтра использовались следующие параметры: коэффициент пропорциональности выходного и входного сигналов  $\lambda = 0,4$ ; частота дискретизации  $f_\delta = 32$  МГц; ширина полосы частот, на которой осуществляется предкоррекция  $f_m = 8 \div 16$  МГц; пороговое напряжение  $U_{th} = 0,5$  В; порядок фильтра  $K = 64$ .

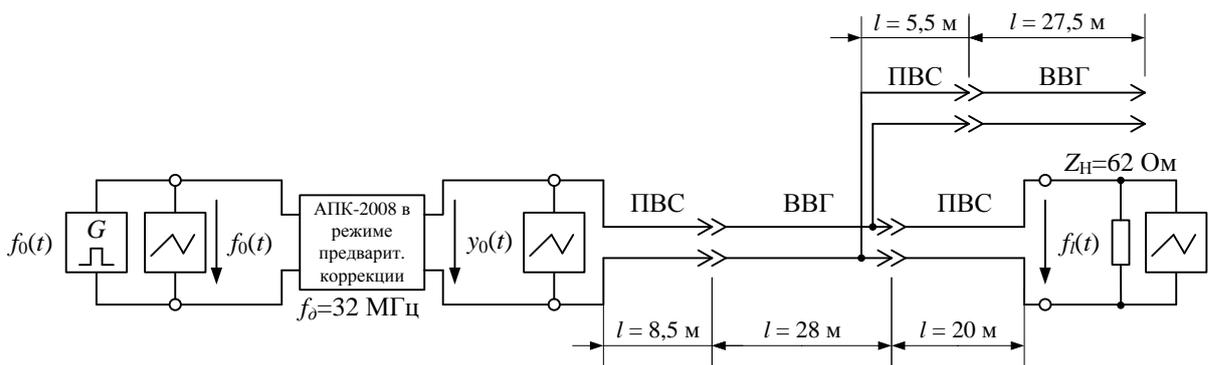
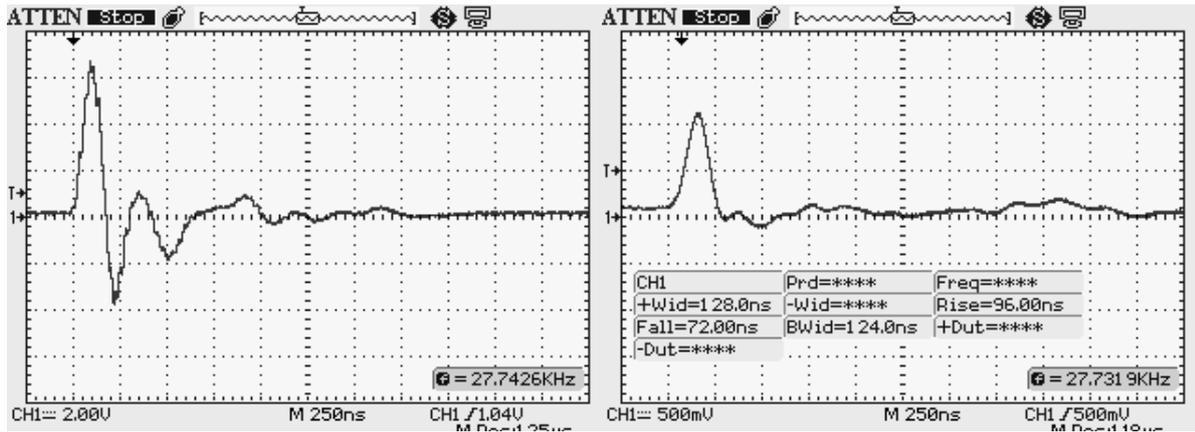
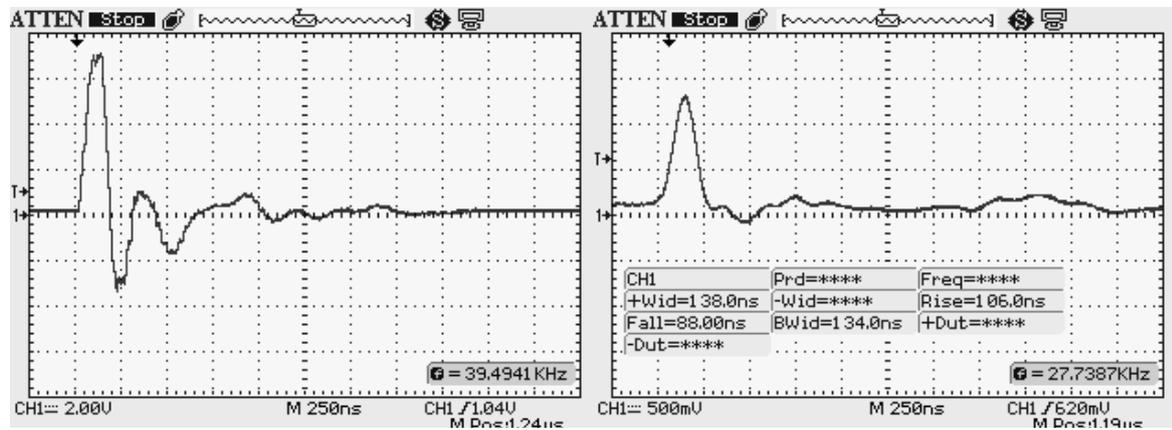


Рис. 2. Схема эксперимента по предварительной коррекции сигнала для разветвленной линии

На рис. 3 представлены осциллограммы сигнала  $y_0(t)$  на выходе предкорректора и сигнала  $f_i(t)$  на выходе канала для значений  $f_m = 8$  МГц и  $f_m = 16$  МГц. Из осциллограмм сигнала  $y_0(t)$  на выходе предкорректора видно, что для данного сигнала после основного импульса характерно наличие последовательности импульсов с экспоненциально уменьшающейся амплитудой. Их присутствие объясняется необходимостью компенсации импульсов, переотражаемых от разомкнутого конца ответвленного кабеля и неоднородности, образуемой в точке ответвления.



a



б

Рис. 3. Сигнал  $y_0(t)$  на выходе предкорректора (слева), сигнал  $f(t)$  на выходе канала (справа) при:  
 а –  $f_m = 8$  МГц; б –  $f_m = 16$  МГц

Результаты количественного сравнения формы основного (полезного) импульса на нагрузке линии без предкоррекции и применением последней сведены в табл. 1. Для оценки качества компенсации МСИ введем также величину

$$\varepsilon_U^{МСИ} = \left| U_0^{omp} / U_0^{осн} \right|, \quad (4)$$

где –  $U_0^{осн}$  амплитуда основного импульса,

$U_0^{omp}$  – максимальная амплитуда отраженных составляющих сигнала.

Соответствующие измерения приведены в табл. 2, где  $t^{отп}$  – временной интервал между максимумами основной и отраженной составляющих.

Таблица 1

Результаты измерения формы основного импульса

	$t_{half}$ , нс	$\Delta_{half}$ , нс	$\varepsilon_{half}$	$t_{rise}$ , нс	$\Delta_{rise}$ , нс	$\varepsilon_{rise}$	$t_{fall}$ , нс	$\Delta_{fall}$ , нс	$\varepsilon_{fall}$	
$g_0(t)$	125	///	///	36	///	///	56	///	///	
$g(t)$	196	71	0,568	80	44	1,222	196	140	2,500	
$f(t)$	$f_m = 8$ МГц	124	1	0,008	96	60	1,667	72	16	0,286
	$f_m = 16$ МГц	134	9	0,072	106	70	1,944	88	32	0,571

Результаты измерения отраженных составляющих импульса

		$U_0^{\text{осн}}, \text{В}$	$U_0^{\text{отр}}, \text{В}$	$\varepsilon_U^{\text{МСИ}}, \%$	$t^{\text{отр}}, \text{нс}$
$g(t)$		0,472	0,144	30,5	500
$f(t)$	$f_m = 8 \text{ МГц}$	1,10	0,140	12,7	610
	$f_m = 16 \text{ МГц}$	1,30	0,180	13,8	590

Обратим внимание на наличие в сигнале небольших отрицательных и положительных колебаний после появления основного импульса, которые можно характеризовать как остаточную МСИ. Максимальная их амплитуда составила 12,7% и 13,8% по отношению к амплитуде полезного импульса при  $f_m = 8 \text{ МГц}$  и  $16 \text{ МГц}$  соответственно. Имеющая место неточность получаемого на нагрузке сигнала вызвана в первую очередь недостаточно точной аппроксимацией тестирующего сигнала из-за конечной частоты дискретизации, а также изначальной трапецеидальной формой импульса, при которой невозможна полная компенсации МСИ при ограниченной ширине полосы предкоррекции.

В целом эксперимент подтверждает, что рассматриваемый метод предкоррекции позволяет скомпенсировать появление на сопротивлении нагрузки повторного импульса, вызванного отражением сигнала на конце ответвления. Относительное уширение импульса после применения предварительной коррекции снизилось с 56,8% (без учета отраженного импульса) до 0,8% при  $f_m = 8 \text{ МГц}$ .

### Литература

1. Охрименко В. Широкополосная PLC-технология: проблемы и решения // Электронные компоненты. – 2010. – № 1 – С. 43–49.
2. Hrasnica H., Haidine A., Lehnert R. Broadband Powerline Communications Networks. – John Wiley & Sons, Chichester, 2004.
3. Dostert K. Powerline Communications. – Prentice Hall, New Jersey, 2001.
4. О дробно-интервальной предварительной коррекции цифрового сигнала в каналах связи / А.Х. Султанов, А.З. Глявлин, В.Х. Багманов, В.С. Любопыттов, Т.И. Адиев // Вестник УГАТУ: Науч. журн. Уфимск. гос. авиац. техн. ун-та. – Т. 17, № 2 (55). – С. 3–13.

УДК 621.311

Д.В. Красницкий, С.Ю. Труднев

Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: dmitriy.krasnickiy.290795@mail.ru

## ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ УЧЕБНО-ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА «ДЫМОВОЙ ЛАБИРИНТ»

Материал посвящен проектированию электроснабжения учебно-тренажерного комплекса «Дымовой лабиринт». Представлены электрические схемы, таблица мощностей потребителей, и произведен расчет токов для выбора кабелей.

**Ключевые слова:** безопасность мореплавания, подготовка будущих моряков, учебно-тренажерный комплекс, электроснабжение, выбор кабелей.

D.V. Krasnickiy, S.U. Trudnev

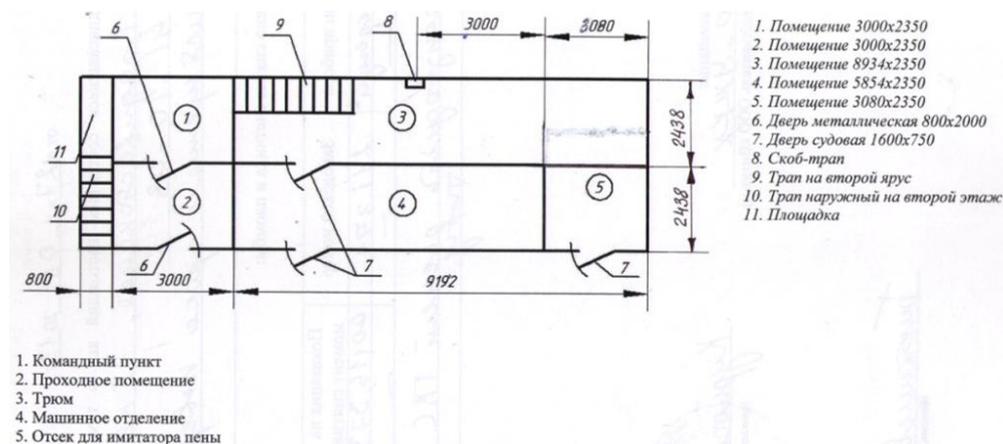
Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683003  
e-mail: dmitriy.krasnickiy.290795@mail.ru

## POWER SUPPLY OF THE SIMULATOR COMPLEX «SMOKE LABYRINTH»

The material is devoted to the design of power supply for the simulator complex «Smoke labyrinth». Electric diagrams and a table of consumer capacities are presented and current calculations for cable selection are made.

**Key words:** safety of navigation, training of future seafarers, simulator complex, power supply, choice of cables.

На сегодняшний день правительство Российской Федерации уделяет большое внимание безопасности мореплавания, вследствие большого количества аварий в море за последние 10 лет (примером могут быть БАТМ «Дальний Восток» и МРС «Восток»). В связи с этим морские учебные заведения уделяют большое внимание безопасности мореплавания при подготовке курсантов морских специальностей, то есть ставится задача научить будущих моряков бороться за свою жизнь и жизнь судна в аварийной ситуации. Для должной подготовки курсантов и моряков к экстремальным ситуациям в море на базе КамчатГТУ был построен учебно-тренажерный комплекс «Дымовой лабиринт», схема которого изображена на рис. 1.



а

Рис. 1. (Начало). Схема расположения помещений дымового лабиринта: а – первый этаж

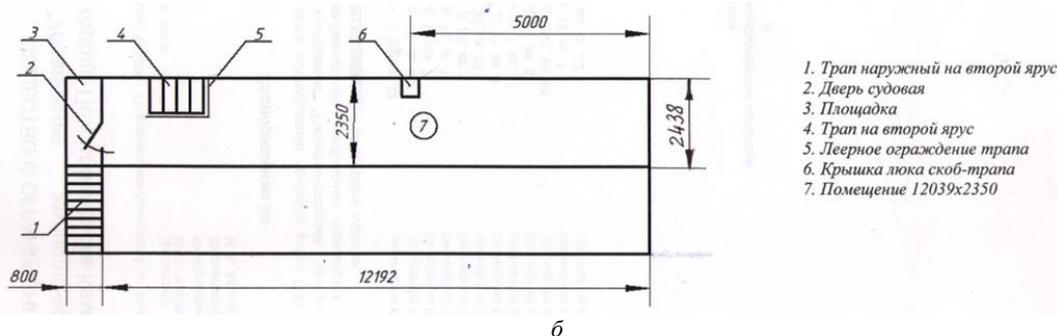


Рис. 1. (Окончание). Схема расположения помещений дымового лабиринта: б – второй этаж

В данной статье предлагается проект системы электроснабжения тренажера «Дымовой лабиринт». Все расчеты предлагается вести табличным методом. В таблице указаны основные параметры и типы электрических нагрузок всех потребителей.

Потребитель	Количество, шт.	Мощность	
		Активная (P), кВт	Реактивная (Q), кВар
Лампа освещения	15	0,18	–
Тепловая пушка	1	12	6,79
Дымогенератор	1	1,5	–
Имитация огня	1	0,15	–
Прочая нагрузка	–	1,5–2	–
<b>Итого:</b>		<b>13,8–16</b>	<b>6,79</b>

$$P_{\text{ламп освещения}} = 15 * 12 = 180 \text{ Вт} = 0,18 \text{ кВт.}$$

Суммарная активная мощность будет равна:

$$P_{\text{суммарная}} = 0,18 + 12 + 1,5 + 0,15 + 2 \approx 16 \text{ кВт.}$$

Тепловая пушка в своей конструкции имеет электродвигатель, поэтому имеет реактивную мощность:

$$Q_{\text{тепловой пушки}} = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{\left(\frac{P}{\cos \varphi}\right)^2 - P^2} = \sqrt{\left(\frac{12}{0,87}\right)^2 - (12)^2} = 6790 \text{ Вар} = 6,79 \text{ кВар.}$$

Для определения направления дальнейших расчетов необходимо произвести расчет средневзвешенного коэффициента:

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{16}{17,38} = 0,92,$$

где  $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{16^2 + 6,79^2} = 17,38 \text{ кВар.}$

Так как средневзвешенный коэффициент больше 0,8 значит дальнейший расчет будем вести по суммарной активной мощности.

Расчет токов нагрузки потребителей:

1. Освещение.

По предварительным расчетам, основываясь на расположении помещений тренажера, для освещения будет необходимо 15 светодиодных ламп типа LB-93 25487, общей мощностью 180 Вт (рис. 2).



Рис. 2. Светодиодная лампа типа LB-93 25487

Тогда ток нагрузки будет равен:

$$I_{\text{ламп}} = \frac{P}{U} = \frac{180}{220} = 0,82.$$

### 2. Тепловая пушка.

На первоначальных этапах проекта система отопления не планируется, поэтому предлагается использование тепловой пушки типа АО ЭВО 12,0/0,8 ТП с активной мощностью 12000 Вт (рис. 3).

Ток нагрузки будет равен:

$$I_{\text{тепловая пушка}} = \frac{P}{1,73 * U * \cos\phi} = \frac{12000}{1,73 * 380 * 0,87} = 20,98 \text{ А.}$$

### 3. Дымогенератор

Для реалистичной имитации пожара предлагается использование дымогенератора типа Involight FOG 1500, мощность которого составляет 1500 Вт (рис. 4).

Рассчитаем его ток:

$$I_{\text{дымогенератор}} = \frac{P}{U} = \frac{1500}{220} = 6,82 \text{ А.}$$

### 4. Имитация огня.

Для имитации пламени предлагается использование светодиодной ленты красного цвета типа 3528SMD, со степенью защиты IP65, общей мощностью 150 Вт (рис. 5).

Ток нагрузки составит:

$$I_{\text{имитация огня}} = \frac{P}{U} = \frac{150}{220} = 0,68 \text{ А.}$$

### 5. Прочая нагрузка.

Для использования нештатных потребителей предлагается использовать отдельный проводник, выдерживающий нагрузку не менее 2000 Вт.

Тогда ток нагрузки будет равен:

$$I_{\text{прочей нагрузки}} = \frac{P}{U} = \frac{2000}{220} = 9,1 \text{ А.}$$

По данным расчета, с использованием таблицы зависимости сечения проводников от мощности потребителя, выбираем следующие типы медных проводников:

- для цепи освещения:  $3 * 0,75 \text{ мм}^2$ ;
- для тепловой пушки:  $4 * 2,5 \text{ мм}^2$ ;
- для дымогенератора:  $3 * 1,5 \text{ мм}^2$ ;
- для имитации огня:  $2 * 0,5 \text{ мм}^2$ ;
- для прочей нагрузки:  $3 * 1,5 \text{ мм}^2$ .

Для защиты от короткого замыкания и его последствий на каждый потребитель предлагается установить автоматический выключатель типа ВА 47-29 (рис. 6), номинал которого подбирается по расчетным токам.



Рис. 3. Тепловая пушка типа АО ЭВО 12,0/0,8 ТП



Рис. 4. Дымогенератор типа Involight FOG 1500



Рис. 5. Светодиодная лента типа 3528SMD



Рис. 6. Автоматический выключатель типа ВА 47-29:  
а – однополюсный; б – трехполюсный

Итак, получаем:

- для цепи освещения: однополюсный ВА – 2А;
- для тепловой пушки: трехполюсный ВА – 25А;
- для дымогенератора: однополюсный ВА – 8А;
- для имитации огня: однополюсный ВА – 2А;
- для прочей нагрузки: однополюсный ВА – 10А.

Для выбора вводного автоматического выключателя найдем сумму токов всех потребителей:

$$I_{\text{общ}} = 0,82 + 20,98 + 6,82 + 0,68 + 9,1 = 38,4 \text{ А.}$$

По полученному значению выбираем трехполюсный автоматический выключатель ВА – 40А.

По расчетам заземления, был выбран контур, соответствующий требованиям ПУЭ.

### Заключение

Данный проект электроснабжения был разработан и использован в учебно-тренажерном комплексе «Дымовой лабиринт» и получил освидетельствование Минтранса РФ. Предположительно, комплекс начнет обучать моряков в апреле этого года.

### Литература

1. Карпов Ф.Ф., Козлов В.Н. Справочник по расчету проводов и кабелей. – 3-е изд. – М.: Энергия, 1969. – 264 с.
2. Бачелис Б.С., Белоруссов Н.И., Саакян А.Е. Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник. – М.: Госэнергоиздат, 1963.
3. Сагирова И.С., Жданова С.А., Давыдова Т.Н. Автоматические выключатели общего применения до 630 А: Справочник. – М.: Информэлектро, 1996
4. Маньков В.Д., Заграничный С.Ф. Защитное заземление и зануление электроустановок: Справочник. – М.: Политехника, 2005. – 400 с.

УДК 550.388.2+551.510.413.5

**Д.В. Лапшов, А.Е. Машарова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: delapshov@mail.ru*

## ОЦЕНКА САМОРАССЕЯНИЯ НАГРЕВНОЙ ВОЛНЫ

В результате воздействия на ионосферу при помощи мощных коротковолновых комплексов – нагревных стенов – формируются неоднородности электронной концентрации различной топологии и масштабов [1]. Для возбуждения ионосферного волновода можно использовать один из их видов: искусственные магнитоориентированные неоднородности (ИМН). Эффективность закачки энергии в ионосферный волновод зависит от пространственного распределения энергии саморассеянной на ИМН волны накачки. Для оценки этого распределения предлагается использовать технологию SDR (Software-defined radio).

**Ключевые слова:** ионосфера, магнитоориентированные неоднородности, распространение радиоволн, «эффект саморассеяния», SDR.

**D.V. Lapshov, A.E. Masharova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: delapshov@mail.ru*

## ESTIMATION OF SELF-SCATTERING OF HEATING WAVE

Because of the impact on the ionosphere with the help of powerful short-wave complexes – heating stands, irregularities of the electron concentration of different topology and scales are formed [1]. To excite the ionospheric waveguide, one of their types can be used: artificial field-aligned irregularities. The efficiency of the energy injection into the ionospheric waveguide depends on the spatial distribution of the energy of the pump wave scattered by the artificial field-aligned irregularities. To evaluate this distribution, it is proposed to use SDR (Software-defined radio) technology.

**Key words:** ionosphere, field-aligned irregularities, propagation of radio-waves, «self-scattering effect», SDR.

На сегодняшний день уже имеется значительный опыт в теоретическом описании процессов, протекающих в ионосферной плазме, а также в области ее экспериментального исследования. Несмотря на это, исследования в данном направлении все также актуальны. Особое место занимают исследования по активному воздействию на ионосферу. Они делают возможным реализацию технологий, задача которых заключается в обеспечении работы каналов скрытой направленной связи в КВ-диапазоне, связи в диапазонах КНЧ и СНЧ с подводными лодками в погруженном состоянии, загоризонтной радиоразведки и пеленгования (за пределами прямой видимости), регулируемое опустошение радиационных поясов от высокоэнергетических частиц и др. В частности, важным является понимание и прогноз последствий искусственных воздействий на ионосферу.

Основным средством активного воздействия на ионосферу являются нагревные стеноды, излучающие мощное (до нескольких МВт) электромагнитное излучение. Сейчас в мире имеется пять высокочастотных нагревных стенодов: в России («Сура», Васильсурск); в Европе (EISCAT, Тромсё, Норвегия и SPEAR, Шпицберген, Норвегия); в США (HAARP, Аляска). Первое место по мощности излучения занимает HAARP (High Frequency Active Auroral Research Program) – 3,6 МВт, на втором EISCAT – 1,2 МВт, на третьем «Сура» – 750 кВт и на четвертом SPEAR – 288 кВт. На рис. 1 представлена установка HAARP.



Рис. 1. Антенная решетка HAARP, Гакона, Аляска

В ее состав входит:

- синфазная антенная решетка, состоящая из 180 активных элементов;
- радар некогерентного излучения с антенной двадцатиметрового диаметра;
- магнитометры;
- камеры ночного неба;
- ионозонд DPS-4;
- компьютеры для обработки сигналов и управления антенным полем;
- шесть дизель-генераторов для энергообеспечения комплекса.

Основным отличием HAARP и подобных ему установок от радиовещательных станций, имеющих слабонаправленные антенны мощностью излучения до 1 МВт, является наличие узконаправленных передающих антенн, в качестве которых может служить фазированная антенная решетка. Такие антенны способны фокусировать излучаемую энергию в узком луче на небольшом участке пространства.



Рис. 2. Схема воздействия на ионосферу

В ходе воздействия нагревных стенов на ионосферу в ней формируются неоднородности электронной концентрации (рис. 2), имеющие различные характерные особенности [1]. Одной из разновидностей являются искусственные магнитоориентированные неоднородности, которые ориентированы вдоль силовых линий магнитного поля Земли и имеют продольные размеры во много раз больше поперечных. Эффект саморассеяния заключается в рассеянии нагревной волны на этих неоднородностях и дальнейшем распространении ее к приемным пунктам, например, в межслоевом ионосферном волноводе, который характеризуется малым погонным затуханием [2].

Рассеяние имеет свои особенности. Считается, что оно сосредоточено преимущественно в конусах, ориентированных вдоль силовых линий магнитного поля Земли, как показано в [3] и [4]. Однако наблюдения на Камчатке [5] показали, что возможно и резонансное рассеяние, если выполняется ряд условий:

- 1) волновой вектор падающей волны перпендикулярен силовым линиям;
- 2) поляризация падающей волны параллельна силовым линиям;
- 3) магнитоориентированные неоднородности формируют пространственную структуру, подобную синфазной решетке.

Таким образом, актуальна задача исследования пространственного распределения саморассеяния нагретой волны.

Для изучения пространственного распределения саморассеяния возможны два варианта проведения эксперимента.

Суть первого метода заключается в том, что измерения проводятся с помощью летательного аппарата, на борту которого находится приемное устройство и регистратор. Однако в этом случае, учитывая изменчивость ионосферы, невозможно адекватно оценить уровень поля во всех точках, поскольку измерения в них проводятся в них в разное время. Кроме того, метод требует существенных финансовых затрат.

Второй подход использует регистрацию сигнала в нескольких равноудаленных пунктах, что позволяет проводить одновременные измерения и нивелирует изменчивость ионосферы. Недостатком является большое количество станций наблюдения, что труднореализуемо. Однако его проведение возможно с помощью технологии программно-определяемых радиосистем (англ. Software-defined radio, SDR) [6]. Эта технология использует оцифровку входного сигнала и последующую его обработку, что делает такие приемники дешевыми и доступными. Более того, подключение их к Интернету позволяет дистанционно управлять ими и сохранять информацию в формате «wav». Размещение подобных приемников в Европе показано на рис. 3.

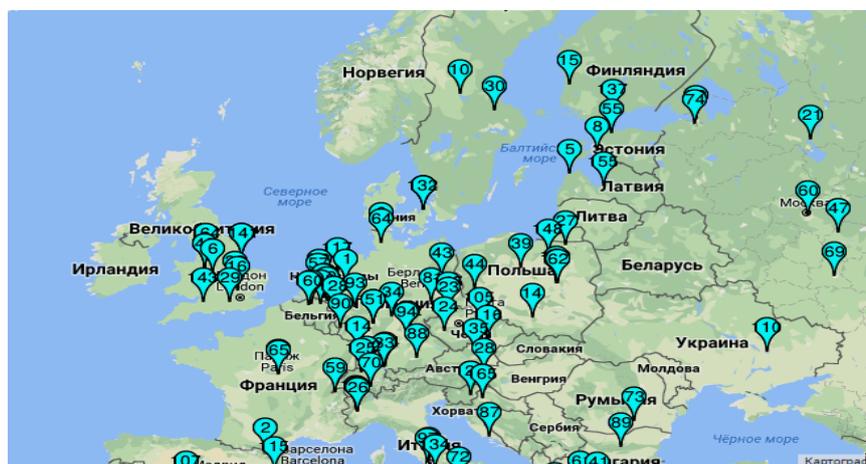


Рис. 3. Расположение программно-определяемых радиосистем

К сожалению, у сети подобных приемников есть свои недостатки:

- 1) полосы частот приемников не охватывают весь диапазон КВ, что не всегда делает возможным их одновременное использование;
- 2) приемники расположены на разном удалении от пункта воздействия на ионосферу, что может привести к ошибке измерений абсолютных величин поля.

На рис. 4 представлены результаты наблюдений экспериментов, проводившихся на стенде EISCAT в период с 23 октября по 24 ноября 2017 г. с использованием сети SDR. Выделенной линией на рисунке показано расстояние прямой видимости области воздействия, что позволило разделить пункты наблюдения на две группы: пункты, где область воздействия находилась в пределах прямой видимости, и пункты, где саморассеянная волна приходила путем отражения от ионосферы. Такое распределение позволяет оценить возможные углы рассеяния в вертикальной плоскости. Факт одновременного приема в нескольких пунктах дает возможность оценить рассеяние в горизонтальной плоскости.

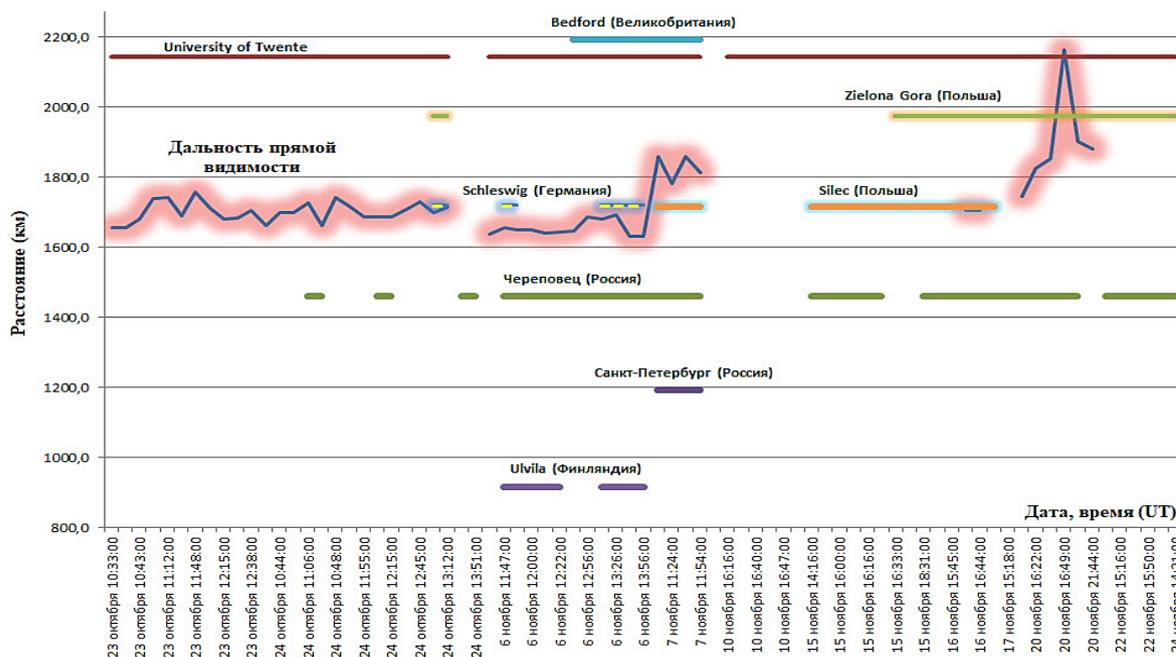


Рис. 4. Распределение наблюдений нагревного излучения в разных пунктах

Учитывая недостатки технологии SDR, изложенные ранее, не всегда возможно наблюдение саморассеянной волны в большинстве пунктов. Однако 6 ноября частота нагревной волны оказалась в полосе частот приемников, показанных на рис. 5. Если исходить из общепринятого понимания рассеяния волны в конус, то волна должна была наблюдаться в пунктах, расположенных вдоль силовой линии магнитного поля: на станциях Belford (Великобритания), Twente (Нидерланды), Schleswing (Германия). Однако она зафиксирована и в пунктах Ulvila (Финляндия), Череповец (Россия), что показывает распространение саморассеянной волны в направлениях, отличных от ракурсного. Данный эффект имеет важное практическое значение при организации ионосферно-волноводного канала радиосвязи в северных широтах, где по причине значительных и нерегулярных возмущений и изменений в ионосфере возможно ухудшение и даже полное прекращение радиосвязи в особенности в диапазоне КВ.

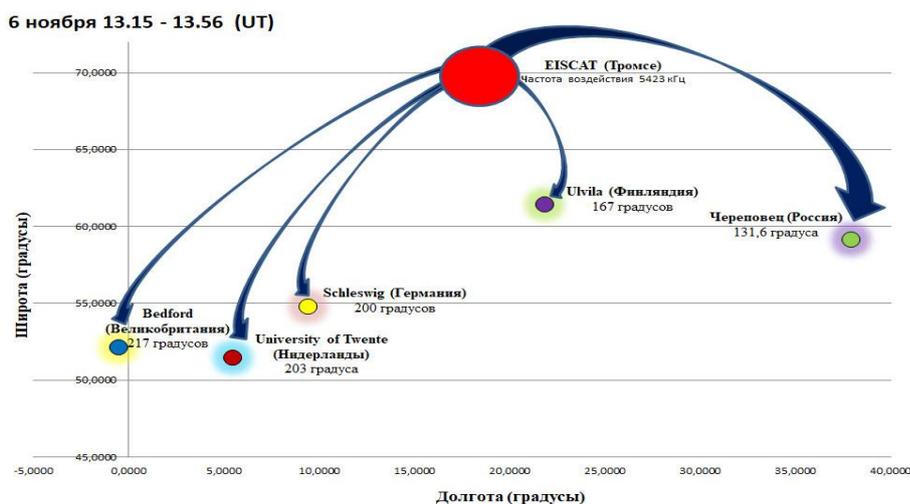


Рис. 5. Азимутальное распределение

### Выводы

– Установлена возможность саморассеяния нагревной волны в направлениях, отличных от заключенных в конус рассеяния.

- Вероятнее всего, рассеивающие неоднородности являются магнитоориентированными.
- Показана возможность применения программно-определяемых радиосистем для оценки состояния ионосферно-волноводного канала связи.

#### Литература

1. Гуревич А. В. Нелинейные явления в ионосфере // Успехи физических наук. – 2007. – Т. 177, № 11. – С. 1145–1177.
2. О возможном механизме «эффекта саморассеяния» мощных ВЧ сигналов в ионосфере / В.Г. Галушко, В.Г. Безродный, А.В. Колосков, А.В. Зализовский // Радиофизика и радиоастрономия. – 2012. – Т. 17, № 2. – С. 112–124.
3. Безродный В.Г., Галушко В.Г., Райнши Б.В. Ракурсное рассеяние ВЧ радиоволн на магнитоориентированных неоднородностях плоскостлой ионосферы // Радиофизика и радиоастрономия. – 2011. – Т. 16, № 1. – С. 33–42.
4. Гершман Б.Н., Ерухимов Л.М., Яшин Ю.Я. Волновые явления в ионосфере и космической плазме. – М.: Наука, 1984. – 370 с.
5. Поляризационный фактор декаметрового рассеяния на магнитоориентированных неоднородностях ионосферы / Сивоконь В.П. и др. // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Вып. 37. – С. 14–18.
6. URL: <http://www.websdr.com>

УДК 004

**Д.А. Лелеков, А.М. Саранча**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: 9.6danila9.6@mail.ru*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ И РАЗВИТИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОЦЕССОРОВ**

Сегодня в продаже существует большое количество разнообразных компьютерных систем, разных по стоимости и по набору выполняемых ими функций. Персональный компьютер стал уже частью повседневности современного человека, представить работу и быт без него сейчас уже проблематично. Особое значение имеет внедрение персональных компьютеров как составных частей информационных систем морского флота. В данной статье рассмотрены технологии, которые внедряются в компьютерные процессоры нового поколения и дают старт инновационным исследованиям в этой сфере. Ниже проанализированы технологии двух лидирующих компаний в производстве процессоров.

**Ключевые слова:** процессор, микропроцессор, компьютер, транзистор, тактовая чистота, память.

**D.A. Lelekov, A.M. Sarancha**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: 9.6danila9.6@mail.ru*

## **PERFECTION OF TECHNOLOGIES AND DEVELOPMENT OF COMPUTER PROCESSORS**

Today, there is a large number of various computer systems on sale, different in cost and in the set of functions they perform. A personal computer has already become a part of the daily routine of a modern person, it is already problematic to imagine work and life without it now. The introduction of personal computers as part of the information systems in maritime fleet is of particular importance. This article discusses technologies that are introduced into new generation computer processors and give rise to innovative research in this field. The technologies of two leading companies in the production of processors are analyzed.

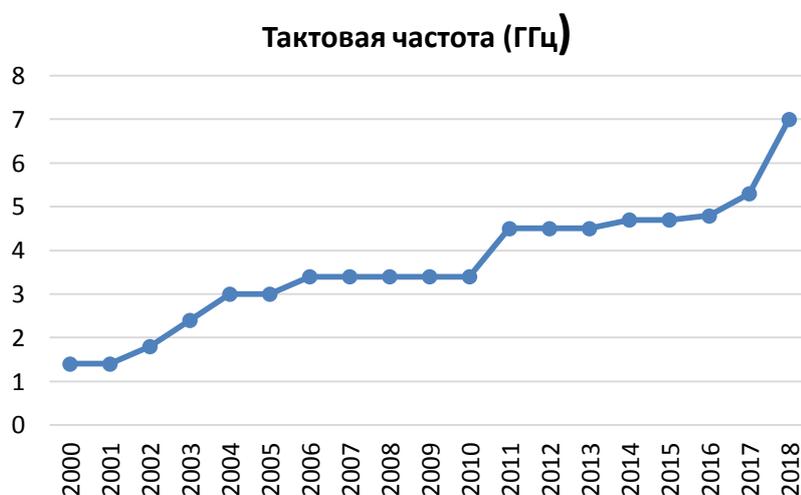
**Key words:** processor, microprocessor, computer, transistor, clock cleanliness, memory.

Использование компьютерных технологий на морском флоте необходимо в различных технических средствах судовых штурманской и радиотехнической служб. Основным в компьютеризированной технике является процессор. Его параметры определяют производительность и быстродействие системы. Поэтому целесообразно использовать лучшие виды процессоров в техническом оснащении на морском флоте. В таблице приведены основные характеристики одних из лучших процессоров известных фирм.

Характеристика	AMD Ryzen 7 1700x	INTEL Core i7-7700K
Тактовая частота процессора (ГГц)	8x3,4	4x4,2
Скорость турбо тактовой частоты (ГГц)	3,8	4,5
Количество потоков процессора	16	8
Размер полупроводников в кристалле(нм)	14	14
Скорость оперативной памяти, поддерживаемой процессором (МГц)	2677	2400
Конструктивные требования по теплоотводу(Вт)	95	91
Интегрированная графика	Нет	Есть
Тип разрядности процессора	64x	64x
Имеет разблокированный множитель	Да	Да

Одна из главных знаковых характеристик процессора – тактовая частота. Она определяет скорость переключения транзисторов, а это главный качественный элемент. Повышение скорости ведет не только к увеличению быстродействия, но и к перегреву процессора. Это остановило в 2005 г. рост тактовой частоты на 3 гигагерцах, и инженеры пошли по пути увеличения многоядерности. Однако нельзя, даже при нынешних технологиях, бесконечно минимизировать транзисторы, и с 2010 г. вновь происходит прорыв в увеличении тактовой частоты, которая в 2018 г. составила уже 7 гигагерц. Данная тенденция хорошо видна из предложенного графика № 1. Инженеры пошли по пути временного разгона тактовой частоты. Понятно, что это не выход из создавшегося тупикового положения стратегического параметра, и думается, что анализ представленного здесь графика и общий ход событий подсказывают нам о тупике кремниевых технологий и скором наступлении новой технической эры, на пороге которой уже стоит человечество.

Главной характеристикой для процессоров является тактовая частота. На рисунке показано развитие этой характеристики с 2000 по 2018 гг.:



*Развитие тактовой частоты*

Рассмотрим более детально современные технологии известных электронных компаний, производящих процессоры. Процессор, который официально еще нигде не представлен AMD Ryzen 7 1700x, имеет интересную структуру. Архитектура ядра Zen с ее множеством вариантов и предположений, но официальной или хотя бы полуофициальной информации существует крайне мало. Сегодня удалось пролить некоторый свет на будущие процессоры AMD: некто, предположительно являющийся сотрудником компании, опубликовал во всемирной сети слайды с презентации AMD, на которых изображены блок-схемы, описывающие устройство Zen. В настоящее время блок вычислений с плавающей запятой, используемый в современных процессорах AMD, имеет два 128-битных блока типа FMA3 (fused multiply – add capability, блок умножения – сложения), которые могут быть объединены в один 256-битный конвейер, способный выполнять одну 256-битную инструкцию AVX за такт. Технология Precision Boost 2 плавно повышает частоту процессора для более быстрой работы при любом количестве процессорных ядер. Процессор AMD Ryzen™ с видеокартой Radeon контролирует собственное энергопотребление и температуру. Когда процессор знает, что он работает бесшумно и без излишнего тепловыделения, он может увеличить тактовую частоту с точностью до 15 МГц для любого приложения.

Neural Net Prediction – в Ryzen встроена нейросеть, которая анализирует работу, выполняемую процессором, и адаптирует чип к ней. Истинный искусственный интеллект внутри каждого процессора AMD Ryzen™ использует искусственную нейронную сеть, чтобы понять особенности ваших приложений и предвидеть следующие шаги вашего рабочего процесса в реальном времени. Эти способности предугадывания могут повысить производительность, выбирая внутри процессора наиболее эффективные пути для команд ваших приложений. Итак, здесь речь ведется уже о 15 гигагерцах и встроеной нейронной сети.

Следующий процессор INTEL Core i7-7700K собран по технологии повышения частоты Turbo Boost 2, реализованной в данном процессоре. Такие технологии повышают производительность процессора при пиковых нагрузках, автоматически разгоняя ядра процессора до частоты выше базовой, если мощность, потребляемый ток и температура не превышают максимальных значений. Технология виртуализации позволяет эмулировать работу нескольких компьютеров на одном системном блоке. Наличие поддержки 64-битного набора команд. Процессоры с 64-битной архитектурой могут работать как со старыми 32-битными приложениями, так и с 64-битными, которые становятся в последнее время все более популярными.

Процессоры с поддержкой 64-битной адресации работают с оперативной памятью свыше 4 Гб, что недоступно традиционным 32-битным CPU. Для использования преимуществ 64-битных процессоров необходимо, чтобы ваша операционная система была адаптирована к ним. Реализация 64-битных расширений в процессорах AMD называется AMD64, в моделях от Intel – EM64T. Здесь мы видим опять разгон частоты ядра процессора при пиковых нагрузках и кратковременное расширение его возможностей. Это хорошее инженерное решение, но не стопроцентное решение проблемы.

Современные процессоры применяются во всех технических сферах жизни человека. Не обошли они стороной и такую электронноёмкую сферу, как морской флот. Современные суда оснащены радиолокационными, гидроакустическими, радионавигационными и связными средствами, основу работы которых представляют процессоры. От возможности процессоров напрямую зависят возможности судовой аппаратуры. Так, например, внедрение в морскую технику современных процессоров привело к появлению радиолокационных технологий Super HD Color и Chirp, позволяющих видеть на экране РЛС даже отдельно плывущего по воде человека или не просто засветку на экране РЛС портового причала, а «портретные» контуры ошвартованного у причала катера.

В связных терминалах радиотехнической службы судов морского и рыбодобывающего флотов России плотно используются технологии VSAT, применяемых на основе очень высокопроизводительных процессоров. В системе VSAT в свете последних новшеств широко применяется судовой терминал TracPhone V7, который гарантирует широкополосный сервис обмена данными 512 Kbps на передачу и 2 Kbps на прием. Кроме того, прилагаемый кабельный модем обеспечивает широкополосный доступ в Интернет mini VSAT, предлагая здесь услуги электронной почты, возможность провести видеоконференцию, иметь обновленные погодные прогнозы и синоптические карты, общаться по телефону с другими судами и береговыми абонентами в любой точке планеты, где есть телефонная связь, обмениваться данными, передавать мгновенные сообщения и иметь доступ к корпоративным сетям.

Архитектура другой спутниковой системы Iridium состоит из 66 низкоорбитальных спутников, обеспечивающих глобальное покрытие Земли от Северного до Южного полюсов, что дает ряд преимуществ в производительности и надежности сети. Данные спутники совместимы с космическими аппаратами новой спутниковой группировки Iridium Next. Это в полной мере используется в судовом спутниковом терминале Iridium Pilot. Гарантия высококачественной связи здесь стала реальностью даже в час пик сразу по трем каналам. Для работы в электронной почте и Интернете в терминале использована технология Iridium OpenPort со скоростью приема и передачи 134 кбит/с. В терминале используются персональные компьютеры и всенаправленная антенна. Спутниковый терминал Iridium Pilot регистрируется в сети с использованием SIM-карт. Такое обилие возможностей гарантируется только при достаточно высоких параметрах процессоров данного терминала.

В рыбодобывающем флоте пристальное внимание уделено гидроакустике. Особо следует выделить траловый блок американского производства WESMAR TCS780C, служащий для контроля раскрытия трала. Это многофункциональный прибор, показывающий заход рыбы в трал, имеющий максимальную глубину работы 1800 м, частоту сканера и эхолота 110 КГц, обладающий к тому же функцией измерения направления и скорости подводного течения. Все это стало более достижимо с появлением у прибора еще более производительного нового модуля процессора блока WESMAR TCS780C. Управляемый данным процессором узкий луч 8,5/8,5 градусов на цветном ж/к мониторе создает очень четкую и качественную картинку высоты нахождения трала над морским грунтом и заход рыбы в траловый куток.

В итоге следует сделать вывод, что развитие компьютерных процессоров не стоит на месте. С новыми технологиями открываются новые пути развития и модернизации. Все компоненты компьютера миниатюризируются, при этом повышается производительность. Вследствие этого то, что в недалеком прошлом нам казалось невозможным, воплощается в реальность.

Компьютеры все более и более внедряются в техническое оборудование судов морского флота. Поэтому очень важно и необходимо развитие их высоких параметров. Все новые качественные возможности судовых средств связи, навигации и гидроакустики напрямую сегодня зависят от параметров постоянно развивающихся процессоров. И, если в процессорах мобильных телефонов тактовая частота не поднимается выше 3 ГГц, то в обычных процессорах данный параметр давно превысил этот порог с использованием технологии разгона ядра выше базовой частоты. Это говорит о том, что развитие процессоров продолжается постоянно и без их мощных возможностей сегодня немыслимы все сферы человеческой деятельности, включая применение в техническом оборудовании практически всех внутренних служб на морских судах.

### Литература

1. *Цилькер Б. Я., Орлов С.А.* Организация ЭВМ и систем. – СПб.: Питер, 2006. – 668 с.
2. *Гук М., Юров В.* Процессоры Pentium 4, Athlon и Duron. – СПб.: Питер, 2002. – 512 с.
3. *Таненбаум Э.* Архитектура компьютеров. – СПб.: Питер, 2007. – 848 с.
4. *Корнеев В.В., Киселев А.В.* Современные микропроцессоры. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 440 с.
5. URL: [www.amd.com](http://www.amd.com)
6. URL: [www.intel.com](http://www.intel.com)
7. URL: [www.google.com](http://www.google.com)
8. URL: [www.iridium-russian.ru](http://www.iridium-russian.ru)
9. URL: [www.iksmedia.ru](http://www.iksmedia.ru)

УДК 621.31(571.66)

**Е.О. Малышев, А.А. Пятков**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: eropka\_malyshhev@mail.ru*

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА КАМЧАТКЕ**

Качество электроэнергии (качество напряжения) нормируется в ГОСТе 13109-97 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения». В стандарте определяются показатели и нормы качества электроэнергии в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения переменного трехфазного и однофазного тока частотой 50 Гц в точках присоединения электрических сетей, находящихся в собственности различных потребителей электроэнергии.

**Ключевые слова:** электроэнергия, нормы качества, напряжение.

**E.O. Malyshev, A.A. Pyatkov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: eropka\_malyshhev@mail.ru*

### **ASSESSMENT OF ELECTRICITY QUALITY IN KAMCHATKA**

The quality of electricity (voltage quality) is standardized in GOST 13109-97 "Norms of electric power quality in general-purpose power supply systems". The standard defines the indicators and norms for the quality of electric power in the electrical networks of general-purpose power systems of alternating three-phase and single-phase current at a frequency of 50 Hz at the points of connection of electric networks owned by various electricity consumers.

**Key words:** electricity, quality standards, voltage.

Показатели качества электроэнергии в электрических сетях, находящихся в собственности потребителей, регламентируются отраслевыми стандартами и иными нормативными документами, но они не должны быть ниже норм ГОСТа для точек общего присоединения.

Установлены два вида норм качества электроэнергии: нормально допустимые и предельно допустимые. Согласно ГОСТ 13109-97 показателями качества электроэнергии являются:

- отклонение напряжения,
- колебания напряжения,
- провалы напряжения,
- временное перенапряжение,
- несимметрия напряжения в трехфазной системе,
- несинусоидальность формы кривой напряжения,
- отклонение частоты,
- импульсное напряжение.

Контролировать качество электрической энергии следует с применением сертифицированных приборов, обеспечивающих измерение и расчет всех необходимых параметров, для определения и анализа качества электрической энергии.

Прибор контроля ПКЭ ЩМК120С [1] предназначен для учета электрической энергии, измерения ПКЭ, параметров тока, напряжения, мощности, активной и реактивной энергии в 3-4-фазных электрических сетях и системах переменного тока, а также в точках установки средств измерения с сохранением результатов измерений и отображением значений учтенной

электрической энергии, показателей ПКЭ и последующей передачей данных через коммуникационные интерфейсы. ЦМК120С устанавливается для непрерывного контроля показателей качества электроэнергии подстанций в системы мониторинга и управления качеством электрической энергии. Стоимость прибора составляет 64 888 руб.

Измерение и контроль качества электроэнергии:

- напряжения,
- частота,
- длительность и глубина провала напряжения и перенапряжения,
- длительность временного перенапряжения,
- длительная и кратковременная доза фликера,
- коэффициент временного перенапряжения,
- коэффициент  $n$ -й гармонической составляющей напряжения,
- коэффициент несимметрии напряжения по обратной последовательности,
- коэффициент несимметрии напряжения по нулевой последовательности.



Рис. 1. Внешний вид прибора ЦМК120С

Несинусоидальностью формы кривой напряжения называется отклонение от синусоиды формы мгновенного значения фазного или линейного напряжения в системе электроснабжения потребителей электроэнергии.

Главной причиной возникновения искажения синусоидальной формы тока или напряжения являются нелинейные элементы в системе электроснабжения и потребления.

Наличие гармоник может создать отрицательные моменты на валу двигателя. Несинусоидальные токи создают по закону индукции большие помехи в проводах линии связи и каналах телемеханики.

Коэффициент несинусоидальности:

$$K_{nc} = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n U_i^2}}{U_n},$$

где  $U_i$  – напряжение  $i$ -й гармоники, В;

$U_n$  – номинальное напряжение системы, В;

$\Sigma$  – сумма квадратов напряжений гармоник несинусоидального  $I$  тока от 1-й до  $i$ -й.

Коэффициент несинусоидальности показывает, какую долю в процентах составляет действующее (эффективное) значение несинусоидального напряжения от номинального напряжения системы электроснабжения или номинального напряжения потребителя электроэнергии.

Согласно ГОСТ 13109 на зажимах электроприемников несинусоидальность формы кривой напряжения должна быть ограничена таким образом, чтобы действующее значение всех высших гармоник не превышало 8% действующего значения напряжения основной частоты 50 Гц ( $K_{nc} \leq 8\%$ ) [1].

Основным источником высших гармоник являются вентильные преобразователи, дуговые электропечи, сварочные машины, коммутационные аппараты, люминесцентные лампы, электрооборудование со стальными сердечниками ( $K_{nc} = 20\%$ ).

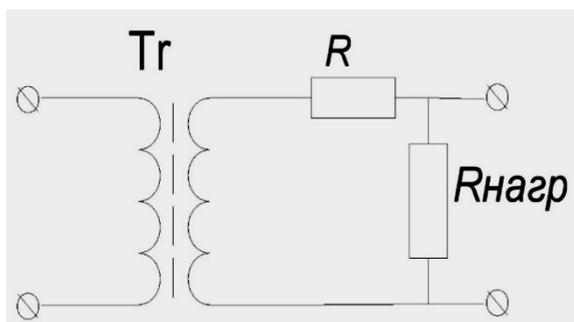


Рис. 2. Схема измерений

Методы и средства уменьшения несинусоидальности напряжения в электрических сетях:

1. Увеличение числа фаз выпрямителя.
2. Сглаживание кривой выпрямленного тока.
3. Применение фильтров высших гармоник.
4. Контроль несинусоидальности напряжения и принятия мер по их уменьшению.

Для анализа качества электричества в г. Елизово и с. Николаевка мы воспользовались программой SpecLab.

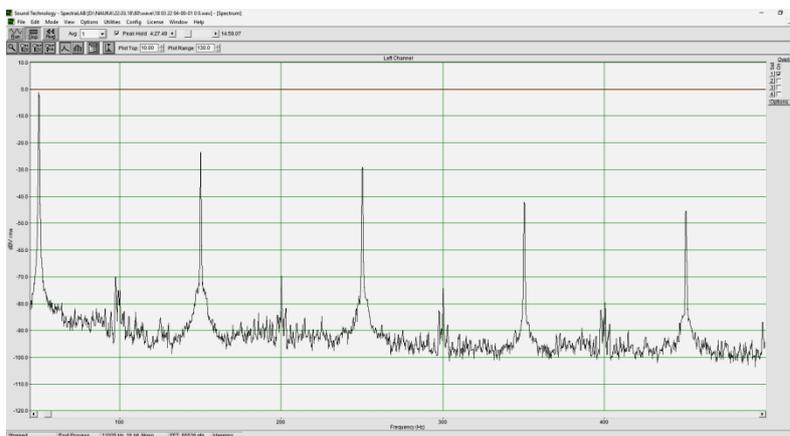


Рис. 3. Скриншот программы SpecLab, где показаны гармоники

Проанализировав исходные данные с помощью названной программы, мы получили следующие распределения:

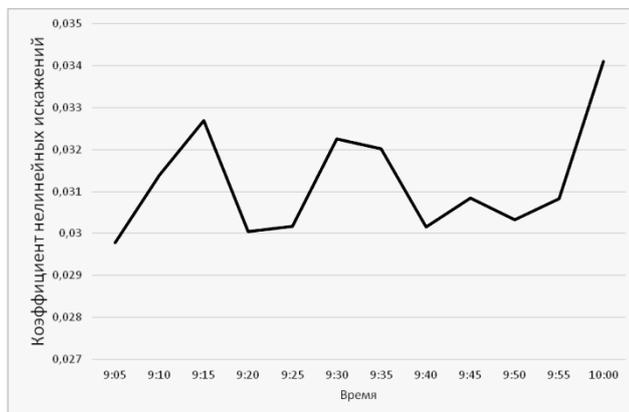


Рис. 4. Коэффициент нелинейных искажений в г. Елизово

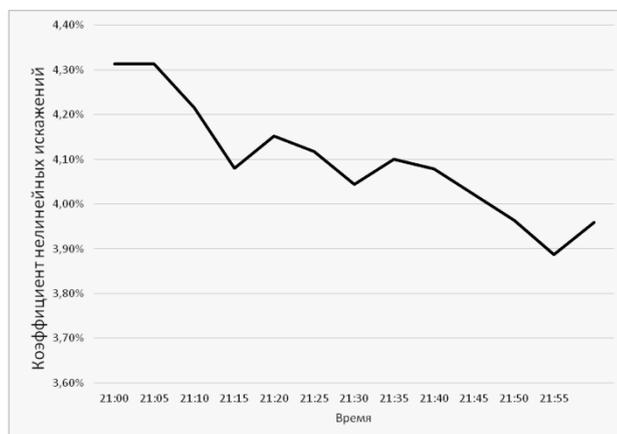


Рис. 5. Коэффициент нелинейных искажений в с. Николаевка

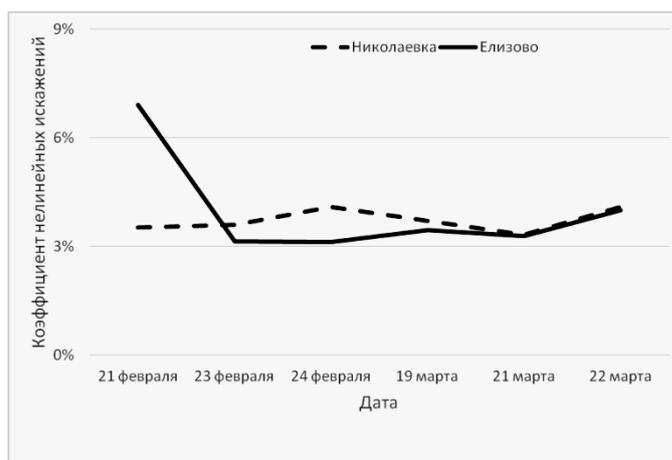


Рис. 6. Общий усредненный график коэффициента нелинейных искажений

### Вывод

- Показана возможность измерения качества энергии с использованием нестандартного подхода с применением персонального компьютера и программы SpecLab.
- Измерения, проведенные в с. Николаевка и г. Елизово, показали зависимость от времени наблюдения.
- Уровень гармоник в населенных пунктах Камчатки находится в пределах, заданных ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электроэнергии в системах электроснабжения общего назначения», однако в г. Елизово их величина близка к верхнему пределу нормально допустимой.

### Литература

1. URL: <http://www.prompribors.ru/images/catalog/ShchMK120S.pdf>
2. ГОСТ 13109-97 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

УДК 621.313.333

**А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: marchenko@yandex.ru*

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОТИВОВКЛЮЧЕНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

В данных материалах конференции представлены результаты проверки гипотезы о возможности снижения скачков тока и момента в режимах противовключения асинхронного двигателя путем снижения частоты тока. При помощи построенной компьютерной модели автор произвел расчеты и выявил уменьшение нагрузки на механические узлы электродвигателя.

Автором проводились расчеты по выявлению параметров искусственного нагружения асинхронных двигателей. По полученным результатам были сделаны выводы о целесообразности применения такого метода нагружения.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, режим противовключения, номинальный ток, механическая характеристика, момент.

**A.A. Marchenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: marchenko@yandex.ru*

### **MODELLING OF COUNTERCURRENT PROCESS OF ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS**

The article presents the results of testing the hypothesis of the possibility to decrease electric shocks and the moment in the modes of countercurrent of the asynchronous engine by decrease in current frequency. By means of the constructed computer model the author made calculations and revealed load decrease of mechanical engineering assemblies in the electric motor.

The author carried out calculations to identify the parameters of artificial loading of asynchronous engines. By the received results, the conclusions were drawn on expediency of application of such method of loading.

**Key words:** asynchronous motor, countercurrent mode, rated current, mechanical property, moment.

Качественная диагностика электрической машины может производиться только в рабочем режиме, который будет соответствовать нагрузочному [1]. Нагрузочный режим может осуществляться путем нагружения машины номинальным током и номинальным моментом.

При проведении испытаний с применением нагрузки важное значение имеют колебания момента и тока. Для получения режима, эквивалентного номинальному, требуется соответствие среднего тока на статоре электродвигателя в динамическом режиме и номинального тока этой машины [2]. При получении данного режима возможны слишком резкие колебания вышеперечисленных параметров, способные привести к возникновению аварийного режима. Так, слишком резкое повышение тока приведет к перегреву и тлению обмоток двигателя, а возникновение слишком больших моментов к неисправностям механической части машины, а именно подшипникового узла.

Возможным решением является режим противовключения электродвигателя.

На рис. 1 показана характеристика асинхронного электродвигателя в режиме противовключения.

Точка *b* механической характеристики электродвигателя соответствует значению номинального момента. Точка *c* механической характеристике соответствует переходу в режим противовключения. На этом участке происходит нагружение электродвигателя и увеличение значений тока и напряжения. Переход на нормальную характеристику и разгон электродвигателя происходит в точке *a*. Для получения постоянного нагрузочного режима необходимо данную операцию производить циклически.

Представленный способ прост в реализации, но имеет множество недостатков. Существенным недостатком является резкое увеличение момента и тока, что значительно нагружает механические части электродвигателя и может привести к неисправности.

На рис. 2 представлен график изменения момента электродвигателя, где видно резкое увеличение моментов  $M_1$  и  $M_2$ .

Уменьшить скачки тока и момента возможно при уменьшении частоты тока. Снижение  $\Delta M_1$  и  $\Delta M_2$  показано на графике рис. 3 при переходе с механической характеристики для прямого пуска электродвигателя на характеристику для реверса с пониженной частотой тока.

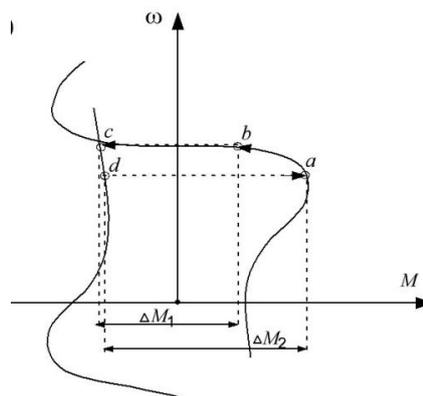


Рис. 1. Характеристика асинхронного электродвигателя в режиме противовключения

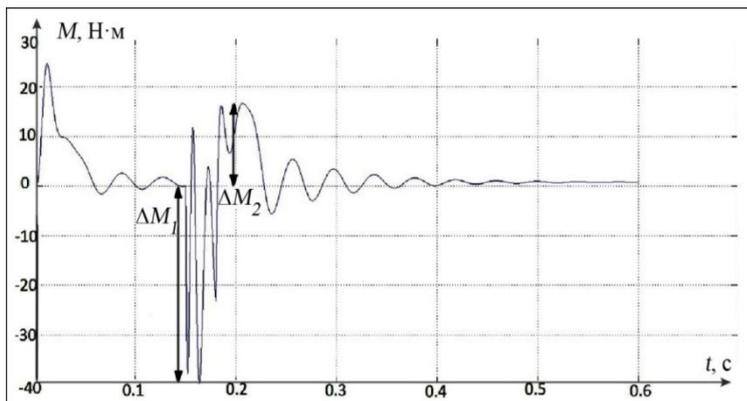


Рис. 2. Момент электродвигателя

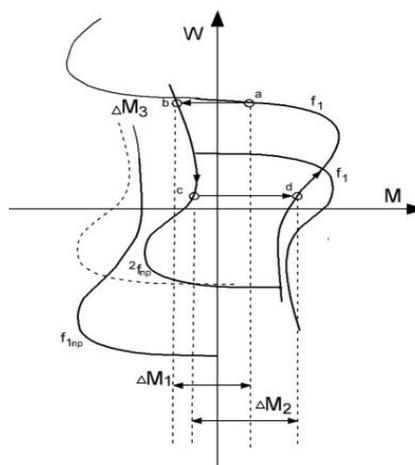


Рис. 3. Механическая характеристика асинхронного электродвигателя в режиме противовключения и изменения частоты

На рис. 3 механические характеристики  $f_2$  и  $2f_{пр}$  соответствуют работе АД при пониженной частоте сети. Так как в реальной системе значение напряжения изменяется не пропорционально частоте, то фактически АД работает вместо  $f_2$  и  $2f_{пр}$  на характеристиках  $f_2$  и  $2f_{пр}$  соответственно.

Для увеличения длительности переходного процесса возможным решением может быть работа электрической машины во всем диапазоне механической характеристики [4], характеристика такого нагружения представлена на рис. 1 (б). В точке *a* характеристики  $f_1$  электродвигатель вращается на холостом ходу при номинальной частоте сети 50 Гц.

После разгона до номинальной скорости АД переводится в режим противовключения, которому соответствует характеристика  $f_{2пр}$ . Переход осуществляется в точку *b*, движение по ней соответствует пониженной частоте. Работа двигателя на пониженной частоте приводит к снижению  $\Delta M_1$ . Скорость двигателя снижается и в точке *c* характеристики  $f_{2пр}$  АД изменяет свое направление вращения. Момент  $\Delta M_2$  соответствует обратному переключению и работе во втором квадранте. Этот момент значительно уменьшен на механической характеристике  $f_{2пр}$  и в точке *d* механической характеристики  $f_2$ , где работа электродвигателя происходит а пониженной частоте. Увеличение частоты вращения электродвигателя до номинальных значений происходит после достижения точки *e* характеристики  $f_2$ , где изменяется частота напряжения сети до номинальных зна-

чений и электродвигатель работает в точке  $g$  механической характеристики. Переход сопровождается небольшим увеличением момента  $\Delta M_3$ . Результаты моделирования представлены на рис. 4.

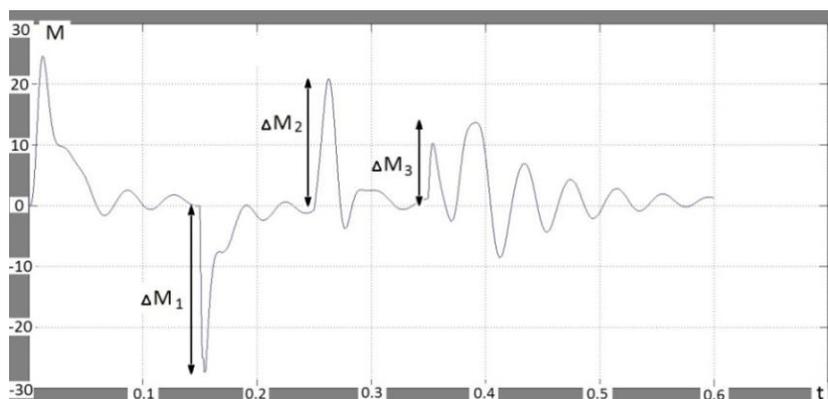


Рис. 4. Момент электродвигателя в режиме противовключения и изменения частоты тока

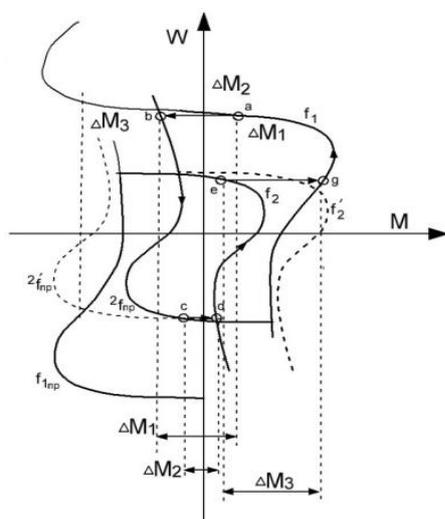


Рис. 5. Механическая характеристика асинхронного двигателя

Изменение скорости АД в режиме противовключения и изменения частоты представлено на рис. 3. Скорость вращения электродвигателя соответствует механической характеристике на рис. 5.

Переход рабочей точки с характеристики  $f_1$  на  $f_{2пр}$  представлен на рис. 5 точкой  $b$ . В рамках исследования была выявлена необходимая частота напряжения сети для оптимального значения момента, не превышающего максимального значения.

Испытания электродвигателей под нагрузкой проводятся с целью получения номинального тока электродвигателя. Данный режим соответствует нагрузочному режиму в условиях работы электропривода.

Для электродвигателей серии 4А значение тока, полученное в результате исследования, отличается от номинального значения на 17,3%. На рис. 6 показано циклическое изменение тока двигателя для проведения испытаний на длительном промежутке времени.

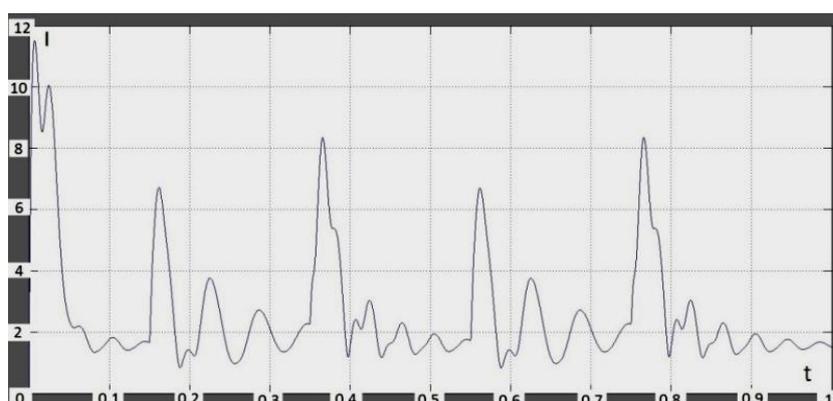


Рис. 6. Мгновенное значение тока электродвигателя

График указывает, что изменением частоты и напряжения в режиме противовключения для электродвигателя переменного тока позволяет получить режим, эквивалентный нагрузочному с номинальными параметрами тока и напряжения. В данном режиме испытуемый двигатель работает под токовой и механической нагрузкой, которые на практике можно получить только в эксплуатационном режиме [3].

При работе с разработанной математической моделью были сделаны некоторые выводы.

При работе асинхронного двигателя в режиме противовключения с изменением частоты происходит движение рабочей точки во всех четырех квадрантах механической характеристики. Значительное изменение тока позволяет добиться работы в номинальном режиме, в то время как ограничение момента предохраняет механические части двигателя от повреждений.

В рамках данного метода испытаний двигателя наблюдается изменение тока и механического момента в рамках допустимых значений.

Уменьшение частоты напряжения позволяет избежать перегрузок электродвигателя, что значительно повышает степень надежности системы.

### Литература

1. *Котеленец Н.Ф.* Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин: Учеб. для вузов. – М.: Издат. центр «Академия», 2003. – С. 99–103.
2. *Портнягин Н.Н., Марченко А.А., Ушакевич А.А.* Разработка методов технического диагностирования асинхронного двигателя // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 29–32.
3. *Марченко А.А., Портнягин Н.Н.* Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя // Современные проблемы науки и образования. – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125–125.

УДК 551.510.413.5

**Э.В. Матанская, Е.Т. Плиева**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: elechka\_1802@mail.ru*

### **ИОНОСФЕРНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ ПРИ ЗАПУСКАХ С КОСМОДРОМА «ВОСТОЧНЫЙ»**

Известно, что при запусках космических аппаратов происходит изменения свойств ионосферы, как результат воздействия на нее ударно-акустических волн, формирующихся при сверхзвуковом движении ракетных носителей. При этом исследования вариаций ионосферной плазмы, как правило, осуществляют с использованием сигналов глобальных навигационных спутниковых систем GPS/ГЛОНАСС, что предполагает сеть наземных станций. В районе космодрома «Восточный» количество таких станций не достаточно для точных наблюдений. Для улучшения качества наблюдений предлагается использовать станции вертикального зондирования, расположенные в Хабаровске, Магадане и на Камчатке.

**Ключевые слова:** ионосфера, космодром, зондирование.

**E.V. Matanskaya, E.T. Plieva**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: elechka\_1802@mail.ru*

### **IONOSPHERIC PERTURBATIONS AT THE STARTING FROM THE COSMODROME "VOSTOCHNY"**

It is known, that during launches of space vehicles the properties of the ionosphere change because of the impact of shock-acoustic waves formed during the supersonic motion of rocket carriers. In this case, studies of ionospheric plasma variations are usually carried out using signals from global navigation satellite systems GPS/GLONASS, which involves a network of ground stations. In the area of the Vostochny cosmodrome, the number of such stations is not sufficient for accurate observations. To improve the quality of observations, it is proposed to use vertical sounding stations located in Khabarovsk, Magadan and Kamchatka.

**Key words:** ionosphere, cosmodrome, sounding.

Ионосфера – самая верхняя часть атмосферы Земли, ионизированная коротковолновым излучением Солнца и космическими лучами. Исследование физической природы, морфологии и динамических характеристик неоднородностей электронной концентрации является одной из ключевых задач физики ионосферы. Это вызвано не только чисто научным интересом к проблеме изучения атмосферы Земли как единой динамической системы, но и необходимостью решения ряда прикладных задач радиосвязи, радиолокации, радионавигации. Исследование структуры ионосферы важно как для понимания физики протекающих в ней процессов, так и для решения разнообразных радиофизических задач, связанных с распространением радиоволн.

Заслуживает внимания влияние на состояние ионосферы запусков мощных ракет, вывод на орбиту ИСЗ, которые сопровождаются выбросом большого количества продуктов сгорания топлива реактивных двигательных устройств. Каждый такой пролет образует местные провалы в электронной концентрации, возникающие возмущения распространяются в ионосфере и регистрируются на соответствующих станциях.

Ионосферные возмущения, вызванные запусками космических аппаратов, неоднократно регистрировались с помощью сигналов глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) GPS. Плотные сети приемников GPS позволяют даже оценивать траекторию движения ракетных

носителей. Современные приемники ГНСС открывают возможность использовать для изучения ионосферных возмущений отечественную систему ГЛОНАСС. Однако для использования спутникового метода необходимы станции ГНСС, расположенные в районе космодрома «Восточный». Благодаря сайту Scripps Orbit and Permanent Array Center [1] можно получить информацию о расположении ГНСС-станции.

Из рис. 1 видно, что количество таких станций в районе космодрома не достаточно для точных наблюдений.

Исследования ионосферы до появления возможности прямых измерений с помощью ракет базировались на использовании способности ионосферы поглощать, отражать, рассеивать радиосигналы. Наиболее распространенным был метод вертикального зондирования, при котором измеряется время распространения импульса от ионозонда до отражающего слоя и обратно к приемнику сигнала.

Наиболее точным способом оценки состояния ионосферы является регистрация данных специальными приборами – ионозондами – в виде ионограмм, являющихся высотно-частотными характеристиками ионосферы.

Ионозонд – это скоростной радар для мониторинга и прогноза состояния ионосферы Земли (ионизированная часть верхней атмосферы выше 50 км). За счет отражения от ионосферы радиоволны распространяются на дальние расстояния. Явления, происходящие в ионосфере, – космическая погода – влияют на радиоволны и могут привести к появлению помех или даже к отсутствию радиосвязи на некоторых участках Земли.

Наиболее распространенным методом наблюдения за состоянием ионосферы является метод вертикального зондирования с помощью ионозондов, основанный на способности ионосферы отражать радиоволны. Этот метод состоит в определении времени пробега волны до точки отражения и обратно, по которому рассчитывается высота точки отражения. Частота отраженной волны близка или совпадает с плазменной частотой в точке отражения, которая связана с электронной концентрацией. Таким образом, ионограмма представляет собой график зависимости электронной концентрации от высоты.

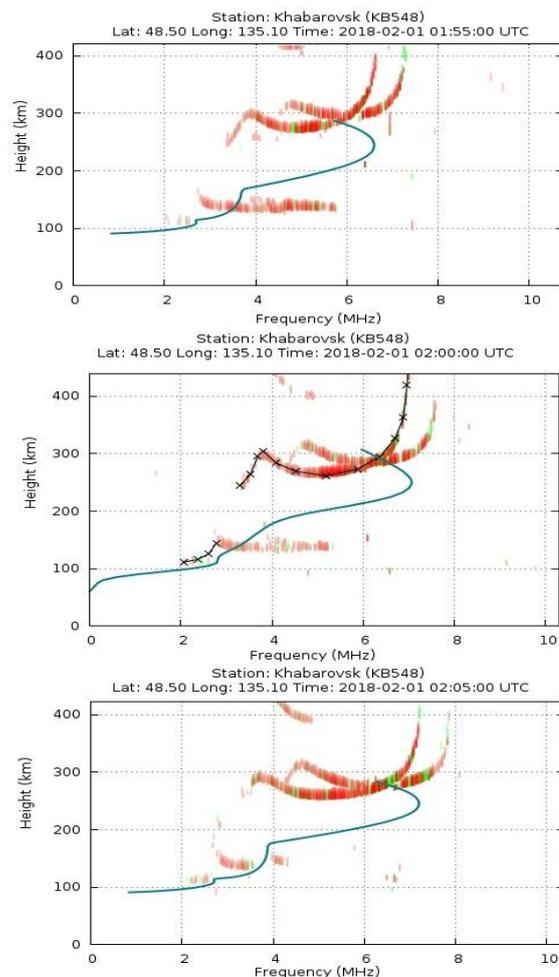
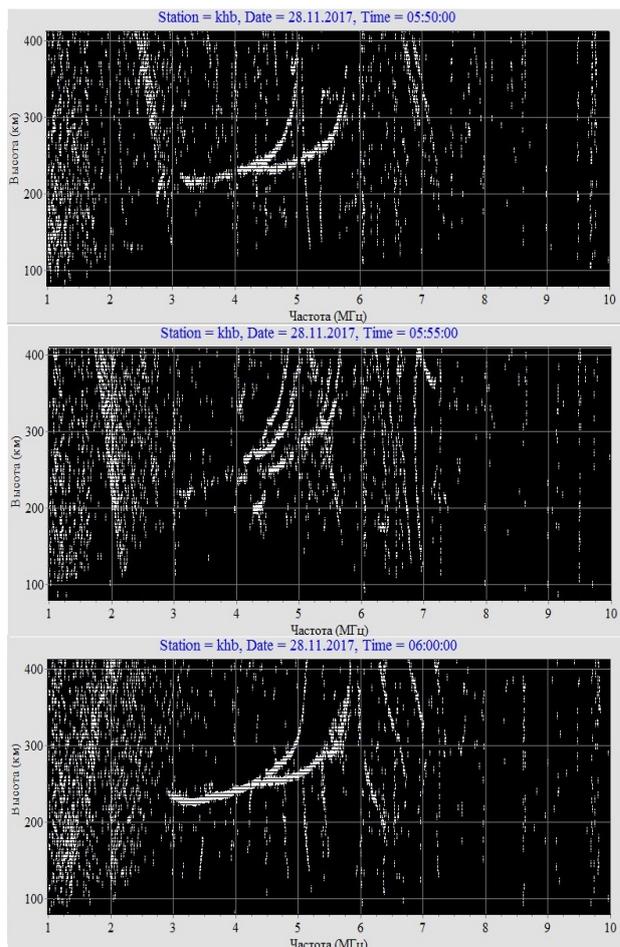
Метод вертикального зондирования достаточно прост, однако имеет существенные недостатки:

- наблюдения за параметрами ионосферы проводятся только над ионозондом;
- ионозонд использует только короткие волны, и поэтому самые нижние слои ионосферы – области D (высота 50–90 км над поверхностью Земли), отражающие длинные и средние волны, не могут быть исследованы;
- электронная концентрация может быть измерена только до высоты максимума F2-стоя, на больших высотах ионозонд не способен проводить измерения.

Как говорилось выше, количество ГНСС-станций в районе космодрома «Восточный» не велико, поэтому как вспомогательные средства можно использовать станции вертикального зондирования. Предлагается для наблюдений использовать станции вертикального зондирования, расположенные на Дальнем Востоке в городах Хабаровск, Магадан и поселке Паратунка (Камчатка). Режим работы данных станций предполагает измерения с интервалом 15 минут. На период запусков интервал измерений был сокращен до 5 минут. Нами были проведены наблюдения за ионосферными возмущениями во время запусков 28 ноября 2017 г. и 1 февраля 2018 г. Исходя из времени запуска, скорости распространения ударно-акустической волны и расстояний определили время прихода возмущения в Хабаровск, Магадан и на Камчатку. Затем провели анализ ионограмм в полученных временных интервалах.



Рис. 1. Расположение ГНСС-станций в районе космодрома «Восточный»



*a*

*б*

Ионограммы станции Хабаровск: *a* – 28 ноября 2017, *б* – 1 февраля 2018

Из рисунка видно, что 28.11 в 05.55 UT зафиксировано отсутствие части трека на частотах 3,33–4,13 МГц и высотах 223–268 км. Однако при запуске 1 февраля 2018 г. подобный анализ никаких отклонений в ионограммах не выявил. Возможно, это вызвано тем, что скорость ударно-акустической волны  $\sim 1$  км/с, зона обзора ионозонда около 100 км. Следовательно, время прохождения волны через зону обзора ионозонда составляет  $\sim 1,5$  мин. На период запусков станции вертикального зондирования производили измерения с интервалом в 5 минут. Поскольку время измерений больше времени прохождения волны, то вероятность успешных измерений невелика.

### Выводы

- Показана возможность регистрации ионосферных возмущений, обусловленные запусками космических аппаратов при помощи станций вертикального зондирования.
- Для более успешных результатов наблюдений необходимо сократить интервал измерений станций вертикального зондирования до 1 минуты.

### Литература

1. URL: <http://sopac.ucsd.edu>
2. Жеребцов Г.А., Первалова Н.П. Реакция ионосферы на запуск ракеты с космодрома Восточный // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 471, № 5. – С. 586–589.
3. URL: <http://space-weather.ru>

УДК 629.5.064.5:621.313

**В.Л. Мырза, А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: someday666@yandex.ru*

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН В МОЩНЫХ СУДОВЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДАХ**

В данной статье авторы предлагают применять системы регулирования частоты в составе мощных судовых электроприводов, а также в системах электродвижения судов. На первом этапе для подтверждения теории авторами была разработана компьютерная модель такой системы на основе электромеханического преобразователя. Были проведены модельные эксперименты, которые позволяют предварительно ознакомиться с преимуществами подобных систем.

**Ключевые слова:** электропривод, преобразователь частоты, постоянный ток, генератор.

**V.L. Myrza, A.A. Marchenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: someday666@yandex.ru*

## **USE OF CONVERTERS ON THE BASIS OF ELECTRICAL MACHINES IN POWERFUL SHIP ELECTRIC DRIVES**

In this article the authors suggest to apply the frequency regulating systems as a part of powerful ship electric drives and also in the systems of electric propulsion of vessels. At the first stage to confirm the theory, the authors developed the computer model of such system on the basis of the electromechanical converter. Model experiments allowing to get acquainted with advantages of similar systems beforehand were made.

**Key words:** electric drive, frequency converter, direct current, generator.

В настоящее время для преобразования электрической энергии в мощных судовых электроприводах, таких как гребные электрические установки, применяются электродвигатели постоянного тока. Это объясняется их преимуществами в качественном регулировании скорости перед двигателями переменного тока. Скорость таких электродвигателей изменяется по линейному закону. Самым распространенным методом является изменение напряжения на якоре электродвигателя. Этот способ лежит в основании гребных электрических установок на постоянном токе, а также установок двойного рода тока. В качестве источника напряжения выступает генератор постоянного тока, изменение напряжения которого осуществляется изменением тока на якоре. Данное схемное решение обладает высокой степенью надежности из-за использования электрических машин, соединенных между собой электрическими и механическими соединениями.

На сегодняшний день плавное регулирование частоты вращения двигателей переменного тока осуществляется при помощи изменения напряжения на якоре [1]. Для этого в системах электродвижения судов применяются генераторы постоянного тока, изменение напряжения которых достигается изменением тока возбуждения. Преобразователи напряжения на основе электрических машин являются очень надежными, но в то же время из-за электрического и механического соединения нескольких электрических машин значительно снижается коэффициент полезного действия таких систем.

Значительный прогресс в полупроводниковой технике позволяет применять в мощных электроприводах электронные преобразователи напряжения. Такие системы постепенно внедряются в производство и вытесняют гребные электрические установки постоянного тока, но они также

не лишены недостатков. Основным недостатком таких систем является невозможность осуществления ремонта на промысле. Высокая чувствительность полупроводниковых элементов в условиях больших токов судовых гребных установок может стать причиной аварий. Неисправности в системе электродвижения судов в условиях ледового плавания могут иметь самые серьезные последствия, поэтому надежность таких систем при проектировании выходит на первое место.

Электрические машины переменного тока имеют больший коэффициент полезного действия, а также более надежны и компактны электродвигателей постоянного тока. Для осуществления регулирования частоты вращения электродвигателей переменного тока лучшим методом является изменение частоты питающего напряжения. Существуют различные преобразователи частоты, электромеханические и электронные. Если применение электронных преобразователей в системах электроприводов большой мощности может оказаться дорогостоящим, то применение систем на основе электрических машин является оправданным.

Для оценки работы электромеханического преобразователя была построена имитационная модель в системе Matlab [2], представленная на рис. 1.

В основе преобразователя частоты синхронный генератор. Звено постоянного тока преобразователя представляет собой двигатель постоянного тока. Изменение скорости вращения двигателя и синхронного генератора, соединенных механической передачей, производится изменением напряжения на электродвигателе.

На рис. 2 и 3 представлены скорость и напряжение асинхронного двигателя соответственно.

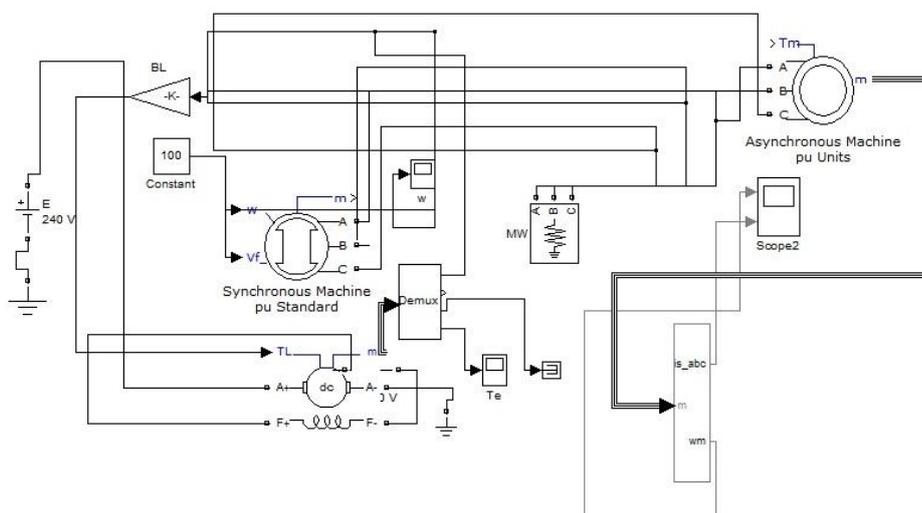


Рис. 1. Модель электромеханического преобразователя частоты

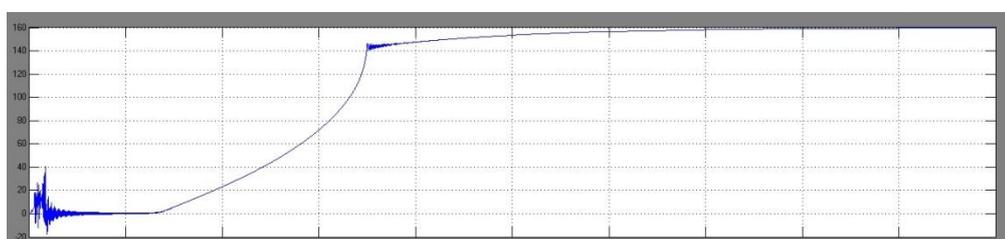


Рис. 2. Скорость асинхронного двигателя

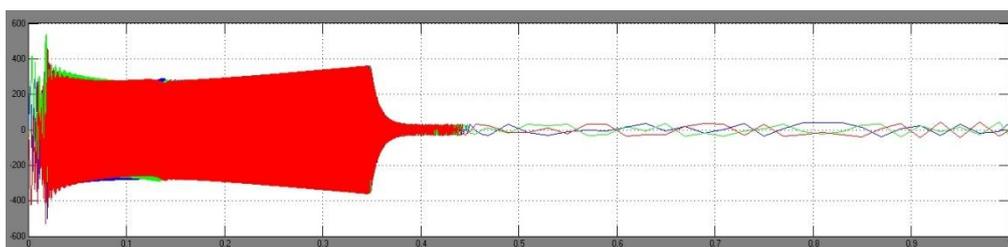


Рис. 3. Напряжение на электродвигателе

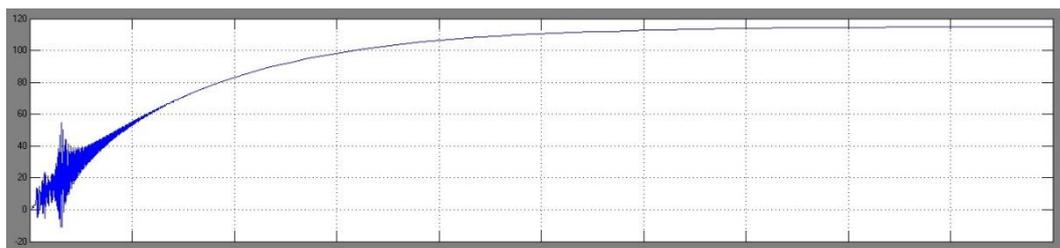


Рис. 4. Скорость асинхронного электродвигателя при пониженном напряжении двигателя постоянного тока

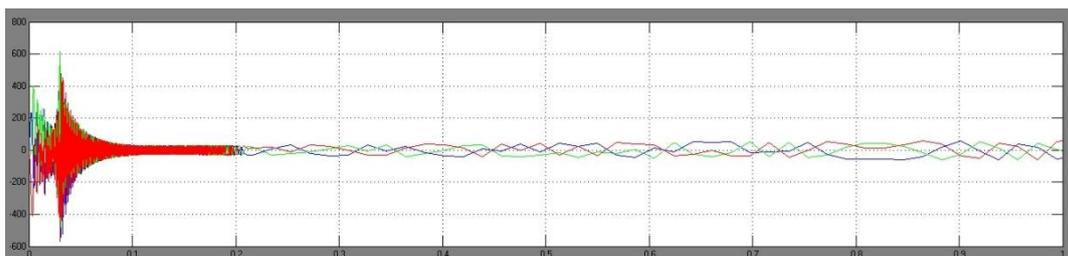


Рис. 5. Напряжение асинхронного электродвигателя при пониженном напряжении двигателя постоянного тока

Измерение частоты напряжения синхронного генератора напрямую зависит от его частоты вращения. Измерения производились на статоре генератора. При работе якоря двигателя постоянного тока на напряжении 220 В синхронный генератор работает в номинальном режиме. Напряжение такого преобразователя 380 В с частотой 50 Гц. При снижении напряжения якоря электродвигателя снижается частота напряжения генератора, соответственно и скорость вращения асинхронного двигателя снижается.

Результаты эксперимента представлены на рис. 4 и рис. 5. Скорость асинхронного двигателя снижается пропорционально току возбуждения генератора постоянного тока. Причиной является форма кривой напряжения. Для получения оптимальной частоты вращения необходимо также изменение амплитуды, в то время как амплитуды напряжения на электродвигателе с электронным преобразователем значительно отличается от напряжения на двигателе с преобразователем на электрических машинах [3].

Из проведенных исследований можно сделать некоторые выводы. Во-первых: представленная система является аналогом систем с применением электронных преобразователей и позволяет добиться плавного регулирования скорости электродвигателя в широких пределах. Во-вторых: наряду с положительными качествами представленная система имеет недостатки. Главный из которых – это соединение нескольких электрических машин в одной системе. Открытым остается вопрос о регулировании частоты вращения двигателя постоянного тока. Самым оптимальным решением является применение тиристорных преобразователей напряжения, но такое решение не позволяет создать схему без применения сложных электронных элементов.

### Литература

1. Кочетков В.П., Багаутинов Г.А. Теория автоматизированного электропривода: Учеб. пособие / Под ред. В.А. Трояна. – Е.: Изд. Уральского ун-та, 1992. – 328 с.
2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
3. Марченко А.А. Испытания асинхронного электродвигателя под номинальным током в режиме противовключения и понижения частоты напряжения // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – Уфа, 2014. – № 4, т. 10 – С. 25–32.

УДК 621.313.322

**А.С. Нистор, С.Ю. Труднев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: trudnev@mail.ru*

### **АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ И РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ**

В материалах представлен анализ автоматической системы возбуждения синхронного генератора. Описана структура работы системы автоматического регулирования напряжения судового генератора. Разработана математическая модель динамики генератора, возбудителя, измерительного трансформатора, магнитного усилителя и управляемого трансформатора фазового компаундирования. Сделан обобщенный вывод.

**Ключевые слова:** возбуждение, генератор, трансформатор, регулятор.

**A.S. Nistor, S.Y. Trudnev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: trudnev@mail.ru*

### **AUTOMATIC CONTROL OF EXCITATION AND REACTIVE POWER**

The article presents the analysis of the automatic excitation system of the synchronous generator. The structure of the automatic voltage regulation system of the ship's generator is described. A mathematical model of the dynamics of a generator, exciter, a measuring transformer, a magnetic amplifier, and a controlled phase-compound transformer is developed. A generalized conclusion is drawn.

**Key words:** excitation, generator, transformer, regulator.

При изменении нагрузки потребителей электроэнергии СЭС изменяется отдаваемая генераторами мощность, что приводит к снижению качества электроэнергии, в частности к колебаниям напряжения судовой сети. Автоматизация СЭС, обеспечивающая стабилизацию напряжения, осуществляется на основе регулирования возбуждения генераторов.

Автоматические регуляторы возбуждения (АРВ) и реактивной мощности, используемые для автоматизации СЭС с параллельно работающими генераторами, обеспечивают: 1) стабилизацию напряжения и пропорциональное распределение реактивной мощности всех генераторов при отклонениях нагрузок от номинальных значений; 2) синхронизацию генераторов; 3) форсировку возбуждения при аварийных ситуациях снижения напряжения, самозапуск асинхронных двигателей и т. д.; 4) повышение устойчивости СЭС.

Регулирование возбуждения генераторов может осуществляться по статическим и астатическим характеристикам  $u = f(I_p)$ , где  $u$  – выходное напряжение генератора,  $I_p$  – реактивный ток нагрузки.

При астатическом регулировании напряжения АРВ обеспечивает стабилизацию напряжения при изменениях нагрузки с ошибкой, равной нулю, в установившихся режимах. Степень влияния изменения нагрузки на падение напряжения на выходе генераторов при статическом регулировании определяется наклоном статической характеристики, количественно оцениваемым с помощью коэффициента статизма:  $K_{cm} = \text{tg}\beta = \frac{\Delta U}{I_p}$ , где  $\Delta U$  – отклонения напряжения от номинального значения при реактивном токе нагрузки  $I_p$ .

Структура систем автоматического управления возбуждением генераторов зависит от реализуемого системой принципа правления: по отклонению, по возмущению, комбинированного адаптации.

В судовых СЭС используют системы автоматического управления по отклонению, обеспечивающие регулирование возбуждения генераторов изменением сопротивления в цепи обмоток возбуждения возбудителей путем формирования на них тока подпитки и введения его непосредственно в обмотки возбуждения генераторов. Во втором и третьем случаях сигнал, соответствующий току подпитки, формируется в зависимости от падения напряжения на зажимах генератора и от тока статора генератора (тока нагрузки).

К системам управления по возмущению, обеспечивающим регулирование возбуждения генераторов, относятся системы, реализующие токовое компаундирование, т. е. обеспечивающие регулирование в соответствии с изменением тока нагрузки.

К комбинированным системам относятся системы фазового компаундирования, обеспечивающие стабилизацию напряжения при изменении тока нагрузки и коэффициента мощности ( $\cos \varphi$ ) нагрузки. В таких системах ток подпитки обмотки возбуждения представляет собой геометрическую (в некоторых системах – алгебраическую) сумму тока компаундирования и тока подпитки от напряжения. Ток компаундирования представляет собой сигнал, пропорциональный току нагрузки, а ток подпитки от напряжения – сигнал, пропорциональный напряжению на зажимах генератора. Результирующий ток (ток возбуждения) зависит от коэффициента мощности нагрузки, при снижении  $\cos \varphi$  ток возбуждения увеличивается, а при повышении уменьшается. В качестве измерительных элементов в таких системах используются трансформаторы тока и трансформаторы напряжения.

В судовых СЭС системы управления возбуждением формируются на основе управляемого фазового компаундирования, суть которого состоит в том, что система управления обеспечивает регулирование характеристик устройства фазового компаундирования. Примером такой системы может служить электромагнитный регулятор возбуждения типа УБК-М. Основными элементами регулятора возбуждения УБК-М являются: трансформатор фазового компаундирования с управляемым подмагничиванием УТП и корректор напряжения КН. Две первичные токовые обмотки подключаются к двум фазам генератора. Вторичная обмотка УТП питает обмотку возбуждения возбудителя. В состав корректора напряжения входят измерительных трансформатор Т, частотный контур ЧК, выпрямительные линейный ВЛЭ и нелинейный ВНЭ элементы и магнитный усилитель МУ. Корректор напряжения предназначен для подмагничивания УТП с помощью обмотки управления  $w_3$ . При понижении напряжения генератора КН формирует сигнал, уменьшающий степень подмагничивания УТП, ток на выходе возрастает, и соответственно увеличивается поток возбуждения возбудителя.

Векторная диаграмма напряжения и токов УТП для  $0 < \varphi < 90^\circ$ , из которой следует  $I_{\text{вых}} = I_{\text{вс}} + I_{\text{н}}$ . Поскольку вкваченный последовательно с первичной обмоткой напряжения УТП дроссель Д обладает большой индуктивностью, ток в этой обмотке отстает на  $90^\circ$  от напряжения генератора по фазе. В токовой же обмотке УТП ток совпадает по фазе с током нагрузки. Этим осуществляется увеличение тока возбуждения при увеличении индуктивной нагрузки и уменьшение его при увеличении активной нагрузки генератора.

Использование в КН частотного контура обеспечивает стабилизацию напряжения генератора при колебаниях частоты в пределах  $\pm 4\%$ .

Распределение реактивной нагрузки на каждый параллельно работающий генератор в соответствии с его номинальной мощностью обычно достигается за счет использования уравнивающих связей между обмотками возбуждения возбудителей (на постоянном токе) или между вторичными обмотками трансформатора УТП (на переменном токе).

Существующие системы автоматического регулирования возбуждения реактивной мощности различаются в основном конструктивным исполнением. Составим систему уравнений динамики отдельных ее устройств:

– генератора

$$(T_T p + 1) U_1(p) = k_1 U_2(p) - \beta_1 (\delta T_T p + 1) v(p), \quad (1)$$

где  $T_T = x_b / R_b$  – постоянная времени обмотки возбуждения при разомкнутой обмотке статора;  $x_b$ ,  $R_b$  – полное реактивное и активное сопротивление обмотки возбуждения соответственно;

$k_1, \beta_1$  – коэффициенты усиления генератора;  $v(p)$  – ток нагрузки;  $U_1(p)$  – напряжение на обмотке статора генератора;  $U_2(p)$  – напряжение на обмотке возбуждения генератора;  $\delta = X_d / X_d'$  – отношение переходного реактивного сопротивления обмотки статора к синхронному реактивному сопротивлению по продольной оси;

– возбудителя

$$(T_{вп} + 1) U_2(p) = k_2 U_3(p), \quad (2)$$

где  $T_{в} = L_{в.в} / R_{в.в}$  – постоянная времени возбудителя;  $k_2$  – коэффициент усиления возбудителя;  $k U_3(p)$  – напряжение обмотки возбудителя;

– измерительного трансформатора

$$\begin{aligned} U_4(p) &= k_3 \operatorname{tg} \alpha U_1(p); \\ U_5(p) &= k_4 U_1(p), \end{aligned} \quad (3)$$

где  $U_4(p), U_5(p)$  – напряжение на выходе ВКЭ и ВЛЭ соответственно;  $k_3, k_4$  – коэффициенты усиления ВКЭ и ВЛЭ соответственно;  $\alpha$  – угол наклона касательной в рабочей точке характеристики нелинейного элемента  $U_{н.э} = f(U_r)$ ;

– магнитного усилителя

$$(T_{yp} + 1) U_6(p) = -k_5 (U_5(p) - U_4(p)), \quad (4)$$

где  $U_6(p)$  – напряжение на обмотке управления;  $T_y, k_5$  – постоянная времени и коэффициент усиления МУ соответственно;

– управляемого трансформатора фазового компаундирования

$$(T_{1p} + 1) U_3(p) = -k_6 U_6 + \beta_2 (T_{2p} + 1) v(p), \quad (5)$$

где  $T_1$  и  $T_2$  – постоянные времени УТП;  $k_6$  и  $\beta_2$  – коэффициенты усиления.

Используя выражения (1) – (5), запишем уравнение динамики замкнутой системы автоматического регулирования возбуждения (УБК–):

$$\begin{aligned} &((T_{1p} + 1)(T_{1p} + 1)(T_{вп} + 1)(T_{yp} + 1) + k_1 k_2 k_5 k_6 (k_4 - k_3 \operatorname{tg} \alpha)) U_{1p} = \\ &= (k_1 k_2 \beta_2 (T_{2p} + 1)(T_{yp} + 1) - \beta_1 (\delta T_{1p} + 1)(T_{1p} + 1)(T_{вп} + 1) * (T_{yp} + 1)) v(p). \end{aligned} \quad (6)$$

Таким образом, система автоматического регулирования возбуждения описывается дифференциальным уравнением четвертого порядка. Анализируя уравнение (6) с помощью одного из критериев, можно исследовать устойчивость системы УБК-М. Отметим, что при проверке устойчивости необходимо рассматривать режим холостого хода генератора, так как система в этом режиме имеет более низкие показатели качества регулирования по сравнению с другими нагрузочными режимами. Это связано с тем, что в режиме холостого хода все коэффициенты имеют максимальные значения.

Однако информации об устойчивости в режиме холостого хода системы автоматического регулирования возбуждения отдельных генераторных агрегатов, составляющих судовую СЭС, недостаточно для того, чтобы судить об устойчивости всей СЭС в целом. Необходимо также исследовать устойчивость работы генераторов под нагрузкой при их параллельной работе.

Передаточную функцию системы регулирования легко получить из уравнения динамики (6)

$$W(p) = \frac{-U_1(p)}{v(p)} = - \frac{k_1 k_2 \beta_2 (T_2 P + 1) - \beta_1 (\delta T_1 P + 1)(T_1 P + 1)(T_{в} P + 1)(T_y P + 1)}{(T_1 P + 1)(T_1 P + 1)(T_{в} P + 1)(T_y P + 1) + k_1 k_2 k_5 k_6 (k_4 - k_3 \operatorname{tg} \alpha)}. \quad (7)$$

В установившемся режиме выражение (7) при  $(p = 0)$  становится равным

$$W(0) = - \frac{U_1(0)}{v(0)} = \frac{-k_1 k_2 \beta_2 + \beta_1}{1 + k_1 k_2 k_5 k_6 (k_4 - k_3 \operatorname{tg} \alpha)}.$$

Согласно (5) – (7) условия инвариантности САУ не выполняются. Статизм системы равен значению  $W(0) \neq 0$ , и в установившемся режиме будет иметь место статическая ошибка регулирования. Уменьшение статической ошибки возможно либо путем увеличения коэффициента усиления  $1 + k_1 k_2 k_3 k_6 (k_4 - k_3 \operatorname{tg} \alpha)$  (при условии обеспечения требуемых запасов устойчивости), либо таким выбором параметра  $\beta_2$ , чтобы выполнялось равенство числителя  $W(0)$  нулю, т. е. чтобы  $\beta_2 = \beta_1 / k_1 k_2$ . При таком выборе указанных параметров УБК-М обеспечивает точность поддержания напряжения  $\pm 1\%$  при изменении от 0 до 100%, при изменении  $\cos \varphi$  от 0,6 до 1 и колебаниях частоты от 2 до 4%.

Полученное условие является условием частичной инвариантности и выполняется только в установившемся режиме и при  $v = \text{const}$ . В динамическом режиме и (или) при изменении нагрузки ( $v(t) \neq \text{const}$ ) условие частичной инвариантности нарушается.

Найдем условия полной инвариантности системы регулирования возбуждения. Для этого воспользуемся методикой, используемой при синтезе системы комбинированного регулирования активной мощности. Согласно этой методике передаточная функция цепи компенсации  $W_v(p)$  определяется выражением (7), в котором следует принять

$$W(p) = \frac{\beta_1 (\delta T_r P + 1)}{k_1}; \quad W_n(p) = 0; \quad W_m(p) = \frac{k_2 k_6}{(T_1 P + 1)(T_b P + 1)}.$$

Тогда

$$W_v(p) = \frac{W(p)}{W_m(p)} = \frac{\beta_1}{k_1 k_2 k_6} - (\delta T_r p + 1)(T_1 p + 1)(T_b p + 1). \quad (8)$$

Представим передаточную функцию  $W_v(p)$  в виде произведения передаточной функции синтезируемого устройства  $W^*(p)$  и передаточной функции  $W_{yc}(p)$ , существующей в реальном устройстве УБК-М

$$W_v(p) = W^*(p) W_{yc}(p),$$

где  $W_{yc}(p) = \frac{\beta_1}{k_1} (\delta T_r p + 1)$ .

Приравняв правые части уравнений (7), (8) и сокращая общие множители, находим передаточную функцию дополнительного к УБК-М устройства:

$$W^*(p) = k^*_3 (T^*_1 p + 1)(T^*_b p + 1), \quad (9)$$

где  $k^*_3 = \beta_1 / \beta_2 k_1 k_2$ ;  $T^*_1 = T_1$ ;  $T^*_b = T_b$ .

В которой параметры  $k^*_3$ ,  $T_1$ ,  $T_b$  известны. Если условие частичной инвариантности выполняется, то  $k_3 = 1$ .

Выражение (9) показывает, что достижение полной инвариантности связано с необходимостью дополнительного получения первой и второй производных сигнала  $v$  либо сигнала на выходе управляемого трансформатора УТП.

Такое дифференцирование можно осуществлять либо по переменному току (на выходе выпрямительного моста ВЗ), либо по постоянному (на его выходе), что, по-видимому, эквивалентно. Вместе с тем получение второй производной затруднительно и в рассматриваемой системе практически нереализуемо.

УД – устройство дифференцирования первого порядка; Д – двигатель. Дифференцирования можно выполнять на соответствующих известных устройствах дифференцирования сигналов переменного тока. При этом в цепь тока целесообразно ввести устройство дифференцирования УД с постоянной времени  $T_1 = T_1^*$ , а в цепь напряжения – МУ с пистонной времени  $T_b = T_b^*$ . При таком распределении устройств по цепям с постоянным времени  $T_1^*$ ,  $T_b^*$  предполагалось  $T_b > T_1$ , что обычно практически имеет место.

В результате реализации условий полной инвариантности изменилась динамика некомпьютеризированной системы – системы регулирования напряжения.

Таким образом, в данной системе, по сравнению с системой в УБК-М, улучшены два показателя качества управления: точность за счет обеспечения условий полной инвариантности и быстродействие вследствие реализации алгоритма ПД-управления.

В дальнейшем эксперименты позволят более подробно изучить динамическую устойчивость электрической системы.

### Литература

1. *Ткаченко А.Н.* Судовые системы автоматического управления и регулирования: Учеб. пособие. – Л.: Судостроение, 1984. – 288 с.
2. *Труднев С.Ю., Марченко А.А.* Исследование модели судового дизеля 6ЧН25/34, спаренного с судовым синхронным генератором МСС 275—500 // 63-я Междунар. молод. науч.-техн. конф. «Молодежь. Наука. Инновации» (17–20 ноября 2015г.) (МГУ им. Невельского). – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2015. – С. 245–246.
3. *Важнов А.И.* Основы теории переходных процессов синхронной машины. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 362 с.
4. *Веников В.А.* Электромеханические переходные процессы в электрических системах. – М.: Госэнергоиздат, 1958. – 246 с.
5. *Сувалов Л.Ф.* Справочник по расчетам судовых автоматических систем. – Л.: Судостроение, 1989. – 408 с.

УДК 621.313.333

**А.В. Петрунин, С.Ю. Труднев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: MrMertvec@inbox.ru*

## **РАЗРАБОТКА СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ**

Повсеместное использование, повышение требований, усложнение конструкции и повышающаяся сложность при диагностическом осмотре электродвигателей повышает актуальность безразборной или бесконтактной диагностики. Изучая искривления питающей синусоиды, а также звуковые искажения работающего электродвигателя, можно судить о тех или иных неисправностях. На данный момент подготовлена теоретическая и практическая база, идет снятие показаний и сбор базы данных.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, анализ частотных характеристик.

**A.V. Petrunin, S.Y. Trudnev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatskiy, 683003  
e-mail: MrMertvec@inbox.ru*

## **DEVELOPMENT OF MODERN METHODS FOR DIAGNOSING ASYNCHRONOUS ELECTRIC MOTORS**

Widespread use, increasing requirements, complicating the design and increasing complexity in the diagnostic examination of electric motors increases the relevance without collapsible or non-contact diagnostics. Studying the curvature of the feeding sine wave, as well as the sound distortion of the running electric motor, it is possible to judge any malfunctions. At the moment, a theoretical and practical base has been prepared, and the reading and data collection are underway.

**Key words:** induction motor, frequency characteristics analysis.

### **Введение**

Существующие методы диагностики не соответствуют требованиям современных реалий, зачастую диагностика проводится методом физического осмотра или методом анализа вибрации в народе называемую «на слух». Увеличение компонентов электродвигателей в виде датчиков и пр. делает затруднительными «классические» методы выявления неисправностей.

Кафедрой электро- и радиооборудования судов была поставлена задача разработать такие способы, которые соответствовали бы следующим требованиям:

1) возможность бесконтактной диагностики, т. е. без непосредственного доступа к диагностируемому электродвигателю;

2) комплексность, для увеличения точности производимых работ;

3) простота.

Таким образом, за последние несколько лет были разработаны такие методы, как:

1) метод проверки технического состояния, основанный на анализе потребляемой мощности из сети;

2) метод проверки технического состояния, основанный на анализе спектров гармоник;

3) метод анализа по термическим показаниям.

### **Цели и задачи исследования**

При помощи лабораторного оборудования кафедры была разработана электрическая схема снятия показаний параметров работы асинхронных двигателей (рис. 1, табл. 1).

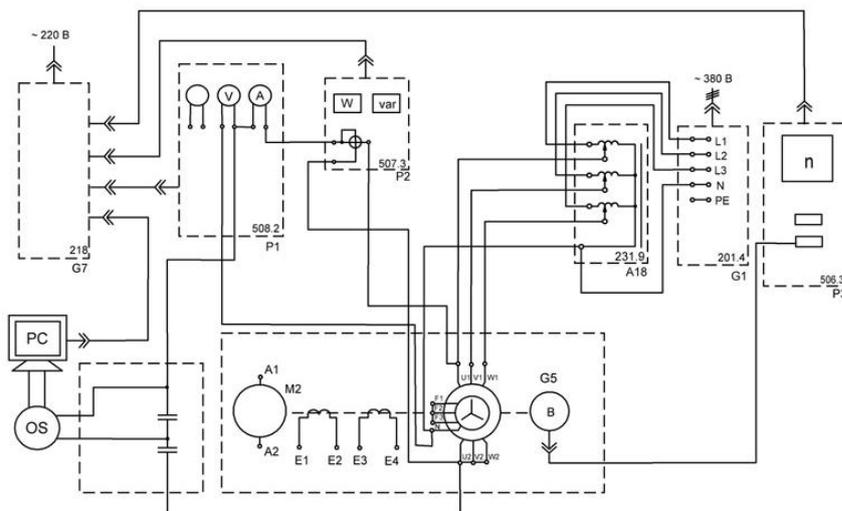


Рис. 1. Схема подключения трехфазного асинхронного двигателя при анализе сигнала тока

Таблица 1

**Перечень аппаратуры для опытов, основанных на анализе сигнала тока**

Обозначение	Наименование	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	$\sim 3 \times 220 \text{ В} / 8 \text{ А}$
G5	Тахометр	8 выходных каналов / 2700 импульсов за оборот
G7	Однофазная сеть	$\sim 220 \text{ В} / 8 \text{ А}$
M1	Машина переменного тока	100 Вт / $\sim 230 \text{ В} / 1500 \text{ мин}^{-1}$
A18	Автотрансформатор	$\sim 3 \times 0 \dots 250 \text{ В} / 4 \text{ А}$
P1	Блок измерений	4 мультиметра 10...1000 В / 0...10 А / 0...25 МОм
P2	Измеритель мощностей	—
P3	Указатель частоты вращения	$-2000 \dots 0 \dots 2000 \text{ мин}^{-1}$
	Делитель напряжения	1/40
	Осциллограф АКПП-4107	0...7 МГц макс вх. напряжение 20 В
	Персональный компьютер	

Методика анализа заключается в сборе и обработке данных кривых, полученных с осциллографа к персональному компьютеру. Анализ осуществляется с помощью электронных средств.

В ходе испытаний была произведена работа по изучению ряда неисправностей электродвигателей и соответствующие им отклонения от номинальной формы синусоидального сигнала питающего напряжения.

Одна из диагностированных поломок – межвитковое замыкание двигателя (рис. 2).

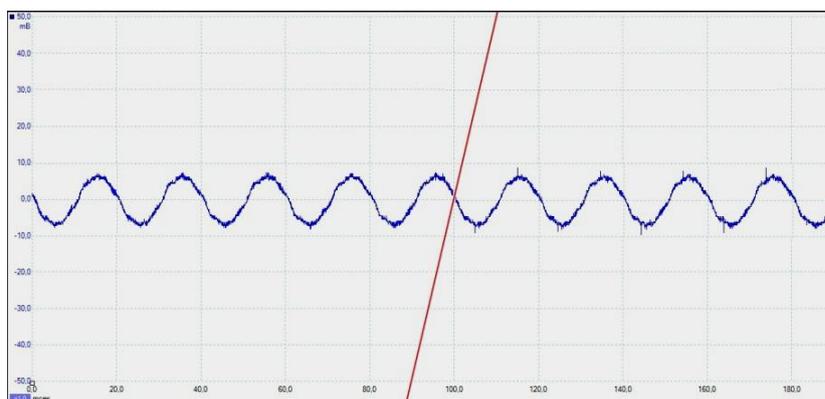


Рис. 2. Сравнение формы сигналов напряжения обмоток статора двух двигателей

На рис. 2 отчетливо видно, что в случае межвиткового замыкания искажения происходят на экстремумах функции или области близкой к ним и превышает амплитуду сигнала.

Также была разработана схема спектрального анализа частот, работающего электродвигателя (рис. 3, табл. 2).

На рис. 3 изображена схема подключения электродвигателя, согласно которой была собрана установка диагностики.

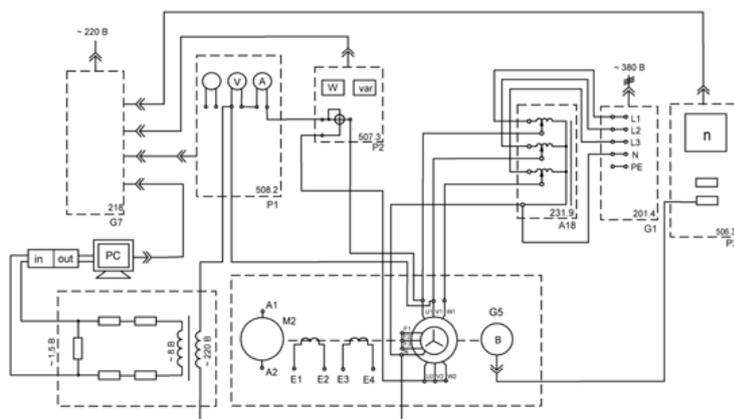


Рис. 3. Схема подключения асинхронного двигателя (спектральный анализ частот)

Таблица 2

Перечень аппаратуры для опытов, основанных на анализе диаграммы звукового сигнала

Обозначение	Наименование	Параметры
G1	Трехфазный источник питания	$\sim 3 \times 220 \text{ В} / 8 \text{ А}$
G7	Однофазная сеть	$\sim 220 \text{ В} / 6 \text{ А}$
M1	Машина переменного тока	$120 \text{ Вт} / \sim 220 \text{ В} / 1500 \text{ мин}^{-1}$
A18	Трехфазный регулируемый автотрансформатор	$\sim 3 \times 0 \dots 220 \text{ В} / 3 \text{ А}$
P1	Блок измерений	3 мультиметра $0 \dots 1000 \text{ В} /$ $0 \dots 22 \text{ МОм}$
P2	Измеритель мощностей	-
P3	Указатель частоты вращения	$-2000 \dots 0 \dots 2000 \text{ мин}^{-1}$
	Внешняя звуковая карта	16 бит / 24 бит $44,1 \text{ кГц} / 48 \text{ кГц}$ диапазон усиления 48 дБ питание микрофона 48 В
	Персональный компьютер	

И была произведена лабораторная апробация метода, с помощью пакета Spectralab, были сняты спектральные гармоники исправного (рис. 4) и заведомо диагностированного двигателя с неисправностью в подшипниках (рис. 5).

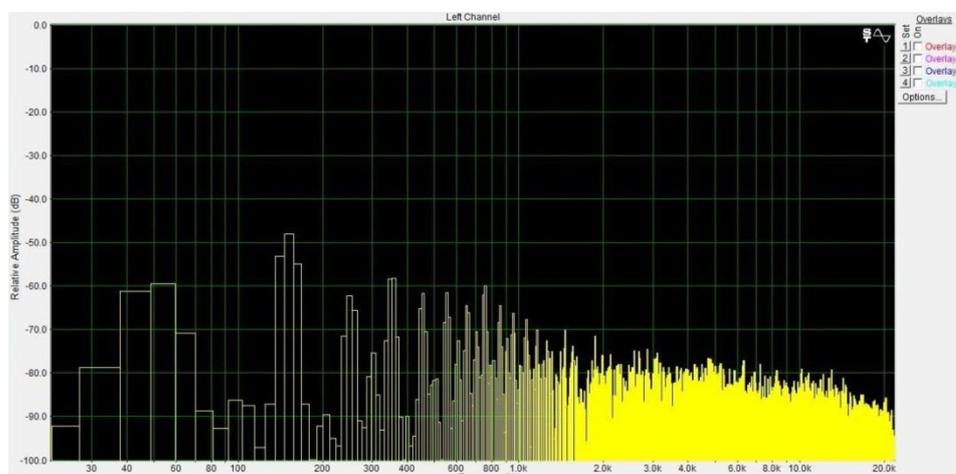


Рис. 4. Спектральная диаграмма гармоник 1

Сравним полученные диаграммы гармоник 1 с рис. 5.

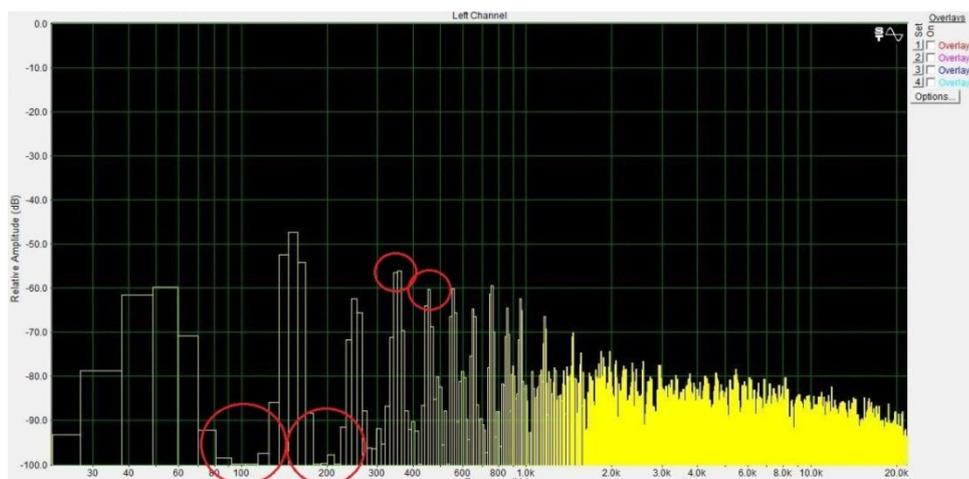


Рис. 5. Спектральная диаграмма гармоник 2

На диаграммах несовпадающие области были выделены красным кругом. Отличие спектров сигналов исправного и поврежденного двигателя позволяют судить о том, что спектральный анализ частот токов нагрузки или напряжения имеет место быть в одном из способов диагностики технического состояния электродвигателя переменного тока.

### Вывод

Экспериментальные исследования методов диагностики технического состояния электрических машин позволяют судить о том, что каждый метод индивидуален по-своему, опираясь на какой-то один из методов, невозможно дать полную диагностическую оценку электрической машины, так как у каждого есть свои технические недостатки и преимущества. Обобщив все исследование можно сделать вывод, что полную картину технического состояния электродвигателя может дать лишь комплексное применение ряда наиболее известных методов диагностики. Разработка устройства комплексной диагностики позволит определить неисправность, а также дать предварительную вероятность безотказной работы и время до наступления отказа электродвигателя.

### Литература

1. Труднев С.Ю. Исследование параллельной работы ШИМ-инвертора и однофазной сети // Вестник Гос. ун-та морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 6 (28). – С. 60–67.
2. Труднев С.Ю., Портнягин Н.Н. Компьютерное моделирование режимов кратковременных перегрузок работы судовой электростанции // 5-я межвуз. науч.-практ. конф. аспирантов, студентов и курсантов «Современные тенденции и перспективы развития водного транспорта России» (14 мая 2014 г.). – СПб., 2014. – С. 154–161.
3. Труднев С.Ю. Разработка и исследование модели устройства активной защиты генераторного агрегата от кратковременных перегрузок // Вестник Гос. ун-та морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2. – С. 23–31.

УДК 629.5.067

**А.М. Саранча, А.Е. Машарова, А.А. Пятков**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: masharova\_1996@mail.ru*

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ СПАСАТЕЛЬНЫХ И ЗАЩИТНЫХ СРЕДСТВ**

Сложные условия мореплавания заставляют задуматься о сохранении жизни моряков. Нередко по новостям можно услышать о морских трагедиях, упавшем за борт человеке и так далее. Такие ситуации на судах в море случаются нередко. Шансы на спасение есть только в случае, если человека достанут из воды в течение первых нескольких минут после его падения. Это морская специфика Дальнего Востока и Севера. Далее все зависит от слаженности поисково-спасательной операции. Не всегда удается в крайне короткий срок найти и спасти упавшего за борт. Поэтому целесообразно было бы заранее оснастить моряков таким устройством, которое могло бы облегчить спасателям поиск терпящего бедствие.

**Ключевые слова:** открытое море, человек за бортом, бедствие.

**A.M. Sarancha, A.E. Masharova, A.A. Pyatkov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: masharova\_1996@mail.ru*

## **PERFECTION OF INDIVIDUAL LIFE-SAVING AND PROTECTIVE MEANS**

The difficult conditions of navigation make one think about saving the life of seamen. Often on news you can hear that a man fell overboard. Such accidents in navigation practice are not seldom. The chances of surviving are in cases if a person is taken out of the water during the first several minutes of his fall. It is the marine special conditions of the Far East and the North. Then everything depends on the well-coordinated actions of the search and rescue team. There are cases when it is impossible to find a man fallen overboard within extremely short time. Therefore, it would be more reasonable to equip the sailors with a device that could ease the search of a distressed person beforehand.

**Key words:** open sea, man overboard, distress.

Согласно статистике, водный транспорт является одним из самых небезопасных. Ежегодное число жертв на воде остается постоянным. Только в России, согласно проведенным статисти-

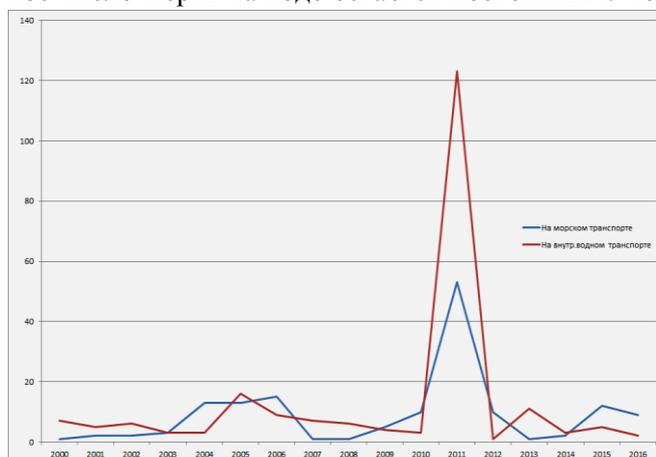


Рис. 1. Данные по гибели моряков на морском и внутреннем водном транспорте

ческим исследованиям и данным Ространснадзора, ежегодно на морском и внутреннем водном транспорте гибнет более 100 человек. Это отражено в специальном графике, данные для которого систематизировались и собирались за период с 2000 по 2016 гг. (рис. 1). И это число не уменьшается, несмотря на большую работу по принятию различного рода организационных и технических мер со стороны администраций компаний судовладельцев и Российских морского и речного регистров судоходства для безопасности мореплавания и экипажей судов.

Большое количество рисков, связанных с тяжелым морским трудом приводят к удержанию процента гибели моряков на довольно высоком уровне. К одним из рисков в рыбодобывающем флоте относится работа траловой команды на промысловой палубе, которая производится круглые сутки не только во время постановки и подъема трала, но во время его многочасового ремонта. Нередко это сопровождается штормовой погодой и нахождением в непосредственной близости у слипа. В этой ситуации вероятность быть смытым волной или падения за борт возрастает в разы. При падении за борт в ночное время вероятность спасения очень мала, так как человека моментально относит от судна, и он теряется из вида. Команда спущенного на воду катера или лодки нуждается в информации о его местонахождении, без которой они ночью будут искать его вслепую.

Для управления действиями катера по радиостанции вахтенному помощнику капитана, находящегося на мостике рыбодобывающего судна, необходимо использовать данные специального миниатюрного индивидуального радиомаячка, при условии, что им будут снабжены все члены экипажа. Лучшим вариантом такого электронного устройства, облегчающим поиск терпящих бедствие людей, будет устройство, работающее в системе AIS. На иностранных морских судах давно используют подобную практику для безопасности работы и жизнедеятельности своих экипажей. Суда российского флота только начинают осваивать данную систему спасения. Интересующий нас радиомаяк должен быть небольшого размера. Для примера на рис. 2 представлен радиомаяк NavCom Omega 10.

Такой маяк прост в эксплуатации и достаточно миниатюрен в размерах. Длина устройства составляет 13 см. Поэтому его без проблем можно прикрепить к спасательному жилету. В основе такой системы лежит технология определения местоположения для обеспечения жизни людей или - AIS. Для начала разберемся, что такое AIS и как работает данная система [2].

AIS («Автоматическая идентификационная система») представляет собой систему связи, которая работает через зарегистрированные каналы в морской подвижной УКВ-полосе в качестве метода самоорганизующихся временных интервалов (канал 1 на 161,975 МГц и канал 2 на частоте 162,025 МГц). Принцип работы AIS прост: в соответствии с SOLAS – 74 AIS является обязательным оборудованием для судов валовой вместимостью свыше 300 регистровых тонн. Система AIS знает свои координаты, свою скорость и курс. Также в данной системе заложена важная информация, такая как уникальный номер судна MMSI (Maritime Mobile Service Identity) и его название. На определенной частоте эти данные AIS передает в эфир один раз в 3–60 секунд. Частота передачи зависит от скорости судна.

Все суда, которые оборудованы системой AIS и находящиеся в зоне «УКВ-радиовидимости», принимают эти данные и рисуют метки на своих устройствах отображения информации. Главное достоинство – это то, что система AIS автоматически сопряжена с системой GPS (Global Positioning System). Это означает точное местоположение человека, оказавшегося за бортом, а также то, что информация о нем будет отображаться не только на мониторах рядом находящихся судов, но и на мониторах береговых станций. Однако так работает AIS общесудовой – мы же ведем речь об индивидуальном AIS, который будет у каждого моряка.

Одним из главных плюсов такого индивидуального радиомаяка является его размер. Поэтому данный радиомаяк вполне возможно вмонтировать и в защитную каску, используемую для работ на промысловой палубе рыбодобывающего судна. По укоренившейся практике и специфике работы матросы на промысловой палубе не носят спасательные жилеты, которые сковывают их движения, а каски используют всегда. Поэтому радиомаяки AIS наиболее эффективно крепить на защитных касках. На рыбодобывающем флоте такая каска является неотъемлемым средством защиты.

Она оберегает верхнюю часть головы, например, от падающих предметов на судне, а также во время работы траловой команды на промысловой палубе. Однако размещение «NavCom Omega 10» предполагается не на простой строительной каске, которая обычно используется на российском флоте. Необходим совершенно новый вид каски, которая бы защищала голову не только во время работы на промысловой палубе, но и после падения за борт. Идеальным вариантом в этом случае нам представляется каска с лицевым пластиковым щитком, который при дол-



Рис. 2. Индивидуальный аварийный радиомаяк NavCom Omega 10

гом нахождения за бортом спасает человека от морских птиц. Дело в том, что у потерявшего сознание моряка птицы могут выклевать глаза, что неминуемо приведет к гибели. К такому виду каски более всего подходит головной убор пожарного.



Рис. 3. Пожарная каска  
Gallet F1 XF

На рис. 3 представлена пожарная каска серии MSA Gallet модели F1 XF [3]. Мы не утверждаем, что именно такие каски должны использовать моряки на промысловой палубе траулера, но необходимость замены используемой ныне обычной строительной каски бесспорна. Кроме того именно в верхней части каски желательно иметь устройство для крепления индивидуального аварийного радиомаяка NavCom Omega 10.

Подразумевается, что аварийно-спасательная система будет крепиться к верхней части шлема. Активация данного устройства происходит как вручную, так и автоматически. Поэтому человеку нужен непосредственный доступ к радиомаячку. Как видно из рис. 3, на каске имеется защитный щиток для лица из пластика. Также каска оснащается фонарем для лучшей видимости, имеющим еще один полезный аспект – подачу световых сигналов. Изготовлением подобных касок занимается российская компания The Safety Company. К работе в таких касках в первую очередь следует привлечь траловую команду, работающую на промысловой палубе, так как именно траловая команда больше всех подвержена риску, оказаться за бортом.

В заключение хотелось бы сделать вывод о необходимости оснащения судов рыбопромыслового флота усовершенствованными касками с вмонтированными в них радиомаяками AIS и спасательными жилетами с карманами для AIS соответственно.

#### Литература

1. URL: <http://navcom.ru/catalog/recievers/>
2. URL: <https://seaangel.at/ais.2783.html>
3. URL: <http://www.tex-x.ru/produkcija/zashhitnye-kaski-i-shlemy/pozharnye-kaski/f1-xf.html>

УДК 637.022

**Е.А. Степанова, В.В. Пухарев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: len\_sta@rambler.ru, viktorpukharev@gmail.com*

### **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ РАСЧЕТ И ВЫБОР ВИБРОИЗОЛИРУЮЩЕЙ ОПОРЫ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ВАЛА БАКТОФУГИ**

Произведен сравнительный расчет виброизолирующих опор, применяемых в пищевом машиностроении для минимизирования рисков, связанных с разрушением вертикального вала бактофуги вследствие высоких скоростей вращения.

**Ключевые слова:** вертикальный вал бактофуги, критическая скорость, резиновая виброизолирующая опора, пружинная виброизолирующая опора.

**E.A. Stepanova, V.V. Pukharev**

*Kamchatsky State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: len\_sta@rambler.ru, viktorpukharev@gmail.com*

### **COMPARATIVE CALCULATION AND SELECTION OF VIBROIZOLATING SUPPORT FOR VERTICAL SHAFT OF BACTOFUGA**

A comparative calculation of vibro-isolating supports used in food industry has been made to minimize the risks connected with the destruction of the vertical bactofuga shaft due to high rotational speeds.

**Key words:** vertical bactofug shaft, critical speed, rubber vibroisolating support, spring vibroisolating support.

Вертикальный вал является ответственной деталью бактофуги. Он вращается в подшипниках с частотой 6500 об/мин и более. На верхнюю конусную часть веретена устанавливают барабан, который закрепляют гайкой. Нижняя часть веретена опирается на радиально-упорный подшипник. В барабане сепаратора, вращающегося с большой скоростью, возникает дисбаланс из-за неравномерности распределения сепарируемого продукта, в результате чего на веретено действуют большие нагрузки. Кроме того, при скорости ротора, равной критической, амплитуда колебаний вертикального вала резко увеличивается, что может привести к его разрушению. Поэтому для изготовления вертикального вала выбирается сталь 40Х.

Под действием центробежной силы инерции  $J$  ротор, деформируя упругую горловую опору, отклоняется от оси вращения. При этом максимальное радиальное смещение (амплитуда) центра инерции ротора ( $r$ ) наблюдается при критической скорости вращения вертикального вала.

1. Определяется критическая угловая скорость вертикального вала сепаратора:

$$\omega = \sqrt{\frac{k_{оп} \cdot l}{I_y - I_z}},$$

где  $k_{оп}$  – жесткость упругой горловой опоры, Н/м;

$l$  – расстояние между подпятником и упругой опорой,  $l = 0,38$  м

$I_y$  – момент инерции массы ротора относительно оси  $y$ ,  $\text{кг} \times \text{м}^2$ ;

$I_z$  – момент инерции массы ротора относительно оси  $z$ ,  $\text{кг} \times \text{м}^2$ .

2. Определяется момент инерции массы ротора относительно оси  $y$ :

$$I_y = m \cdot L^2,$$

где  $m$  – масса ротора, кг;

$L$  – расстояние между подпятником и центром масс ротора,  $L = 0,57$  м.

$$I_y = 140 \cdot 0,57^2 = 45,49 \text{ кг/м}^2.$$

Масса и момент инерции массы ротора относительно оси  $z$  определяется как сумма масс и моментов инерции масс его составных частей.

3. Определяется момент инерции массы ротора относительно оси  $z$ :

$$I_z = \left( m \cdot \frac{R^2 + r^2}{2} \right) + \left( m \cdot \frac{R_2^2 + R_1^2 + r_2^2 + r_1^2}{4} \right),$$

$$I_z = \left( 140 \cdot \frac{0,15^2 + 0,18^2}{2} \right) + \left( 140 \cdot \frac{0,15^2 + 0,18^2 + 0,05^2 + 0,07^2}{4} \right) = 6,02 \text{ кг/м}^2.$$

Для уменьшения вибраций вертикального вала под действием центробежной силы, приводящей к осевому смещению, подбираем виброизолирующую опору.

#### Расчет резиновых виброизолирующих опор

4. Выбирается тип резиновой прокладки:

Плита ребристая  $E_d = 4 \text{ МН/м}^2$  [2]

Исходя из конструктивных особенностей агрегата, задаемся числом амортизаторов  $n$ ,  $n = 3$ .

5. Находится поперечный размер  $B$  амортизатора:

$$B = \sqrt{\frac{Q}{N \cdot \sigma_p}} = \sqrt{\frac{1700}{1 \cdot 0,3 \cdot 10^6}} = 0,075 \text{ м},$$

где  $Q$  – вес движущихся частей машины,

$$Q = mg = 10 \cdot 9,81 = 1700 \text{ кг Н},$$

$\sigma_p$  – расчетное статическое напряжение в резине, отнесенное к площади недеформированного элемента. Согласно [2]  $\sigma_p = 0,3 \text{ МН/м}^2$ .

6. Полная высота резиновой виброизолирующей опоры определяется из соотношения:

$$H \geq \frac{B}{4} = \frac{0,075}{4} = 0,019 \text{ м}.$$

7. Определяем рабочую высоту амортизатора  $H_p$ :

$$H_p = H - \frac{B}{8} = 0,019 - \frac{0,075}{8} = 0,01 \text{ м}.$$

8. Жесткость одной резиновой виброизолирующей опоры в вертикальном направлении находится по формуле:

$$c_z = \frac{E_d \cdot F_1}{H_p} = \frac{4 \cdot 10^6 \cdot 0,075^2}{0,01} = 2 \cdot 10^6 \text{ Н/м},$$

где  $F_1$  – площадь поперечного сечения одного амортизатора. Принимаю площадь амортизатора квадратным,  $F_1 = B^2$ .

9. Определяется собственная частота вертикальных колебаний виброизолирующей машины:

$$\omega_0 = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{4f^2 q^2 E_d^2 n^2}{(8-f)^2 Q[\sigma]}}$$

где  $f$  – отношение ширины виброизолирующей опоры к полной его высоте,  $f = \frac{B}{H} = \frac{0,075}{0,019}$ ;

$[\sigma]$  – допустимая нагрузка,  $[\sigma] = 80 \text{ кН/м}^2$  [2].

Отсюда:

$$\omega_0 = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{4f^2 q^2 E_d^2 n^2}{(8-f)^2 Q\sigma}} = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{4 \cdot 4^2 \cdot 9,81^2 \cdot (4 \cdot 10^6)^2 \cdot 4^2}{(8-4)^2 \cdot 1700 \cdot 80 \cdot 10^3}} = 4,2 \cdot 10^3 \text{ рад/с.}$$

10. Определяется частота возмущающей силы  $\omega_B$ :

$$\omega_B = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6500}{60} = 680 \text{ рад/с,}$$

где  $n$  – частота вращения вала.

11. Определяется собственная частота колебаний машины, установленной на амортизаторе:

$$\omega_0 = \frac{\omega_B}{p} = \frac{680}{3} = 226 \text{ рад/с,}$$

где  $p$  – коэффициент с преобладающей вертикальной вибрации,  $p = 3$ ;

Полученную собственную частоту сравнивают с требуемым значением, найденным в (10) пункте.

Так как расхождение значений собственных частот колебаний более 10%, не целесообразно устанавливать резиновую виброизолирующую опору.

### **Расчет пружинных виброизолирующих опор**

Принимается коэффициент динамичности  $\beta = 0,2$ , согласно конструктивным особенностям.

12. Определяется частота возмущающей силы  $\omega_c$

$$\omega_c = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6500}{60} = 680 \text{ 1/с.}$$

13. Исходя из допускаемой величины осадки машины  $\delta_{CT} = 0,012 \text{ м}$ , определяется частота собственных колебаний:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{\delta_{CT}}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,013}} = 28,57 \text{ рад/с.}$$

14. Находится жесткость виброизолятора:

$$c = m \cdot \omega_0^2 \cdot k = 170 \cdot 28,57^2 \cdot 1 = 138 \text{ кН/м,}$$

где число виброизоляторов  $k = 1$ .

15. Определяется жесткость одного виброизолятора:

$$c_1 = \frac{c}{k} = \frac{138 \cdot 10^3}{1} = 138 \text{ кН/м.}$$

16. Статическая нагрузка на виброизолирующую опору определяется по формуле:

$$P_{\text{ст}} = \frac{Q}{k} = \frac{1700}{1} = 1700 \text{ Н,}$$

где  $Q = 250 \cdot 9,84 = 2500$  кг – вес агрегата, Н.

17. Определяется амплитуда колебаний при рабочем режиме:

$$A = \beta \cdot \delta_{\text{ст}} = 0,2 \cdot 0,012 = 0,0024 \text{ м.}$$

18. Рассчитывается динамическая нагрузка на пружинную виброизолирующую опору:

$$P_{\text{дин}} = A \cdot c_1 = 0,0024 \cdot 138 \cdot 10^3 = 331,2 \text{ Н.}$$

19. Далее определяется нагрузка на пружину:

$$P = P_{\text{ст}} + K_y P_{\text{дин}} = 1700 + 1,5 \cdot 331 = 2196 \text{ Н.}$$

где  $K_y$  – коэффициент, учитывающий усталостные явления материала  $K_y = 1,5$  [3]

20. По расчетной нагрузке на пружину определяется диаметр стального прутка:

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{K \cdot e \cdot P}{[\tau]}} = 1,6 \sqrt{\frac{1,18 \cdot 8 \cdot 2196}{350 \cdot 10^6}} = 0,012 \text{ м,}$$

где  $e$  – индекс жесткости пружины,  $e = 8$ ;

$K$  – коэффициент, зависящий от индекса пружины,  $K = 1,18$  [4]

Значение диаметра проволоки, полученное расчетным путем, согласно [5], принимается  $d = 0,014$  м.

21. Определяется число рабочих витков пружины:

$$i_1 = \frac{G \cdot d}{8c_1 \cdot e^3} = \frac{78,5 \cdot 10^3 \cdot 14 \cdot 10^{-3}}{8 \cdot 138 \cdot 10^3 \cdot 8^3} = 2,$$

где  $G$  – модуль сдвига, для стали 40Х  $G = 78,5 \cdot 10^9$  Па [6].

Т. к.  $i < 7$ , принимается число нерабочих витков  $i_2 = 1,5$ .

22. Находится общее число витков пружины:

$$i = i_1 + i_2 = 2 + 1,5 = 3,5$$

23. Определяется средний диаметр пружины  $D$ :

$$D = e \cdot d = 8 \cdot 0,014 = 0,1 \text{ м.}$$

24. Рассчитывается шаг пружины:

$$h = 0,4D = 0,4 \cdot 0,1 = 0,04 \text{ м.}$$

25. Определяется высота ненагруженной пружины:

$$H = i_1 \cdot h + (i_2 - 0,5)d = 2 \cdot 0,04 + (1,5 - 0,5) \cdot 0,014 = 0,094 \text{ м.}$$

26. Определяется отношение высоты пружины к ее среднему диаметру:

$$\frac{H}{D} = \frac{0,075}{0,01} = 0,75.$$

*Вывод:* так как  $\frac{H}{D} < 3$ , условие соблюдается, пружина выдержит действующие нагрузки.

27. Для пружин, находящихся в обойме в свободном состоянии, определяется жесткость упругой горловой опоры:

$$k_{\text{оп}} = 1,5 \cdot k,$$

где  $k$  – осевая жесткость одной пружины, Н/м.

Осевая жесткость осевой пружины может быть определена по формуле:

$$k = \frac{G \cdot d_n}{8 \cdot i \cdot c^3},$$

где  $G$  – модуль упругости материала пружины при сдвиге ( $G = 7,85 \times 10^{10}$  Н/м) [5];

$d_n$  – диаметр витка пружины, м;

$i$  – число рабочих витков,  $i = 2$ ;

$c$  – отношение среднего диаметра пружины к диаметру прутка,

$$c = \frac{0,1}{0,014} = 7,$$

$$k = \frac{7,85 \cdot 10^{10} \cdot 0,014}{8 \cdot 3,5 \cdot 7^3} = 114431,5 \text{ Н/м}$$

$$k_{\text{оп}} = 1,5 \cdot 114431,5 = 171647 \text{ Н/м}$$

28. Определяется критическая скорость вертикального вала при использовании пружинной виброизолирующей опоры:

$$\omega = \sqrt{\frac{171647 \cdot 0,38}{45,49 - 6,02}} = 40,65 \text{ рад/с.}$$

29. Определяется амплитуда колебаний центра масс ротора при критической скорости вращения:

$$r = \frac{m \cdot \omega_{\text{кр}}^2 \cdot e \cdot L^2}{k_{\text{оп}} \cdot l^2 - (I_y - I_z) \cdot \omega_{\text{кр}}^2},$$

где  $e$  – эксцентриситет масс ротора, м.

$$r = \frac{170 \cdot 40,65^2 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 0,57^2}{171647 \cdot 0,38^2 - (45,49 - 6,02) \cdot 40,65^2} = 0,45 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

30. Сила инерции, возникающая при критической скорости ротора, определяется по формуле:

$$J = m \cdot \omega_{кр}^2 \cdot (r + e)$$

$$J = 170 \cdot 40,65^2 \cdot (0,45 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 10^{-4}) = 182,5 \text{ Н/м.}$$

31. Определяется действующее напряжение изгиба:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} = \frac{J \cdot (L - e)}{0,1 \cdot d^3} \leq [\sigma_u],$$

где  $W$  – момент сопротивления сечения вала,  $\text{м}^3$ ;

$d$  – диаметр вала в месте установки опоры,  $d = 0,05 \text{ м}$ ,

$$\sigma_u = \frac{182,5 \cdot (0,57 - 2 \cdot 10^{-4})}{0,1 \cdot 0,05^3} = 16,2 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

32. Определяется расчетный крутящий момент на валу:

$$M'_{кр} = \frac{P_{\text{э}}}{\omega} = \frac{5500}{680} = 8,09 \text{ Нм,}$$

где  $\omega$  – угловая скорость вращения вала,  $\omega = 680 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$ ;

$P_{\text{э}}$  – мощность на валу электродвигателя,  $P_{\text{э}} = 5,5 \text{ кВт}$ .

33. Определяются касательные напряжения от крутящего и изгибающего моментов  $\tau$ :

$$\tau = \frac{M'_{кр}}{0,2d^3} = \frac{8,09}{0,2 \cdot 0,04^3} = 0,6 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2.$$

34. Определяется результирующее напряжение в вале:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_u^2 + 4\tau^2},$$

где  $\sigma_u$  – изгибающие напряжения на валу,  $\sigma_u = 16,2 \text{ МПа}$ ,

$$\sigma_p = \sqrt{(16,2 \cdot 10^6)^2 + 4(0,6 \cdot 10^6)^2} = 16,24 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2.$$

35. Проверяется виброустойчивость вертикального вала:

$$[\sigma_d] = 190 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2 \text{ [6].}$$

Условие  $\sigma_p \leq \sigma_d$  выполняется.

Подводя итоги, заключаем, что применение виброизолирующих опор позволяет снизить вредные воздействия вибрации во время работы машины, минимизировать риски, связанные с разрушением вертикального вала вследствие высоких скоростей вращения.

Сравнив результаты расчета, делаем выводы:

– резиновые виброизолирующие опоры не позволяют получить низкие собственные частоты, что делает не целесообразным их использование в данном случае;

– пружинные виброизолирующие опоры хорошо амортизируют колебания высокой частоты и обеспечивают виброустойчивость вертикального вала бактофуги.

#### Литература

1. Расчеты и задачи по процессам и аппаратам пищевых производств / *С.М. Гребенюк* и др. – М.: Агропромиздат, 1987. – 304 с.
2. *Бартенев Г.М.* Прочность и разрушение высокоэластических материалов: Учеб. пособие для вузов. – М., 1964. – 388 с.
3. Сопротивление материалов усталостное разрушение металлов и расчеты на прочность и долговечность при переменных напряжениях/ *И.Я. Березин, О.Ф. Чернявский И.Я. Березин, О.Ф. Чернявский.* – М.: ЮУрГУ, 2004. – 77 с.
4. *Петров М.С., Рябов В.А., Чихачева О.А.* Пружины в узлах приводов. – М.: МГТУ «МАМИ», 2001. – 28с.
5. ГОСТ 9389-75. Проволока стальная углеродистая пружинная. Технические условия (с изменениями № 1–5).
6. *Сорокин В.Г., Волосникова А.В., Вяткин С.А.* Марочник сталей и сплавов. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.

УДК 699.86+662.998

**Р.М. Трибунская**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: rayamt@mail.ru*

### **ПРЕДЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕПЛОЗАЩИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ОДНОСТОРОННЕМ ИНТЕНСИВНОМ НАГРЕВЕ**

Объектом исследования являются теплоизоляционные материалы, обеспечивающие заданный температурный режим работы конструкций, к одной из поверхностей которых подводятся значительные тепловые потоки.

**Ключевые слова:** теплоемкость материала, сублимация, пиролиз, коэффициент теплопроводности, относительная прочность, стеклопластик, термическое напряжение, аблирующие материалы.

**R.M. Tribunskaya**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: rayamt@mail.ru*

### **LIMITING STATE OF HEAT-SHIELDING MATERIALS UNDER INTENSE UNILATERAL HEATING**

The object of the study are heat-insulating materials that provide a given temperature regime for the operation of structures. Significant heat fluxes are supplied to one of their surfaces.

**Key word:** heat capacity of the material, sublimation, pyrolysis, heat transfer coefficient, relative strength, glass fiber, thermal stress, ablating materials.

Теплозащитные материалы в основном предназначаются для нежелательного проникновения тепла. Однако в связи с тем что конструкции из этих материалов принимают на себя механические воздействия потоков, а процессы пиролиза, теплового деформирования и тепломассопереноса приводят к возникновению больших термических напряжений, вопросы механической прочности и несущей способности подобных конструкций представляют значительный практический и научный интерес. Поскольку обычно подобного рода тепловая защита используется в аппаратах, где первостепенное значение имеет удельный вес конструкции, естественно стремление к созданию таких материалов, которые выполняли бы, кроме чисто теплозащитных функций, функции несущих конструкций, воспринимающих определенные механические усилия. Цель исследования – определение экспериментальных данных о реальной механической прочности и несущей способности теплоизоляционных материалов, принимающих на себя механические воздействия потоков тепла.

Методом исследований является экспериментальная оценка изменения характеристик прочности расчетным путем параметров, которые, как правило, не известны, экспериментальными методами, позволяющими изучить основные закономерности повреждения и разрушения, определить основные механические характеристики материала и наметить пути расчета прочности элементов конструкций из рассматриваемого класса материалов.

### **Методы оценки несущей способности теплозащитных материалов при одностороннем нагреве**

На основании обработки полученных экспериментальных данных в соответствии с правилами теории подобия, изложенными в работах[1–3], на рис. 1 показана относительная прочность

при сжатии стеклопластика АГ4С в функции безразмерного времени (критерия Фурье)  $Fo = \frac{at}{l^2}$ ,

где  $\alpha$  – коэффициент температуропроводности;  $t$  – время,  $l$  – характерный размер исследуемого образца. Эти зависимости получены для различных значений безразмерной скорости нагрева

$Pd = \frac{bl^2}{aT_0}$ , где  $b$  – скорость нагрева поверхности, град/с;  $T_0$  – начальная температура.

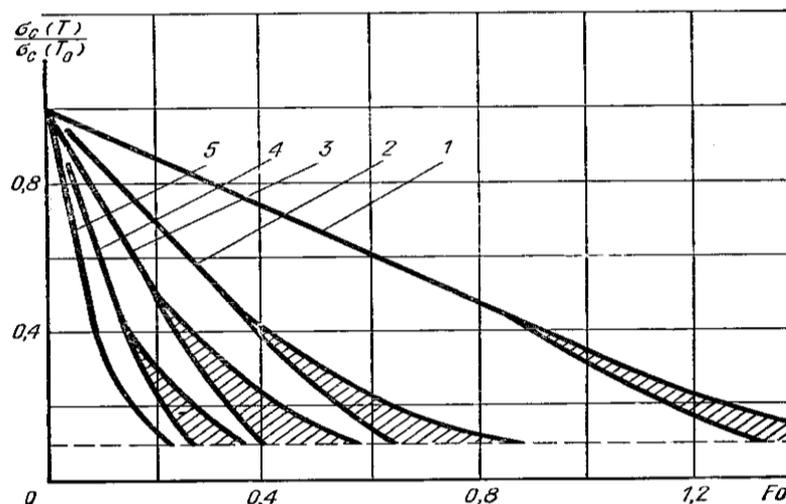


Рис. 1. Относительная прочность образцов на сжатие из стеклопластика АГ4С при различных значениях  $Pd$ : 1 –  $Pd=1$ ; 2 –  $Pd=3$ ; 3 –  $Pd=6$ ; 4 –  $Pd=9$ ; 5 –  $Pd=16$

Приведенные на рис. 1 кривые свидетельствуют о том, что разупрочнение, характеризующиеся относительной прочностью на сжатие в функции  $F^\circ$ , с течением времени сначала падает по линейному закону, а затем наблюдается замедление процесса падения прочности. Заштрихованные участки соответствуют данным испытаний образцов, имеющих различную толщину.

Таким образом, применение методов теории подобия дает хорошие результаты только при сравнительно малых значениях критерия  $F^\circ$ , когда процессы пиролиза материала еще не захватили большую область толщины образца. В простейшем случае, когда учитываются только явления релаксации, справедливость принятого метода оценивается критическим значением параметра

$\varphi = \frac{t}{t_0}$ , где  $t_0$  – время релаксации. В более общем случае  $t_0$  имеет смысл времени,

по истечении которого проявляются эффекты, в значительной мере искажающие подобие в состоянии образцов. Таким образом, такой подход допустим только при условии  $\varphi < 1$ . При этом относительная несущая способность исследуется в функции критериев теплового подобия и определяется как отношение несущей способности при заданном поле температур в заданный момент времени, характеризующийся критерием краевого теплового подобия и критерием  $F^\circ$ , к несущей способности такого же образца при комнатной температуре.

Эксперименты показывают, что несущая способность образцов является функцией удельного теплового потока и времени его воздействия. Ее изменение может быть описано степенной зависимостью вида  $M^t = kt^n$ . Коэффициенты  $k$  и  $n$  вычисляются из экспериментально полученных исходных зависимостей.

Наглядными характеристиками, с помощью которых можно определить изменение несущей способности в условиях интенсивного одностороннего нагрева, являются “потеря размера”  $\delta_{н.р}^\phi$  и “скорость потери размера”  $v_{н.р}^\phi$  (т. е. изменение  $h_t^\phi$  в единицу времени).

Потеря размера определяется из выражения:

$$\delta_{н.р}^\phi = h^0 - h_t^\phi \quad (1)$$

Связь между  $\delta_{н.р.}^{\phi}$  и  $v_{н.р.}^{\phi}$  в общем виде может быть записана так:

$$\delta_{н.р.}^{\phi} = \int_0^t v_{н.р.}^{\phi} dt.$$

Зависимость скорости потери размера  $v_{н.р.}^{\phi}$  от продолжительности одностороннего нагрева  $t$  при заданном удельном тепловом потоке  $q$  получена в работе [2]. Из условия равновесия элемента нагретого образца при изгибе получено, что при нестационарных режимах нагрева, сопровождающихся уносом материала, для квазистационарного процесса коксования скорость потери размера  $v_{н.р.}^{\phi}$  может быть представлена в виде зависимости

$$v_{н.р.}^{\phi} = v_t^T - \frac{v_t^T k_t h_0^2 - k_t (h_0 - \alpha_t) \alpha_t h_0}{(k_t h_0 - k_t \alpha_t + \alpha_t)^2}, \quad (2)$$

где  $k^t$  – отношение модуля упругости  $E$  к усредненному модулю упругости нагретой части материала ( $k_t = f(t)$  – линейная функция);  $\alpha_t$  – текущая толщина нагретой части образца;  $v_t^T$  – скорость продвижения границы между нагретым и не нагретым участками образца.

Анализ показывает, что входящие в выражения (3) величины  $v_t^T$ ,  $k^t$  и  $\alpha_t = v_t^T t$  при равных тепловых потоках не зависят от высоты сечения, а определяются продолжительностью нагрева  $t$ . Это позволяет использовать указанные величины для вычисления мгновенной несущей способности образца, например, с высотой  $h^0 = 20$  мм, если они получены при испытаниях образцов значительно меньшей высоты ( $h^0 = 5 \div 10$  мм).

Сопоставление расчетных и экспериментальных данных, полученных при испытаниях образцов с высотой  $h^0 = 20$  мм в условиях одностороннего нагрева постоянным удельным тепловым потоком  $q = 3360$  кВт/м<sup>2</sup> и времени нагрева до 60 с, показывает, что их расхождение не превышает 10%

Выражением (2) удобней пользоваться, если оно представлено графически. Графики строят в координатах скорости потери размера  $v_{н.р.}^{\phi}$  и времени нагрева  $t$  для образца максимальной высотой  $h_0$  (принимали, что  $h_0 = 30$  мм) при различных по величине, но постоянных во времени удельных тепловых потоках. Результаты эксперимента показывают, что при удельном тепловом потоке  $q = \text{const}$  зависимость скорости потери размера  $v_{н.р.}^{\phi}$  от времени  $t$  линейная. В этом случае величина потери размера  $\delta_{н.р.}^{\phi}$  определится как площадь трапеции:

$$\delta_{н.р.}^{\phi} = S = \frac{v_{н.р.}^{\phi 0} + v_{н.р.}^{\phi} t}{2}, \quad (3)$$

где  $v_{н.р.}^{\phi 0}$  – скорость потери размера в начальный момент времени (отрезок, отсекаемый на оси ординат).

Если программное изменение удельного теплового потока  $q$  от времени  $t$  задается в виде нелинейной зависимости, то последняя аппроксимируется ступенчатой кривой с постоянными значениями  $q^i$  на малых промежутка времени  $t_{i+1} - t_i$ . Используя этот прием для каждого промежутка времени  $t_{i+1} - t_i$ , можно определить значение  $v_{н.р.}^{\phi}$  и построить соответствующий график.

Таким образом, скорость потери размера  $v_{н.р.}^{\phi}$ , эквивалентная скорость потери несущей способности образца, учитывает суммарное изменение механических свойств как перерожденного, так и исходного материала, влияние термических напряжений и внутреннего давления газообразных продуктов пиролиза органического связующего. Эта характеристика позволяет определить мгновенное значение несущей способности образца  $M^t$  в любой момент времени  $t$  в условиях интенсивного одностороннего нагрева. Например, несущая способность образца высотой  $h^0$  после воздействия удельного теплового потока  $q$  в течение времени  $t$  может быть определена

следующим образом: с помощью графика  $v_{н.р.}^{\phi} - t$  и зависимости (3) определяют потерю размера  $\delta_{н.р.}^{\phi}$  с помощью зависимости (1) находят  $h_{t_{\phi}}$ . Минимальное значение высоты равнопрочного сечения  $h_{t_{\phi}}$  определяется несущей способностью полностью прококовавшегося образца.

Описанная выше методика, а также аналитические зависимости, предложенные в работе [2], в рамках принятых допущений позволяют распространить полученные экспериментальные данные о несущей способности односторонне нагретого армированного пластика на образцы с толщиной, отличной от используемой в эксперименте. Эти зависимости справедливы для условий чистого изгиба образцов.

### Заключение

Поскольку для оценки изменения характеристик прочности расчетным путем требуется знание большого количества параметров, которые, как правило, не известны, то оказалось предпочтительным пользоваться в основном экспериментальными методами, позволяющими изучить основные закономерности повреждения и разрушения, определить основные механические характеристики материала и наметить пути расчета прочности элементов конструкций из рассматриваемого класса материалов.

В основе всех разработанных методов лежат принцип моделирования тепловых состояний в образцах из конкретных исследуемых материалов и определение нагрузки, вызывающей разрушение материала в любой заданный момент времени, при известном тепловом состоянии.

### Литература

1. *Исханов Г.В.* Прочность неметаллических материалов при неравномерном нагреве. – Киев: Наук. думка, 1971. – 180с.
2. Механические свойства некоторых металлов при высокоскоростном растяжении / *Г.С. Писаренко, В.Г. Петрушков, Г.В. Степанов* и др. // Пробл. прочности. – 1970. – № 7. – С. 3–8.
3. *Дзюба В.С., Венгжен В.В.* Оценка несущей способности армированных пластиков при неравномерном нагреве // Пробл. прочности. – 1975. – № 6. – С. 39–43.

УДК 621.3

**С.Ю. Труднев**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: trudnev@mail.ru*

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА**

В материалах представлена компьютерная модель однофазной сети. Описана структура работы сети переменного тока. Разработана компьютерная модель однофазной системы питания. Проведен ряд экспериментов, подтверждающих адекватность разработанной компьютерной модели. Получен положительный результат.

**Ключевые слова:** *Matlab*, колебание, сигнал, напряжение.

**S.Y. Trudnev**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: trudnev@mail.ru*

### **EXPERIMENTAL RESEARCH OF ELECTRICAL SIGNAL**

The article represents a computer model of the single-phase network. The structure of the AC network is described. A computer model of a single-phase power supply system is developed. A number of experiments confirming the adequacy of the developed computer model are carried out. A positive result is received.

**Key words:** Matlab, oscillation, signal, voltage.

Компьютерные модели позволяют симитировать работу практически любой системы как экономической, так и технической. Это дает возможность на первых этапах научных разработок провести испытания системы и определить недостатки и дефекты системы на ранних стадиях. Помимо этого, модели позволяют исследовать объекты, процессы, явления, что дает возможность принимать обоснованные и продуманные решения, предвидеть последствия своей деятельности. Модель позволяет представить в наглядной форме объекты и процессы, недоступные для непосредственного восприятия [1]. Любая виртуальная модель реализуется через различные пакеты компьютерных программ. Широко известной в научном сообществе является *Matlab*. *Matlab* – пакет прикладных программ для решения математических задач технических вычислений. Учитывая тот факт, что все происходящие вокруг человека явления описываются рядом открытых законов физики в виде уравнений, создание сложных алгоритмов при помощи пакетов программы *Matlab* позволит полностью смоделировать любую техническую систему.

Предлагается разработать компьютерную модель однофазной системы питания в программе *Matlab* с целью дальнейшего исследования особенностей ее работы в комплексе с другими системами в различных режимах работы.

Электрическая сеть является источником тока (рис. 1), описанным гармоническим колебанием [2]:

$$i = I_m \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot t}{T} + \psi\right), \quad (1)$$

$T$  – период колебания,

$\Psi$  – начальная фаза колебания,

$I_m$  – амплитуда колебания.

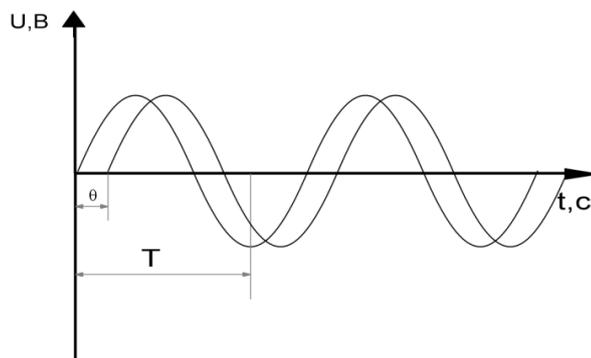


Рис. 1. Изображение синусоидального сигнала

На основании синусоидального закона была разработана компьютерная модель однофазной сети (рис. 2). Модель включает себя три основных блока:

- 1) контактную аппаратуру;
- 2) источник синусоидального сигнала и активно-индуктивный потребитель;
- 3) контрольно-измерительные приборы.

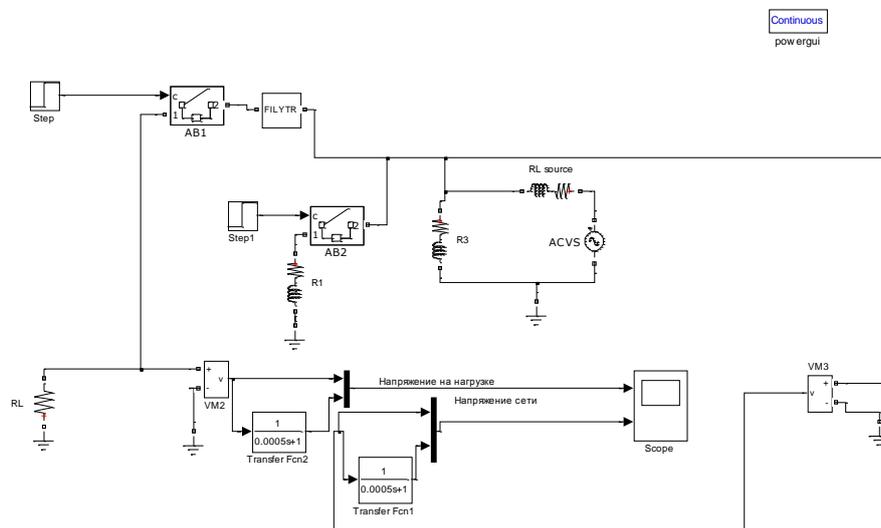


Рис. 2. Имитация однофазной сети в Matlab

Для проверки модели на адекватность был симулирован динамический режим: к источнику синусоидального сигнала в момент времени  $t = 0,05$  с была подключена активно-индуктивная нагрузка высокой мощности. Осциллограф зафиксировал следующие данные, изображенные на рис. 3.

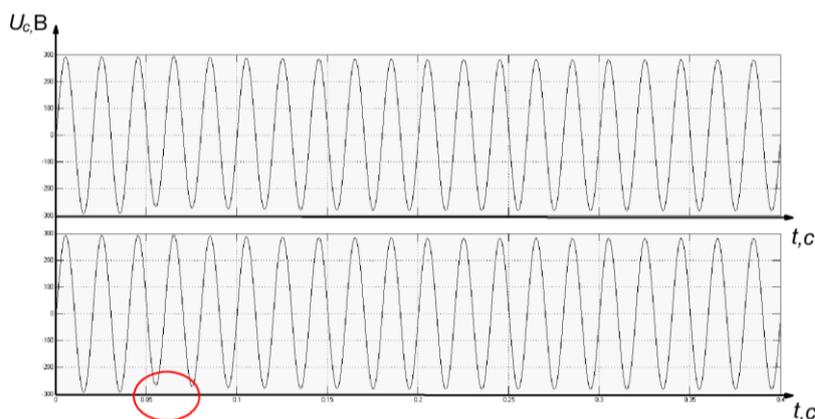


Рис. 3. Зависимость напряжения от времени на нагрузке и источнике

Исходя из основ теории электротехники, включение активно-индуктивной нагрузки должно вызвать провал напряжения по амплитуде и частоте. Из графика видно (рис. 3), в момент включения нагрузки сигнал по амплитуде снизился на 12%, а частота на 2%, это подтверждает адекватность собранной модели на законы электротехники, а значит, данную модель можно использовать для дальнейших экспериментов.

В дальнейшем эксперименты позволят более подробно изучить динамическую устойчивость электрической системы.

### Литература

1. *Труднев С.Ю.* Разработка компьютерной модели параллельной работы генераторного агрегата и трехфазного безынерционного источника питания // Вестник гос. ун-та морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – СПб., 2015. – Вып. 2 (30). – С. 191–198.
2. *Герман-Галкин С.Г.* Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – М.: Корона-Век, 2008. – 368 с.
3. *Важнов А.И.* Основы теории переходных процессов синхронной машины. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 362 с.
4. *Веников В.А.* Электромеханические переходные процессы в электрических системах. – М.: Госэнергоиздат, 1958. – 246 с.
5. *Суевалов Л.Ф.* Справочник по расчетам судовых автоматических систем. – Л.: Судостроение, 1989. – 408 с.

УДК 621.314:629.5

**И.Г. Шевцов, А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: someday666@yandex.ru*

### **СРАВНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОННЫХ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ В СУДОВЫХ СИСТЕМАХ**

В данной статье авторами представлено сравнение двух систем управления электроприводом переменного тока. Первая система основана на применении преобразователя частоты, выполненного на полупроводниковых ключах. Вторая система основана на применении электромеханического преобразователя, выполненного на электрических машинах. Для выявления преимуществ и недостатков таких систем в условиях судовых электроприводов были построены компьютерные модели и проведены соответствующие эксперименты.

**Ключевые слова:** электропривод, преобразователь частоты, постоянный ток, напряжение.

**I.G. Shevtsov, A.A. Marchenko**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: someday666@yandex.ru*

### **COMPARING OF CHARACTERISTICS OF ELECTRONIC AND ELECTROMECHANICAL TRANSFORMERS IN SHIP SYSTEMS**

Two electric drive control systems of alternating current are compared in the article. The first system is based on use of the frequency converter executed on semiconductor keys. The second system is based on use of the electromechanical transformer executed on electrical machines. For detection of advantages and disadvantages of such systems in the conditions of ship electric drives the computer models are developed and the appropriate experiments are made.

**Key words:** electric drive, frequency converter, direct current, tension.

На сегодняшний день в судовых электроприводах большой мощности для плавного регулирования частоты применяются двигатели постоянного тока. Сложность таких систем является их основным недостатком. Хорошо зарекомендовавшими себя системами регулирования скорости электропривода является системы «генератор – двигатель». Здесь в качестве преобразователя выступает генератор, напряжение которого изменяется путем изменения тока возбуждения. Но такие системы требуют использования дополнительных электрических машин, таких как возбудители генераторов и электромашинные усилители.

Системы на постоянном токе постепенно заменяются на системы с применением переменного тока. Наилучшие характеристики регулирования скорости вращения электроприводов переменного тока имеют системы на основе частотного регулирования. Построение таких систем возможно на основе электрических машин [1] и на основе электронных преобразователей. Каждая из таких систем имеет свои преимущества и свои недостатки.

Для выявления недостатков и преимуществ рассматриваемых систем в данной статье были построены модели таких систем в среде компьютерного моделирования Matlab [2]. На рис. 1 представлена модель системы управления скоростью асинхронного электродвигателя на основе инвертора тока.

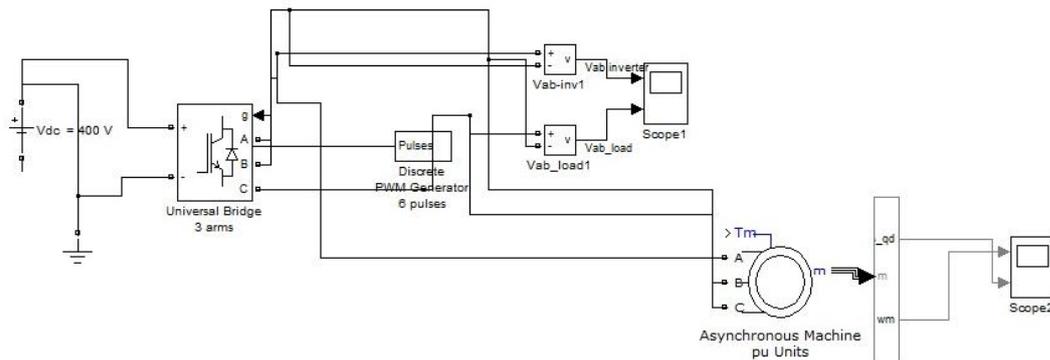


Рис. 1. Модель работы асинхронного двигателя через преобразователь частоты

Первоначально асинхронный двигатель прошел испытания при работе от преобразователя частоты в номинальном режиме. Полученные характеристики свидетельствуют о том, что двигатель работает при номинальном напряжении и частоте.

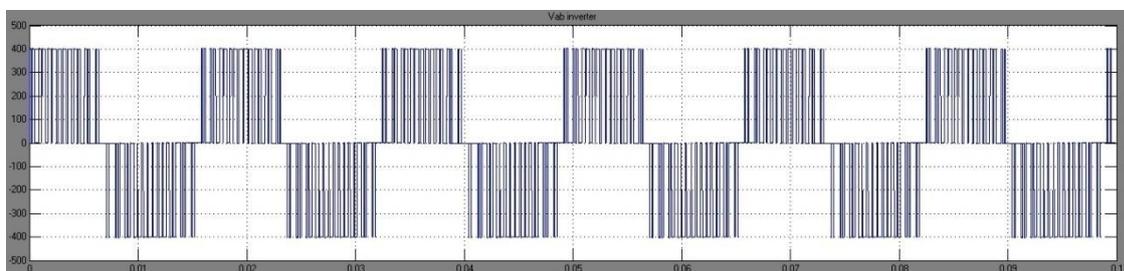


Рис. 2. Напряжение на инверторе

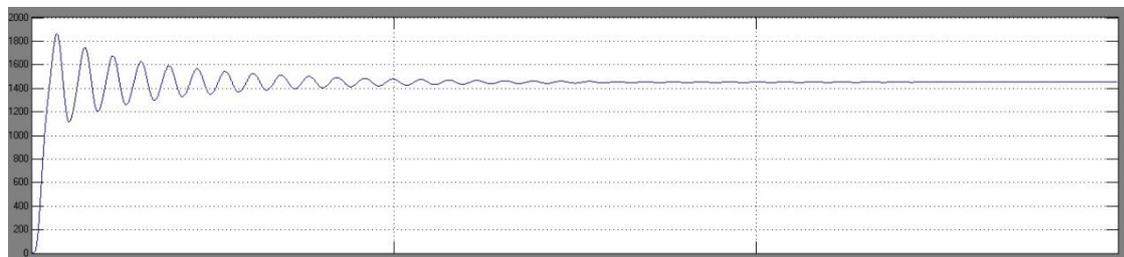


Рис. 3. Скорость электродвигателя

При уменьшении частоты тока на 20% частота вращения асинхронного двигателя также снизилась. На рис. 4 показано напряжение инвертора, на рис. 5 показана скорость электродвигателя при снижении частоты напряжения. На рис. 6 имеют место гармоники. Данная форма кривой напряжения указывает на некоторую погрешность в допустимых пределах. При снижении частоты питающего напряжения скорость электродвигателя также снижается пропорционально, что говорит о корректной работе электродвигателя и преобразователя.

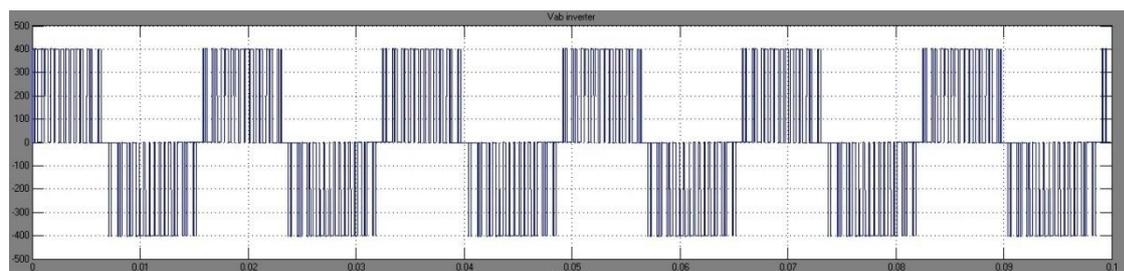


Рис. 4. Напряжение на инверторе при частоте 40 Гц

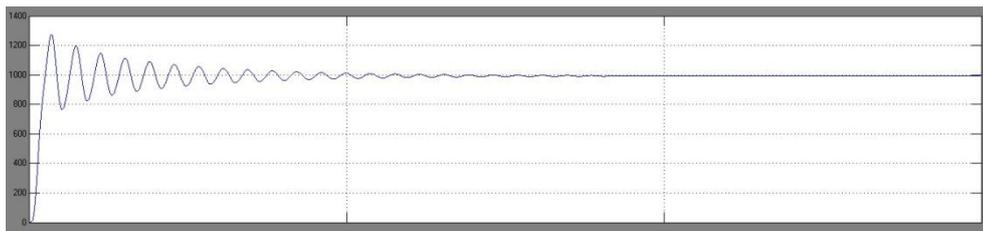


Рис. 5. Скорость электродвигателя при пониженной частоте напряжения преобразователя

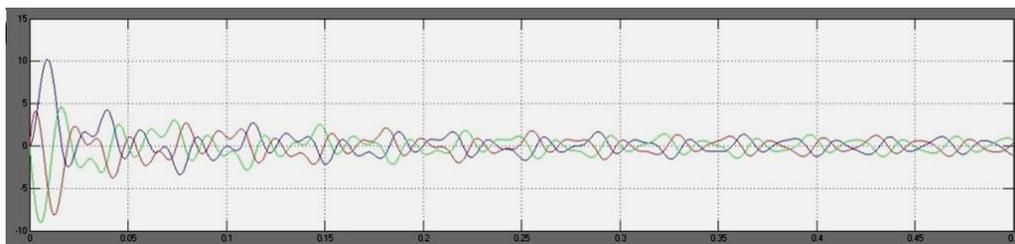


Рис. 6. Напряжение преобразователя

На рис. 7 представлена компьютерная модель электромеханического преобразователя частоты. Изменение частоты напряжения задается частотой вращения синхронного генератора, в данной схема он выполняет функции инвертора. Звено постоянного тока представляет собой электрический двигатель постоянного тока, механически соединенный с синхронным генератором.

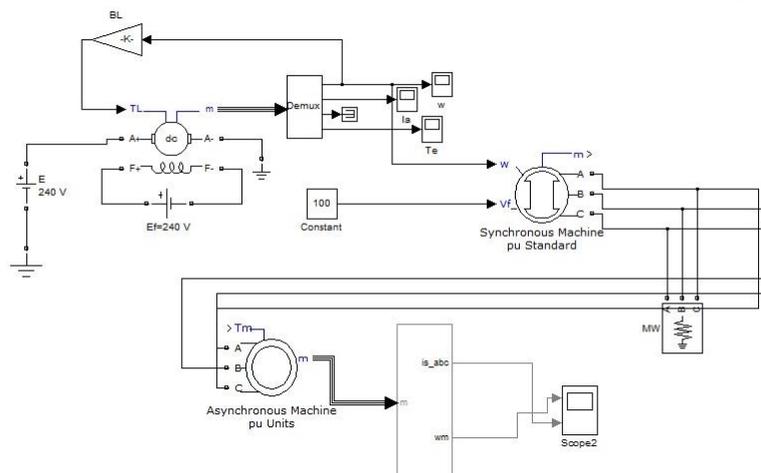


Рис. 7. Модель преобразователя на основе электрических машин

При работе асинхронного электродвигателя от преобразователя частоты на основе синхронного генератора двигатель работает в номинальном режиме (рис. 8). Для уменьшения частоты вращения асинхронного двигателя производилось уменьшение напряжения на якоре двигателя постоянного тока. Скорость вращения якоря уменьшалась и соответственно уменьшалась скорость вращения синхронного генератора. Частота напряжения синхронного генератора снижалась в заданных диапазонах. На рис. 9 видно, что пропорциональное снижение частоты тока генератора ведет к пропорциональному снижению частоты вращения асинхронного электродвигателя. Можно сделать вывод, что модель работает корректно.

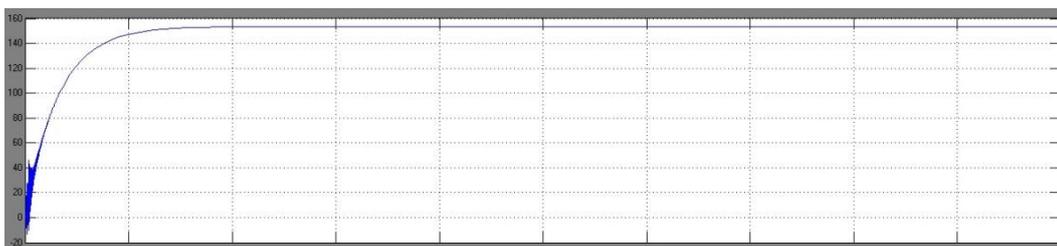


Рис. 8. Скорость асинхронного электродвигателя при номинальном напряжении двигателя постоянного тока

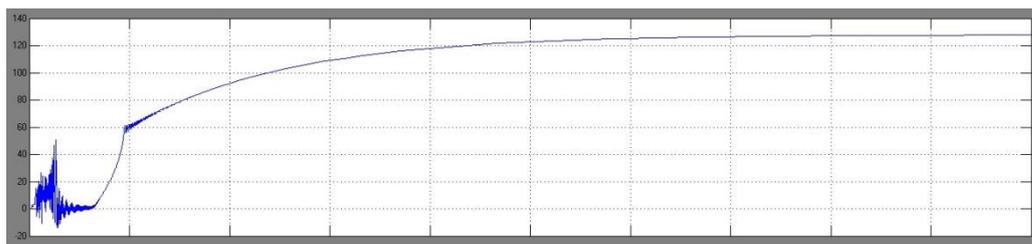


Рис. 9. Скорость асинхронного электродвигателя при пониженном напряжении двигателя постоянного тока

После проведения компьютерных экспериментов можно сделать некоторые выводы. Во-первых: оба представленных метода регулирования частоты работают в широком диапазоне и выполняют функцию плавного регулирования скорости. Во-вторых: зависимость частоты тока и частоты вращения электродвигателя переменного тока соответственно от сигнала управления имеет линейный вид, то есть изменение происходит пропорционально.

Данные системы наряду с положительными качествами также имеют свои недостатки. Система на основе электронного преобразователя создает дополнительные гармоники, что влияет на качество электрической энергии и работу электропривода в целом. Система на основе электрических машин лишена этого недостатка и выходное напряжение имеет строго синусоидальный вид [3]. Основным недостатком являются габариты системы, особенно это актуально при работе в составе электропривода большой мощности.

#### Литература

1. Марченко А.А., Портнягин Н.Н. Энергоэффективное нагружение асинхронных электродвигателей в процессе послеремонтных испытаний // Вестник Гос. ун-та морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2014. – Вып. 6. – С. 76–84.
2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. – 288 с.
3. Марченко А.А. Испытания асинхронного электродвигателя под номинальным током в режиме противовключения и понижения частоты напряжения // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – Уфа, 2014. – № 4, т. 10 – С. 25–32.

УДК 621.565.93/94

**Н.Д. Шишкин, Р.А. Ильин**

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, 414056  
e-mail: kaften.astu@mail.ru*

### **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООБМЕНА В ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТАХ**

В работе рассмотрен вопрос об актуальности внедрения и использования методов интенсификации в теплообменных аппаратах на конкретных примерах. Использование таких методов позволит сократить площадь теплообменной поверхности и снизить габариты теплообменного оборудования на предприятиях топливно-энергетического комплекса. Сделаны соответствующие выводы.

**Ключевые слова:** теплообменные аппараты, интенсификация теплообмена, параметры работы, термодинамическая эффективность.

**N.D. Shishkin, R.A. Ilyin**

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, 414056  
e-mail: kaften.astu@mail.ru*

### **EFFICIENCY ANALYSIS OF IMPLEMENTING THE METHODS OF INTENSIFICATION OF HEAT EXCHANGE IN HEAT EXCHANGING APPARATUS**

The issue of the urgency of introducing and using intensification methods in heat exchangers using specific examples is considered in this paper. The use of such methods will allow to reduce the area of the heat exchange surface and reduce the dimensions of the heat exchange equipment at the enterprises of the fuel and energy complex. The corresponding conclusions are drawn.

**Key words:** heat exchangers, heat exchange intensification, work parameters, thermodynamic efficiency.

Проблема интенсификации теплообмена в настоящее время является весьма актуальной, так как она связана с проблемами энергосбережения и техногенного влияния производственной деятельности человеческого сообщества на окружающую среду. Все острее становится вопрос топливно-энергетических ресурсов. Проблема эффективного использования топливно-энергетических ресурсов в стране возведена в ранг общегосударственной политики в области энергетики и промышленности. В этой связи особую актуальность приобретает проблема интенсификации теплообмена, имеющая своей конечной целью сокращение потребляемой энергии на единицу продукции, уменьшение массы и габаритных размеров теплообменных аппаратов (ТА) [1].

Современная тенденция развития энергетики – укрупнение теплообменников. В связи с этим возникают трудности с транспортировкой и размещением такого тяжелого и крупногабаритного оборудования.

Мощность, необходимая для прокачивания теплоносителей через все теплообменники ТЭС (затраты на собственные нужды), достигает 10% общей мощности станции. Очевидно, что изготовление таких теплообменников и прокачивание теплоносителей через них требует больших затрат природных ресурсов (топлива, руд металлов, нерудных ископаемых, кислорода атмосферного воздуха). При этом эксплуатация теплообменного оборудования сопровождается загрязнением окружающей среды [2].

В паротурбинных установках (ПТУ) масса ТА составляет более 50% от массы установки. Агрегатные мощности паровых котлов, турбин доведены до больших единичных значений, но

развитие вспомогательного оборудования ПТУ заметно отстает. Вместе с тем при неизменных параметрах свежего пара повышение КПД ПТУ, принятое за 100%, может быть достигнуто улучшением характеристик турбин на 25%, а улучшением характеристик ТА (конденсаторов, подогревателей сетевой воды и системы регенеративного подогрева и др.) на 30%. Этот пример наглядно показывает резервы энергосбережения за счет повышения энергетической эффективности ТА.

Задача интенсификации теплообмена при использовании газообразных сред приобретает особую остроту из-за высоких энергозатрат на преодоление гидравлических сопротивлений при прокачивании.

Аналогичная картина наблюдается и в процессах теплообмена при течениях высоковязких сред, где также велики затраты энергии на прокачку жидкости и малы значения чисел Нуссельта.

Создание компактных, эффективных и технологичных в крупносерийном промышленном производстве ТА представляет одно из направлений энерго- и ресурсосбережения. Практически это достигается интенсификацией процессов теплопередачи и теплоотдачи с обязательным выполнением условия – при одинаковых затратах мощности на прокачку теплоносителя обеспечить повышенную энергетическую эффективность поверхности теплообмена по сравнению с существующей, а для изготовления ее должна быть отработана высокопроизводительная малоотходная металлосберегающая технология. Выполнение условия позволяет увеличить тепловой поток в неизменных габаритах ТА при заданной величине энергии на перемещение теплоносителя и получить значительную экономию топлива, металла, сопутствующих материалов и трудовых затрат.

Разработанные к настоящему времени методы интенсификации теплообмена обеспечивают снижение габаритов и металлоемкости (массы) теплообменных устройств в 1,5–2 раза и более по сравнению с аналогичными серийно выпускаемыми устройствами при одинаковой тепловой мощности и мощности на прокачку теплоносителей.

В современной энергетике компактность теплообменников достигает  $150 \text{ м}^2/\text{м}^3$  при изготовлении их из труб диаметром 12–40 мм. Уменьшение диаметра труб до 6 мм позволяет достигать компактности  $240 \text{ м}^2/\text{м}^3$ , в пластинчато-ребристых теплообменниках можно получить компактность  $6\,000 \text{ м}^2/\text{м}^3$  и более. Однако показатели технических объектов значительно уступают показателям биологических систем, например компактность легких человека составляет  $17\,500 \text{ м}^2/\text{м}^3$  и более. Следовательно, при разработке теплообменников существуют широкие перспективы их усовершенствования, а основным инструментом является интенсификация теплообмена.

Оптимальный метод интенсификации теплообмена определяется величиной допустимых гидравлических потерь и энергетических затрат на интенсификацию теплообмена; технологичностью и дешевизной изготовления, сборки теплообменных устройств с интенсификацией теплоотдачи, удобством и соответствием критериям безотказной работы (прочность, эрозия, коррозия и т. п.), обеспечением минимума отложений на поверхности нагрева; универсальностью поверхности с интенсификацией теплообмена для различных однофазных и двухфазных теплоносителей.

Все эти обстоятельства существенно снижают возможности выбора одного конкретного метода интенсификации.

Авторы рассмотрели, в качестве примера внедрения интенсификации в ТА, интенсифицированные маслоохладители. Например, кожухотрубные вертикальные маслоохладители с петельным оребрением марок М-240М и М-540, которые выпускает ПО «Ленинградский машиностроительный завод» (ЛМЗ). Теплообменная поверхность их набрана из латунных труб с припаянным снаружи проволочно-петельным оребрением.

Гидравлическая схема маслоохладителя выполнена так, что охлаждающая вода движется внутри гладких трубок, а масло – в межтрубном пространстве. Для интенсификации теплообмена в маслоохладителях применяют систему перегородок межтрубного пространства, обеспечивающую зигзагообразное движение масла, близкое к поперечному обтеканию труб с шахматным расположением.

Перегородки типа «диск-кольцо», а также шторы между ними и корпусом маслоохладителя обеспечивают необходимые значения скорости течения масла и, соответственно, коэффициента теплоотдачи [3].

Продольно-оребранные маслоохладители типа МБРГ (разработчики НПО ЦКТИ и Институт технической теплофизики НАН Украины) представляют собой конструкцию, поверхность охла-

ждения которой набрана из элементов «труба в трубе». На наружной поверхности внутренней трубы имеется продольное приварное желобчатое оребрение из стальной ленты. Масло движется в кольцевом канале, разделенном системой ребер на ряд параллельных каналов, а охлаждающая вода – внутри труб с продольными ребрами. В аппарате, выполненном по такой схеме, при необходимости может быть произведена дополнительная интенсификация теплообмена за счет ведения разрезки ребер и отгибки их кромок в местах разрезов. Модельный ряд описанных ТА приведен в табл. 1. Переход на применение описанных охладителей масла позволит предотвратить загрязнение природных водоемов турбинными маслами при сохранении высокой экономичности системы охлаждения.

Таблица 1

**Интенсифицированные маслоохладители**

Типоразмерный ряд	Разработчик
Маслоохладители с перегородками типа «диск-кольцо»	
МБ-20-30 (МБ-30-20); МБ-25-37 (МБМ-25-37); МБ-40-60 (МБМ-40-60); МБ-63-90 (МБМ-63-90)*	завод «Красный гидропресс»
МБ-50-75; МБ-90-135 (МБМ-90-135); МБ-190-250; МБ-80-500	ПО «Харьковский турбинный завод»
МО-10; МО-16 (МО-16-2); МО-20	АО «Калужский завод»
МБ-2; МБ-3; МБ-5; МБ-8	ПО «Невский завод»
Маслоохладители с сегментными перегородками	
М-240, М-45	ПО «Уральский турбомоторный завод»
МА-6; МА-8; МА-10; МА-16; МА-35	«Энергомаш»
МО-2	АО «Калужский завод»
Продольно-оребрённые маслоохладители	
МБРГ-200; МБРГ-320; МБРГ-400; МБРГ-500; МБРГ-600 и МБРГ-800 (цифра – производительность по маслу, м <sup>3</sup> /ч)	НПО ЦКТИ и Институт технической теплофизики НАН Украины
Маслоохладители с петьельным оребрением	
М-240М; М-540	ПО «Ленинградский машиностроительный завод»
Маслоохладители с накатным оребрением	
МРУ-3; МРУ-6; МРУ-10; МРУ-19; МРУ-35	ПО «Невский завод»

\*Цифры в обозначениях марок маслоохладителей показывают: первая – примерную площадь поверхности теплообмена, м<sup>2</sup>; вторая – примерный расход масла, м<sup>3</sup>/ч.

Для интенсификации теплопередачи в мазутоподогревателях применяют оребренные трубы типа ПМР. Топливо (рабочая среда) протекает в коаксиальных каналах нагревательных элементов, которые образуются кольцевыми трубами. В кольцевом канале на поверхности внутренней трубы устанавливают продольные пластинчатые ребра. Число труб в последующих ходах изменяется пропорционально уменьшению вязкости мазута при подогреве жидкости, что позволяет, не увеличивая сопротивления соответствующих участков (ходов), допустить на них более высокие скорости нагреваемой жидкости.

Повышение скорости мазута способствует сокращению отложений на поверхности труб и ребер этих участков, увеличивает коэффициенты теплопередачи. В табл. 2 приведены методы интенсификации теплообмена, которые могли бы найти применение в рассматриваемых ТА. В табл. 3 приведены уже отобранные по табл. 2 целесообразные методы интенсификации для рассматриваемых ТА и показатели, которые будут увеличиваться при применении таковых методов.

Таблица 2

**Методы интенсификации теплообмена**

1. Уменьшение толщины теплопередающей стенки, повышение ее теплопроводности, а также предотвращение загрязнений на ней.
2. Применение поверхности теплообмена эффективной формы, изменение формы и режима движения теплоносителя (создание искусственной турбулизации).
2.1. Воздействие на пристенную область течения (разрушение и обновление пограничного слоя) с помощью различных турбулизаторов: ДШП (поперечная кольцевая, винтовая накатки, спирально-проволочные вставки, пластинчатая спиральная вставка, витые трубы, внутренняя резьба, внутреннее винтовое пристенное оребрение); смерчевого эффекта (нанесения на поверхность рельефа – множества лунок); прерывистых поверхностей (криволинейные, рифленые, волнистые и т. д.).

<p>2.2. Придание потоку жидкости вращательно-поступательного движения.</p> <p>2.2.1. Непрерывная закрутка потока скрученными лентами или шнековыми завихрителями, винтовыми, лопаточными и пластинчатыми закручивателями, расположенными по всей длине трубы.</p> <p>2.2.2. Местная закрутка потока аксиально-лопаточным завихрителем.</p> <p>2.2.3. Винтовой турбулизатор или спиральные ребра, устанавливаемые снаружи трубы.</p> <p>2.3. Применение различного оребрения (стальные спирально-ленточные, KLM, накатные алюминиевые, пельтено-проволочные ребра, продольное приварное желобчатое оребрение из стальной ленты и т. д.). Пластическая разрезка или расчленение ребер на короткие пластинки-сегменты различной формы с отгибкой кромок (интеграл, полуинтеграл, зигзаг, короткая насечка).</p>
<p>3. Уменьшение геометрических размеров тел (труб и каналов).</p>
<p>4. Увеличение скорости движения рабочей среды.</p> <p>4.1. Применение профильных труб (различной обтекаемой формы). Коэффициенты теплоотдачи при одних и тех же затратах мощности на сопротивление в среднем на 10–20% выше наиболее эффективного гладкотрубного шахматного пучка</p>
<p>5. При естественной циркуляции и ламинарном течении жидкости угол наклона трубы от 15...45°</p>
<p>Методы теплообмена, используемые при конденсации</p> <p>1. Перевод процесса конденсации с пленочного режима в капельный.</p> <p>1.1. Применение гидрофобных покрытий (кремнийорганические покрытия, органические и неорганические соединения, ультратонкий слой благородных металлов или тонкая пленка полимеров). Интенсификация теплообмена при капельной конденсации с использованием гидрофобизаторов по сравнению с режимом пленочной конденсации в зависимости от параметров процесса возрастает на 80–150%. Коэффициент теплопередачи может быть увеличен на 35–70%.</p> <p>1.2. Периодической или непрерывной инъекцией стимулятора капельной конденсации (дисульфиды, полифторалкилдисульфид, кремнийорганические жидкости ГКЖ-90, ГКЖ-16, ГКЖ-94, машинное масло, керосин и др.) в рабочее тело цикла, в результате которой на поверхности образуется прочная гидрофобная мономолекулярная пленка.</p> <p>2. Уменьшение толщины пленки конденсата.</p> <p>2.1. Применение дискретно-шероховатых поверхностей.</p> <p>2.2. Кольцевые и спиральные накатки. Применение данного способа при конденсации пара на наружной поверхности горизонтальных труб дает увеличение коэффициента теплообмена в 1,8–2,65 раза, причем тем больше, чем глубже канавки, чем меньше их шаг и чем меньше радиус закругления выступающих частей труб. При конденсации пара на наружной поверхности вертикальных труб интенсификация ниже: она составляет 1,3–1,5 для неподвижного пара и 1,9–2,8 для движущегося пара.</p> <p>2.3. Продольная накатка или трубы с проволочным продольным оребрением позволяют увеличить коэффициент теплообмена в 1,4–1,6 раза.</p> <p>2.4. Мелкорребристые и волнистые трубы. Эффективность теплообмена для вертикальных мелкорребристых труб может увеличиваться в 10 раз.</p> <p>2.5. Применение профильных витых труб увеличивает коэффициент теплообмена на 15%, гидравлическое сопротивление возрастает на 40–60%.</p> <p>2.6. Применение продольно-профилированных трубок ППТ дает увеличение коэффициента теплоотдачи в 3,5 раза по сравнению с гладкой трубой.</p> <p>2.7. Применение трубок двойного профиля ТДП (получаемые нанесением на ППТ винтовой накатки). В зависимости от удельной паровой нагрузки теплоотдача со стороны конденсирующегося пара на ТДП на 81–150 % выше, чем на ППТ. Увеличение коэффициента теплоотдачи по сравнению с ППТ составляет в среднем 45%; по отношению к гладкой трубке – не превышает 180%.</p> <p>2.8. Закрутка потока или вращение поверхности теплообмена.</p> <p>2.9. Вибрация поверхности, расположение трубного пучка под наклоном.</p>

Таблица 3

**Целесообразные методы интенсификации теплообмена**

<p>1. При течениях высоковязких сред (ламинарная область), где велики затраты энергии на прокачку жидкости и малы значения чисел Нуссельта предлагаются:</p> <p>1.1 поперечная кольцевая накатка (<math>d/D = 1,875</math> теплообмен улучшается в 3,5 раза по сравнению с гладкой трубой);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• наибольшая интенсификация наблюдается при <math>S/D = 0,66</math>, если имеется запас мощности насосов рекомендуется относительная высота накатки <math>d/D=0,8</math>, при этом рост эффективности теплоотдачи превышает рост гидравлического сопротивления в зависимости от <math>Re</math> в 1,25–3 раза;</li> </ul> <p>1.2 спиральная накатка (с шагом <math>S/D = 1</math> теплообмен улучшается в 3,2 раза);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• при <math>S/D = 1,79</math> и относительной высоте <math>d/D = 0,79</math> рост эффективности теплоотдачи превышает рост гидравлического сопротивления для режима малых <math>Re</math> на 10–15%, для больших значений <math>Re</math> на 25%;</li> </ul> <p>1.3 ленточные и шнековые завихрители (с большими углами закрутки потока <math>\varphi = 75^\circ</math> теплообмен увеличивается в 2 раза);</p> <p>1.4 спирально-винтовые проволочные вставки;</p>
---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• темп роста гидравлического сопротивления превалирует над темпом роста интенсивности теплообмена, рекомендуются если имеется запас мощности нагнетателей (несложно установить в существующие на ТЭЦ маслоохладители и мазутоподогреватели, тем более что гидравлическое сопротивление составляет небольшую долю общего сопротивления). Степень интенсификации составляет 4,5–6,8 по сравнению с гладкотрубным подогревателем, сопротивление превышает сопротивление гладкотрубного пучка на 100–250%.</li> </ul>
2. При переходных и турбулентных режимах движения жидкости: 2.1 спиральная накатка $S/D=1$ в 2,8 раза; 2.2 шнековый завихритель $\varphi = 75^\circ$ в 2,5 раза; 2.3 поперечна накатка $d/D=0,875$ в 2,3 раза; 2.4 проволочный спиральный завихритель $S/D = 0,724$ в 1,9 раза.

Из табл. 3 видно, что применение различных методов интенсификации теплообмена в рассматриваемых ТА реально приводит к увеличению термодинамических и энергетических показателей теплообменного оборудования.

Хочется отметить, что в настоящее время недостаточно используются современные методы интенсификации теплообмена на производстве, что приводит не только к экономическим потерям, но и тормозит совершенствование выпускаемых образцов новой техники [3]. Повышение технического уровня теплообменного оборудования посредством интенсификации теплообмена улучшает общие характеристики теплоэнергетических установок. На настоящем этапе развития энергетики при использовании современных конструкционных сталей возможности повышения тепловой экономичности ПГУ и другого оборудования путем совершенствования тепловой схемы, повышения начальных параметров пара и КПД турбин и котлов практически исчерпаны. Снижение удельного расхода топлива существенно зависит от совершенства вспомогательного (теплообменного) оборудования энергоустановок. Поэтому интенсификация теплообмена служит мощным средством повышения эффективности не только теплообменного оборудования, но и теплоэнергетической установки в целом.

### Литература

1. Назмеев Ю.Г., Лавыгин В.М. Теплообменные аппараты ТЭС. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 260 с.
2. Светлов Ю.В. Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах с турбулизаторами потока. Теория, эксперимент, методы расчета. – М.: Энергоатомиздат, 2003. – 304 с.
3. Ильин Р.А., Лиджи-Горяев Р.А. Современные проблемы энергосбережения в производстве // Путь науки. – 2015. – № 1(11). – С. 36–38.

УДК 532.529

**А.Н. Шулюпин<sup>1</sup>, А.А. Чермошенцева<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Институт горного дела ДВО РАН,  
Хабаровск, 680000  
e-mail: ans714@mail.ru;*

<sup>2</sup> *Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: allachermoshentseva@mail.ru*

## **ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ПИТАЮЩЕГО ПЛАСТА ПАРОВОДЯНОЙ СКВАЖИНЫ ПО ДАННЫМ ИЗМЕРЕНИЙ НА УСТЬЕ**

В работе поставлена задача оценки возможности определения расчетных характеристик питающего пласта пароводяной скважины на основании исходных данных, полученных в результате измерения устьевых параметров. Разработана методика оценки предельного значения водопроводимости, определяемого погрешностью измерения энтальпии, выше которого изменения забойного давления будут находиться в пределах погрешности его расчетного определения. Показано, что для действующих эксплуатационных скважин Паужетского и Мутновского месторождений предельные значения ниже значений, определенных в ходе разведки месторождений, т. е. использование устьевых значений для расчета характеристики пласта неприемлемо.

**Ключевые слова:** пароводяная скважина, питающий пласт, забойное давление, пароводяное течение, математическая модель, расход, энтальпия.

**A.N. Shulyupin<sup>1</sup>, A.A. Chermoshentseva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Institute of Mining FEB RAS,  
Khabarovsk, 680000,  
e-mail: ans714@mail.ru;*

<sup>2</sup> *Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: allachermoshentseva@mail.ru*

## **THE EVALUATION OF THE CHARACTERISTICS CALCULATION FOR THE SUPPLY LAYER OF STEAM-WATER WELLS POSSIBILITY USING MEASUREMENT DATA ON THE WELLHEAD**

The task of work is to evaluate the possibility of determining design characteristics of the supply layer of steam-water wells based on initial data obtained by measuring the wellhead parameters. The method of estimating of limit water conductivity is developed. It is determined by measurement accuracy of enthalpy above which the changes of bottomhole pressure will be within error of its calculated definition. It is shown that for existing wells of Mutnovka and Pauzhetka fields the limit values are lower than the values determined in the course of exploration, i.e., use of wellhead values to calculate characteristics of the layer is unacceptable.

**Key words:** steam-water well, layer of supply, bottomhole pressure, steam-water flow, mathematical model, flow rate, enthalpy.

Геотермальная энергетика является динамично развивающимся направлением мировой энергетике [1]. По мере роста суммарной мощностей геотермальных электрических станций (ГеоЭС) растет актуальность исследований, связанных с повышением эффективности использования имеющихся скважин [2].

В развитии данного направления Камчатский край является лидером среди регионов России. Здесь сосредоточено более 90% установленной мощности отечественных ГеоЭС. В настоящее время геотермальная энергетика Камчатки вынуждена конкурировать с другими направлениями, имеющими дотационную поддержку, что повышает актуальность вопросов эффективности использования располагаемых материальных ресурсов, включая скважины.

Важным вопросом, определяющим возможность устойчивой работы скважин, является получение практической характеристики питающего пласта, представляющую собой зависимость расхода добываемого теплоносителя от забойного давления. Получение такой характеристики для пароводяных геотермальных скважин имеет существенные сложности. В отличие от обычных водяных скважин, измеряемое давление на устье не имеет однозначной взаимосвязи с забойным давлением. Непосредственное измерение на забое представляет сложную задачу, а в некоторых случаях технически невыполнимую. В представленной работе авторы исследуют возможность расчетного определения характеристик питающего пласта пароводяной геотермальной скважины по данным измерений, произведенных на устье.

Рассмотрим пласт с однофазным флюидом (уровень начала парообразования находится в стволе скважины). В работе В.А. Дрозина [3] описан способ определения зависимости забойного давления от расхода: по значениям давлений и расходов, измеряемых на устье, рассчитывается понижение уровня столба воды, выступающего аналогом понижения давления на забое. Расчеты были проведены для характеристики пласта скважин Паужетского месторождения. Но этот способ не нашел широкого применения ни в мировой, ни в отечественной практике. В частности, авторы настоящей работы пытались применить его для скважин Паужетского и Мутновского месторождений (Камчатка). Результаты расчетов давали значительный разброс давлений на забое, что могло быть объяснено исключительно погрешностью метода определения. В этой связи была поставлена задача оценить возможность использования расчетного определения забойного давления на основе данных устьевых измерений при определении характеристики питающего пласта.

На точность расчета забойного давления по данным измерений на устье влияют погрешность используемой расчетной методики и погрешность определения исходных данных. Полностью оценить погрешности такого определения весьма затруднительно, и вероятно, в принципе невозможно. В работе [4] отмечено, что для скважин однофазным флюидом, в определении общей погрешности расчета наиболее существенную роль играет погрешность измерения энтальпии на устье, которая используется как исходная величина. Проведем оценку влияния этой погрешности на результаты определения давления на забое.

Метод сепарации, описанный в [5, 6] является наиболее точным методом для измерения расхода и энтальпии пароводяной смеси. Для его реализации имеется широкая линейка сепараторов [7]. По опыту работы на стенде «Камчатскэнерго» [8], с учетом метрологической экспертизы стенда, при соблюдении максимальных требований к точности измерения параметров отдельных фаз, для измерения энтальпии методом сепарации максимальная погрешность составляет 3%.

Рассмотрим усредненную скважину Паужетского месторождения, эксплуатирующихся в настоящее время. Для принятой энтальпии 800 кДж/кг давление на уровне начала парообразования рассчитанное по термодинамическим свойствам воды на линии насыщения [9] составляет 12,1 бар, плотность воды (при однофазном течении) - 878 кг/м<sup>3</sup>. С учетом погрешности в 3% разброс в определении энтальпии составляет 776–824 кДж/кг (т.е. ±24 кДж/кг). Давление на уровне начала парообразования при этом дает значения 10,7–13,6 бар, значения плотности воды - 884–873 кг/м<sup>3</sup>.

При среднем градиенте давления на пароводяном участке 2500 Па/м для скважин с принятой энтальпией [4] максимальное отклонение давления в меньшую сторону приводит к уменьшению расчетной длины участка пароводяного течения на 56 м, в большую сторону - к увеличению на 58 м.

Отклонение забойного давления представляет собой сумму давлений на уровне начала парообразования и гидростатического давления воды на участке однофазного течения:

$$\delta p_b = \delta p_0 + (\rho + \delta\rho)g\delta L + \delta\rho gL, \quad (1)$$

где  $\delta p_b$  – отклонение от действительного значения забойного давления,  $\delta p_0$  – отклонение от действительного значения давления на уровне начала парообразования,  $\rho$  – действительная плот-

ность воды,  $\delta\rho$  – отклонение от действительного значения плотности воды,  $g$  – ускорение свободного падения (модуль),  $L$  – длина участка однофазного течения (высота столба воды над пластом),  $\delta L$  – отклонение от действительного значения  $L$ .

Проведем расчеты по формуле (1), пренебрегая последним членом правой части, что оправдано при небольших участках однофазного течения. При максимальном отклонении энтальпии в меньшую сторону  $\delta p_0 = -140$  кПа,  $\delta\rho = 6$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta L = 56$  м, и для отклонения давления на забое получаем 3,5 бар. Аналогично, для отклонения энтальпии в большую сторону  $\delta p_0 = 150$  кПа,  $\delta\rho = -5$  кг/м<sup>3</sup>,  $\delta L = -58$  м, получаем – 3,5 бар. То есть, диапазон изменения забойного давления, рассчитанный по соответствующему разбросу энтальпии в пределах погрешности измерения, дает 7,0 бар. А в случае учета последнего члена правой части (1) это значение еще возрастет.

Стационарный приток в скважину с однофазным флюидом описывается формулой Дюпюи [10]:

$$G = \frac{2\pi km\Delta p}{g \ln(R_0/R)}, \quad (2)$$

где  $G$  – массовый расход воды,  $km$  – водопроницаемость пласта;  $\Delta p$  – изменение (снижение) забойного давления,  $R$  – радиус скважины,  $R_0$  – радиус воронки депрессии (радиус влияния выпуска из скважины).

Откуда водопроницаемость пласта:

$$km = \frac{G \cdot g \cdot \ln(R_0/R)}{2\pi \cdot \Delta p} \quad (3)$$

Для эксплуатационных скважин Паужетского месторождения возьмем следующие типовые значения  $R = 0,095$  м,  $R_0 = 1000$  м и массовый расход (максимальный)  $G = 50$  кг/с. Снижение давления будем считать равным его вариации, вычисленной с учетом погрешности определения энтальпии. Рассчитывая по (3), получим предельное значение водопроницаемости  $1,04 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с (90 м<sup>2</sup>/сут). При этом изменение забойного давления в процессе выпуска будет соответствовать погрешности его определения. При большей водопроницаемости снижение забойного давления в ходе выпуска будет меньше погрешности его определения, вызванной погрешностью измерения энтальпии. Отметим, что для Паужетского геотермального месторождения продуктивный пласт имеет водопроницаемость 190–450 м<sup>2</sup>/сут [11], значит для скважин этого месторождения с однофазным питающим флюидом вести расчет характеристики пласта по данным измерений на устье не следует.

В работе [3] содержатся характеристики скважин, пробуренных на стадии разведки месторождения. По своим параметрам, включая энтальпию теплоносителя, они существенно уступают скважинам, эксплуатирующимся в настоящее время. А вариации давления на забое зависят именно от этого (базового) значения энтальпии. Для энтальпии 600 кДж/кг рассчитанные по [9] давление на уровне начала парообразования составляет 3,9 бар, плотность воды – 923 кг/м<sup>3</sup>. При изменении энтальпии в пределах 3% от исходного значения ее вариация составляет 582–618 кДж/кг. При этом давление на уровне начала парообразования дает разброс 3,45–4,35 бар, а плотность воды – 927–920 кг/м<sup>3</sup>.

Средний градиент давления на пароводяном участке для скважин с принятой энтальпией [4], составляет 3800 Па/м. При этом максимальное отклонение давления дает изменение длины участка пароводяного течения на 24 м (уменьшение на 12 м при снижении давления и на 12 м увеличении при повышении давления).

Формула (1) и в меньшую и большую стороны дает по 0,6 бар. Соответственно, получаем диапазон изменения давления на забое 1,2 бар. Определяя оценку предельного значения водопроницаемости по формуле (3) при прочих одинаковых значениях получаем  $6,05 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/с (523 м<sup>2</sup>/сут). Это охватывает диапазон реальных значений на месторождении. То есть для скважин с низкой энтальпией применение данного способа вполне оправдано.

Ожидаемо, при увеличении значений энтальпии скважин, возможности расчетного определения характеристик пласта будут снижаться. Так, для скважин Мутновского месторождения соответствующее значению энтальпии 1100 кДж/кг, рассчитанное по [9] для него давление

на уровне начала парообразования составляет 41,8 бар, плотность воды – 795 кг/м<sup>3</sup>. Изменения в пределах 3% дают разброс энтальпии от 1067 до 1133 кДж/кг. При этом разброс значений давления на уровне начала парообразования составляет 37,2–46,6 бар, а плотность воды 805–785 кг/м<sup>3</sup>.

Аналогично, при среднем градиенте давления на пароводяном участке 2500 Па/м, отклонение давления в меньшую сторону приведет к уменьшению длины участка пароводяного течения на 184 м, а в большую сторону приведет к его увеличению на 192 м.

Формула (1) при вариации энтальпии в меньшую сторону дает давление 9,9 бар, в большую – 10,0 бар. Тогда разброс давления на забое составит 19,9 бар. При прочих равных величинах аналогичная оценка предельного значения водопроницаемости, вычисленная по формуле (3), дает значение  $3,65 \cdot 10^{-4}$  м<sup>2</sup>/с (32 м<sup>2</sup>/сут).

Питающие пласты Мутновского и Паужетского месторождения схожи по своей структуре и имеют близкие значения водопроницаемости, а расчетное значение получилось на порядок меньше реальных, в этой связи делаем вывод, что для скважин Мутновского месторождения, питающихся однофазным теплоносителем, расчетное определение характеристики пласта по данным устьевых измерений неприемлемо.

Рассмотрим пласт с двухфазным флюидом.

На Мутновском и Паужетском месторождениях имеются скважины, питающиеся двухфазным флюидом, это подтверждают расчеты и натурные эксперименты [4, 12]. В связи с тем, что зависимость расхода и давления на верхней и нижней границе области питания скважины могут существенно отличаться, для скважин с двухфазным флюидом необходимо уточнить понятие характеристики пласта. Область питания может состоять из участков двухфазного и однофазного течения, или же быть чисто двухфазной. Рассмотрим самый простой вариант: возьмем основным, для характеристики пласта, давление на верхней границе области питания скважины, которое при расчетах скважины будет считаться забойным. Тогда, в качестве характеристики пласта будет выступать зависимость давления на указанной границе от расхода.

Получение экспериментальных данные по определению характеристики пласта для таких скважин – задача весьма сложная. Реальная возможность оценить погрешность расчета давления на забое - это провести анализ расчетной методики. Рассмотрим методику, примененную для разработки математической модели, которая реализована в компьютерной программе WELL-4 [12]. Модель WELL-4 является модификацией модели, представленной в [4] с расширением диапазона применимости в область высоких расходов и энтальпий.

В работе [4] указано, что средняя погрешность расчетов при определении среднего градиента давления на пароводяном участке составляет 8%. Максимальную погрешность расчетного определения среднего градиента давления на пароводяном участке будем считать вдвое большей, т. е. 16%. Тогда, отклонения расчетных значений от забоя до устья составит 32% от величины перепада давления. Если в результате расчетного определения давления на забое для различных устьевых расходных параметров, полученных в результате испытания скважин, диапазон его изменения не будет существенно превышать указанную величину, то расчетное определение характеристики пласта будет невозможным [13].

Расчет забойного давления по данным испытаний скважин Паужетского и Мутновского месторождений, находящихся в эксплуатации, показал, что указанному условию соответствуют только данные по скважине 106 на Паужетском геотермальном месторождении (испытание 1977 г.). До глубины 198 м эта скважина имеет обсадную колонну с внутренним диаметром 0,199 м, ниже (до глубины 811 м) – открытый ствол диаметром 0,19 м. Область питания расположена на глубине от 198 до 760 м. Устьевые параметры и расчетные значения забойного давления представлены в таблице.

**Скважина 106 Паужетского месторождения**

Устьевое давление, бар	Расход, кг/с	Энтальпия, кДж/кг	Забойное давление, бар
4,9	33,8	846	8,2
5,9	30,4	846	8,9
6,4	25,0	846	9,5
6,8	13,8	846	11,6

Таким образом, проведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что возможности расчетного определения характеристик питающего пласта пароводяной скважины по данным устьевых измерений являются крайне ограниченными. С ростом энтальпии теплоносителя и водопроницаемости пласта становятся неприемлемыми. В частности, для скважин Паужетского и Мутновского геотермальных месторождений, эксплуатируемых в настоящее время, такой способ расчета, за исключением одной скважины, является неприемлемым.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-05-00398-а

### Литература

1. Bertani R. Geothermal power generation in the World 2010–2014. Update report // Proceedings World Geothermal Congress, 2015. – Melbourne, Australia, 19–25 April 2015. – № 01001. – 19 p.
2. Well Stimulation Techniques Applied at the Salak Geothermal Field / R.G. Pasikki, F. Libert, K. Yoshioka, R. Leonard // Proceedings of the World Geothermal Congress, 2010. – Bali, Indonesia. – № 2274. – 11 p.
3. Дроздин В.А. Физическая модель вулканического процесса. – М.: Наука, 1980. – 92 с.
4. Шулюпин А.Н. Течение в геотермальной скважине: модель и эксперимент // Вулканология и сейсмология. – 1991. – № 4. – С. 25–31.
5. The statistical analysis comparison between lip pressure and separator in production well testing at Lahendong and Ulubelu field / M.H. Mubarak, Y.D. Cahyono, S. Patangke, E.E. Siahaan // Proceedings World Geothermal Congress 2015. Melbourne, Australia, 19–25 April 2015. – № 25013. – 7 p.
6. Wormald C.N. Two phase flow measurement // Measurement and instrum. control. – GB, 1984. – P. 61–72.
7. Zarrouk S. L., Purnanto M. H. Geothermal Steam-Water Separators: Design overview // Geothermics. – 2015. – № 53. – P. 236–254.
8. Шулюпин А.Н. Пароводяные течения на геотермальных промыслах. – Петропавловск-Камчатский: Камчат. гос. техн. ун-т, 2004. – 149 с.
9. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара. – М.: Энергия, 1980. – 424 с.
10. Климентов П. П., Кононов В. М. Динамика подземных вод. – М.: Высшая школа, 1973. – 440 с.
11. Результаты многолетней эксплуатации Паужетского геотермального месторождения / Н.П. Асаулова, Л.А. Ворожейкина, Ю.Ф. Манухин, Н.В. Обора // Горный вестник Камчатки. – 2009. – № 2(8). – С. 47–56.
12. Шулюпин А.Н., Чермошнцева А.А. Пароводяное течение в геотермальной скважине // Теплофизика и аэромеханика. – 2015. – Т. 22, № 4. – С. 493–499.
13. Шулюпин А.Н., Чермошнцева А.А., Константинов А.В. О расчете характеристик питающего пласта пароводяной скважины по данным измерений на устье // ГИАБ. – 2016. – № 5. – С. 360–368.

УДК 620.197:629.5.023

**Д.В. Шунькин, С.А. Зайцев, А.Ю. Бессонов, Б.В. Тарабанов, А.П. Ушакевич,  
Г.В. Кузнецов, А.Б. Дороганов**

*Камчатский государственный технический университет  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

### **К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТОРОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ СУДОВ И КОРАБЛЕЙ**

Предложен методический прием для контроля качества подготовки операторов систем защиты от коррозии судов и кораблей. Приведен пример его реализации на судах.

**Ключевые слова:** коррозия судов, защита судов от коррозии, протекторная защита, электроды сравнения, потенциал корпуса судна, измерение потенциала корпуса.

**D.V. Shunkin, S.P. Zaitsev, A.A. Bessonov, B.V. Tarabanov,  
A.P. Ushakevich, G.V. Kuznetsov, A.B. Doroganov**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

### **ON IMPROVING THE TRAINING OF OPERATORS FOR MONITORING PROTECTION SYSTEMS AGAINST CORROSION OF SHIPS**

The methodical reception for quality control of operator training of protection systems against corrosion of vessels and ships is offered. An example of its implementation on ships is given.

**Key words:** corrosion of ships, protecting ships from corrosion, cathodic protection, electrode comparison, hull potential, measurement of potential.

Успешная эксплуатация судов Камчатского флота невозможна без эффективной борьбы с коррозией судов [1], основанной на соблюдении требований нормативных документов [2, 3]. Согласно [2, 3], экипажи судов должны контролировать эффективность работы судовых систем защиты от коррозии, а именно: протекторной защиты (ПЗ) и лакокрасочного покрытия (ЛКП). Однако экипажи судов требования нормативных документов [2, 3] не выполняют. Это обусловлено в первую очередь отсутствием специальной подготовки членов экипажей. Эту проблему можно решить двумя способами: а) ввести в программу подготовки морских специалистов курс «Защита судов от коррозии»; б) использовать результаты научных исследований в области защиты судов от коррозии для самоподготовки членов экипажа. Например, экипажи судов при самоподготовке могут использовать результаты работ [1–28].

В настоящей статье авторы предлагают использовать простой методический прием, позволяющий оценить качество подготовки оператора систем защиты от коррозии судов и кораблей. Сущность этого приема иллюстрируется результатами следующего эксперимента. Измеряли потенциал корпуса судна в одной контрольной точке [13]. При этом использовали мультиметр MASTECH MY62, хлорсеребряный электрод сравнения и электрод, выполненный из щетки для электрических машин [28]. С помощью каждого электрода выполнили 15 измерений потенциала корпуса судна. Затем рассчитали коэффициенты вариации результатов измерений. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Результаты измерения потенциала корпуса судна

№ измерения	Результаты измерения потенциала $U$ , мВ, и их статистической обработки при использовании переносного электрода					
	изготовленного из щетки			хлорсеребряного электрода		
	$U_i$	$U_i - U_{cp}$	$(U_i - U_{cp})^2$	$U_i$	$U_i - U_{cp}$	$(U_i - U_{cp})^2$
1	844	1,6	2,56	921	0,7	0,49
2	844	1,6	2,56	921	0,7	0,49
3	843	0,6	0,36	921	0,7	0,49
4	843	0,6	0,36	920	-0,3	0,09
5	843	0,6	0,36	921	0,7	0,49
6	842	-0,4	0,16	920	-0,3	0,09
7	842	-0,4	0,16	919	-1,3	1,69
8	842	-0,4	0,16	920	-0,3	0,09
9	843	0,6	0,36	920	-0,3	0,09
10	843	0,6	0,36	920	-0,3	0,09
11	842	-0,4	0,16	921	0,7	0,49
12	842	-0,4	0,16	919	-1,3	1,69
13	841	-1,4	1,96	921	0,7	0,49
14	841	-1,4	1,96	920	-0,3	0,09
15	841	-1,4	1,96	920	-0,3	0,09
$\Sigma$	12636	0	13,60	13804	-0,5	6,95
Среднее значение $U_{cp}$ , мВ	842	-	-	920,3	-	-
Дисперсия $S^2$	0,971	-	-	0,496	-	-
Стандартное отклонение $S$	0,986	-	-	0,705	-	-
Коэффициент вариации $V$ , %	0,12	-	-	0,08	-	-

Из результатов эксперимента, приведенных в таблице, следует, что специально подготовленный оператор может выполнить контрольные измерения потенциала корпуса судна с высокой точностью [29]. Если высокая точность измерений потенциала корпуса не достигается, то следует продолжить подготовку оператора.

Литература

1. Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В. Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
2. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200049727> (дата обращения: 07.04.2017).
3. ГОСТ 26501-85 Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 9 с.
4. Обоснование возможности исключения внешнего осмотра систем протекторной защиты стальных корпусов судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.П. Ястребов // Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технология. – 2017. – № 1. – С. 29–38.
5. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, О.А. Белавина // Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технология. – 2017. – № 3. – С. 7–15.
6. Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П. Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1(82). – С. 41–48.
7. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота / О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – Вып. 39. – С. 6–11.
8. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.
9. Обоснование выбора переносного милливольтметра для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, О.Е. Петренко, Д.В. Коростылев, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 36. – С. 12–18.
10. Обоснование выбора необходимого числа параллельных измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов в контрольной точке / В.А. Швецов,

П.А. Белозёров, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, С.А. Малиновский // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2016. – Вып. 35. – С. 40–46.

11. Испытание устройства для проверки правильности показаний хлорсеребряных электродов сравнения / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, В.В. Кириносенко, О.А. Белавина // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2015. – Вып. 31. – С. 47–55.

12. Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2014. Вып. 30. – С. 46–54.

13. Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылев, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.

14. Контроль качества ремонта систем ПЗ и ЛКП на судах типа МРС / О.А. Белов, Д.П. Ястребов, В.А. Швецов, О.А. Белавина // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. (23–25 мая 2017 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 58–59.

15. Оценка эффективности работы научной школы «Защита кораблей и судов от коррозии» / В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, А.Б. Дороганов, С.А. Зайцев, А.Ю. Бессонов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. (23–25 мая 2017 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 125–127.

16. Ястребов Д.П. Внедрение результатов НИР кафедры РЭС на рыбопромысловых судах // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф. (23–25 мая 2017 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 131–132.

17. Обоснование выбора импортных электроизмерительных приборов для контроля систем протекторной защиты корпусов морских судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, В.В. Кириносенко, А.А. Арчибисов, В.А. Пахомов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. (24–26 мая 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 119–120.

18. Дороганов А.Б., Белов О.А. Современное состояние методов и средств измерения электрического поля судов и кораблей // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. (24–26 мая 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 125–127.

19. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромысловых судов / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы седьмой всерос. науч.-практ. конф. (24–26 мая 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 191–193.

20. Швецов В.А. Динамика совершенствования систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов морских судов и методов их контроля / В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Б. Дороганов // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. (24–26 мая 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. – С. 194–195.

21. Швецов В.А. Обоснование необходимости подготовки операторов для контроля режима работы систем электрохимической защиты от коррозии стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: Материалы Седьмой всерос. с междунар. участием науч.-практ. конф. (22–24 марта 2016 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2016. Ч. 1. – С. 187–188.

22. Проверка правильности показаний переносных электродов сравнения на пассажирском судне / Н.В. Адельшина, В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Д.В. Коростылёв, С.А. Малиновский, В.В. Кириносенко, О.А. Белавина // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Шестой всерос. науч.-практ. конф. (21–24 апреля 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 113–115.

23. Оценка возможности использования бытовых мультиметров для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин,

Д.В. Коростылёв, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, В.В. Кириносенко // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Шестой всерос. науч.-практ. конф. (21–24 апреля 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 122–124.

24. Эксплуатация систем протекторной защиты на судах камчатского флота / С.А. Малиновский, П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылёв, В.А. Пахомов, Н.В. Адельшина // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Шестой всерос. науч.-практ. конф. (21–24 апреля 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С.144–146.

25. Испытание устройства для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, П.А. Белозеров, Д.В. Коростылёв, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Шестой всерос. науч.-практ. конф. (21–24 апреля 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 164–166.

26. Обоснование целесообразности использования прибора ДВ-1 для контроля защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Коростылёв, Н.В. Адельшина // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Пятой всерос. науч.-практ. конф. (18–20 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. 2. – С. 9–10.

27. Совершенствование методики контроля защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылёв // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Пятой всерос. науч.-практ. конф. (18–20 марта 2014 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. – Ч. 2. – С. 10–11.

28. Пат. РФ № 2589246. Способ контроля режима работы протекторной защиты стальных корпусов кораблей и судов / Швецов В. А., Адельшина Н.В., Белозеров П.А., Коростылев Д.В., Белавина О.А. / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2015104363/28; заявл. 10.02.2015. опубл. 10.07.2016, бюл. № 19.

29. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200089016> (дата обращения: 18.04.2018).

УДК 620.197:629.5.023

Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, О.А. Белавина

*Камчатский государственный технический университет  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

## **ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНТРОЛЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ СУДОВ РЫБОПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА ОТ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ**

Блуждающие токи являются одним из факторов, способствующих усилению коррозии стальных корпусов морских судов. В статье приведены результаты испытания на судах камчатского флота разработанной авторами методики контроля защищенности стальных корпусов от электрокоррозии. Установлено, что использование этой методики на судах не вызывает у экипажей судов финансовых, организационных и технических затруднений.

**Ключевые слова:** коррозия стальных корпусов судов, блуждающие токи, электрокоррозия, контроль защищенности судов от электрокоррозии.

D.V. Shunkin, V.A. Shvetsov, O.A. Belavina

*Kamchatka State Technical University  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: oni@kamchatgtu.ru*

## **GROUNDS FOR THE POSSIBILITY OF IMPROVING PROTECTION CONTROL OF VESSELS IN THE FISHERY FLEET FROM ELECTROCORROSION**

The wandering currents are one of the factors promoting the increase in corrosion of the steel hulls. The results of testing the technique of protection control of steel hulls from electrocorrosion on the vessels of the Kamchatka fleet developed by the authors are given in the article. It is established that using this technique on vessels does not have any financial, organizational and technical difficulties in crews.

**Key words:** corrosion of steel hulls of vessels, wandering currents, electrocorrosion, protection control of vessels from electrocorrosion.

### **Введение**

Огромное значение для успешной работы рыбопромысловых судов камчатского флота имеет борьба с коррозией судов. Коррозия стальных корпусов судов – одна из главных причин износа судов, снижения их прочности и безопасности [1, 2]. Предупреждение преждевременного износа корпуса судна является повседневной задачей экипажа судна [1–3]. Для решения этой задачи экипажу необходимо осуществлять коррозионный мониторинг корпуса судна [4–6]. При этом экипаж должен контролировать защищенность подводной части корпуса как от электрохимической коррозии, так и от электрокоррозии [1–3]. Существует нормативный документ (НД) [7], который регламентирует контроль защищенности корпусов надводных кораблей от электрокоррозии.

Однако при использовании НД [7], возникают следующие трудности: а) необходим береговой заземляющий контур, а он во многих случаях на местах стоянки судов отсутствует; б) необходима специальная сеть дренажных проводов, для создания которой требуется взаимодействие экипажа судна с береговой службой электроснабжения, а также с экипажами других судов. Таким образом, при выполнении требований НД [7] возникают финансовые, организационные и технические трудности, преодолеть которые экипажи судов во многих случаях не могут.

В работах [1–3] рекомендуются способы прямой и косвенной оценки защищенности корпуса судна от электрокоррозии, вызываемой блуждающими токами, включающие: а) измерение ско-

рости коррозии, «неокрашенной стальной пластины, соединенной с корпусом и погруженной в воду»; б) измерение силы тока «проходящего между корпусом и соединенной с ним стальной пластиной». Эти способы по объективным причинам (трудоемкая подготовка пластины к контролю, дефицит времени у экипажа) не трансформировались в стандартные методики контроля, и поэтому не используются экипажами судов камчатского флота. Поэтому необходимо предоставить экипажам морских судов простую, нетрудоемкую и недорогую методику контроля защищенности корпуса судна от электрокоррозии, вызываемой блуждающими токами.

В статье рассмотрен один из возможных подходов к решению этой задачи. На основании результатов исследований [8–12] авторы предлагают одновременно контролировать защищенность корпуса от электрохимической коррозии [6] и электрокоррозии (термин введен НД [7]), используя при этом одни и те же технические средства: переносной электроизмерительный прибор (мультиметр) и переносной электрод, изготовленный из щетки для электрических машин [12].

**Цель статьи** – обосновать возможность использования экипажами судов камчатского флота разработанной авторами методики контроля защищенности корпуса судна от электрокоррозии.

### Методика эксперимента

Измеряли силу переменного тока в электрической цепи, образованной корпусом судна, электроизмерительным прибором (мультиметр MASTECH MY62), переносным контрольным электродом (площадь контрольного электрода 1 см<sup>2</sup>), изготовленным из электроугольной щетки для электрических машин [12], и водой. Измерения выполняли в шести контрольных точках, выбранных в соответствии с рекомендациями [7, 8]. В каждой контрольной точке выполняли по три измерения силы переменного тока, интервал времени между измерениями примерно 10 секунд [7, 10]. Рассчитали среднее значение результатов измерений и коэффициент их вариации ( $v$ , %). Установили зависимость коэффициента вариации результатов измерения силы блуждающего тока ( $I$ , мА) от ее среднего значения. Данная зависимость приведена на рисунке.



*Зависимость максимального значения коэффициента вариации результатов измерения силы блуждающего тока  $I$ , мА от ее среднего значения*

### Результаты эксперимента и их обсуждение

Из полученной зависимости следует, что предлагаемая авторами методика контроля защищенности корпуса судна от электрокоррозии обеспечивает необходимую точность результатов контроля.

### Заключение

Разработанная авторами методика контроля защищенности корпусов от электрокоррозии может быть внедрена на рыбопромысловых судах камчатского флота.

### Литература

1. Марткович А.М. Борьба с коррозией корпуса судна. – М.: Морской транспорт, 1955. – 170 с.
2. Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В. Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
3. Коробцов И. М. Техническое обслуживание и ремонт флота. – М.: Транспорт, 1975. – 195 с.
4. РД 31.28.10-97 Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200049727> (дата обращения: 07.04.2017).
5. ГОСТ 9.056-75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017> (дата обращения: 20.07.2015).
6. ГОСТ 26501-85. Корпуса морских судов. Общие требования к электрохимической защите. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 7 с.
7. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. М: Военное изд-во, 2002. – 350 с.
8. Обоснование способа выбора контрольных точек для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозёров, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Д.В. Коростылёв, В.А. Пахомов, С.А. Малиновский // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 28. – С. 6–11.
9. Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, О.Е. Петренко, Д.В. Шунькин, В.В. Кирносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2014. – Вып. 30. – С. 46–54.
10. Обоснование выбора необходимого числа параллельных измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов в контрольной точке / В.А. Швецов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, С.А. Малиновский // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 35. – С. 40–46.
11. Швецов В.А. Обоснование необходимости подготовки операторов для измерения потенциала стальных корпусов судов и кораблей / В.А. Швецов, О.А. Белов, П.А. Белозёров, О.А. Белавина, В.В. Кирносенко // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 19–24.
12. Пат. 153280 Российская Федерация, U1 МПК G01N 17/02 (2006.01). Устройство для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов. / Швецов В.А., Белозёров П.А., Шунькин Д.В., Диденко А.А., Луценко А.А., Коростылёв Д.В., Белавина О.А. / заявитель и патентообладатель Камчатский гос. техн. ун-т (RU). – № 2014142289/28; заявл. 20.10.2014. опубл. 10.07.2015, бюл. № 19.

В.А. Ямщиков, О.Г. Нижник

Камчатский государственный технический университет  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: vasya.yamshikov@gmail.com

## ИОНОСФЕРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

В статье рассматривается возможность извлечения электрической энергии из ионосферы, в которой протекают токи на высотах более 100 км над поверхностью Земли. Предполагается построить электростанцию, которая будет находиться на поверхности Земли и черпать энергию из околоземного космического пространства. Принципом работы данной электростанции будет являться преобразование электромагнитной энергии планетарного характера в электрический ток технического назначения.

**Ключевые слова:** ионосфера, токи, электростанция, преобразование, электромагнитная энергия.

V.A. Yamschikov, O.G. Nizhnik

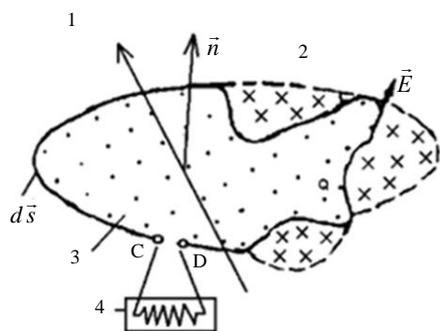
Kamchatka State Technical University  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: vasya.yamshikov@gmail.com

## IONOSPHERIC SOURCES OF ENERGY

The article discusses the possibility of extracting electric energy from the ionosphere, in which currents flow at an altitude of more than 100 km above the Earth's surface. It is planned to build a powerhouse plant that will be located on the surface of the Earth and draw energy from near-earth space. The principle of operation of this power plant will be realized in converting the electromagnetic energy of planetary nature into an electric current for technical purposes.

**Key words:** ionosphere, current, power station, transformation, electromagnetic energy.

Интерес к получению электрического тока из ионосферы возник еще в 1897 г., когда Никола Тесла подал заявки в США и Россию на устройство способное передавать электроэнергию на большие расстояния через ионосферу.



Конфигурация контура

Контур с геомагнитным полем, в котором:

- 1 – переменное магнитное поле;
- 2 – наведенное электрическое поле;
- 3 – поверхность  $A$ ;
- 4 – сопротивление нагрузки  $r$

Ионосфера по своей сути является вечным генератором и аккумулятором электроэнергии, который способен «разряжаться» во время грозы и «заряжаться» солнечным ветром. Поэтому выбор ионосферы, как альтернативного источника энергии очевиден. Требования к такому источнику также хорошо известны: безопасность, потенциальная возобновляемость, экологическая чистота.

В работе «Радиозондирование ионосферы спутниковыми и наземными ионозондами» автор, профессор Н.П. Данилкин, высказывает свою теорию получения электроэнергии из ионосферы [1]. Рассматривается возможность извлечения электрической энергии из ионосферных токов, протекающих на высотах более 100 км над поверхностью Земли. В теории предполагается построить электростанцию, которая будет черпать энергию из околоземного космического пространства. Принципом работы электростанции является преобразование электромагнитной энергии, яв-

ляющей следствием работы сил планетарного характера и сосредоточенной на геомагнитных полюсах и экваторе, в электрический ток технического назначения. Возникновение в электростанции электрического тока, конечное звено в цепочке электромагнитных связей, начинающихся с солнечной вспышки или от других процессов. Источником тока будет электромагнитная индукция, которая является следствием быстропеременных процессов в плазме полярной и экваториальной ионосферы Земли.

Для выражения электромагнитной индукции будем пользоваться законом Фарадея, который имеет вид:

$$\oint E dS + \iint \frac{\partial B}{\partial t} dA = 0$$

где  $E$  – напряженность электрического поля;  $\frac{\partial B}{\partial t}$  – скорость изменения вектора магнитной индукции  $B$ ;  $dA$  и  $dS$  – элементы интегрирования.

Сам контур будет представлен в таком виде:  $d\vec{s}$

### Возможности устройства

Мощность токов, протекающих в ионосфере Земли, во много раз превышает потребности человечества. Если научиться грамотно присоединяться к таким токам, то такой процесс будет экологически чистым и безопасным, так как отбор части мощности не повредит системы, работающими со случайными процессами большой амплитуды.

### Детали устройства

Предлагаемая электростанция будет работать с несколько иными токами, нежели те, которые используются в технике в настоящее время. Прежде всего, потому, что геомагнитное поле на поверхности Земли находится в непрерывном изменении в пространстве и времени, а создаваемые токи по своему значению будут резко отличаться в отдельные временные промежутки.

Рассмотрим каждый из этих факторов по отдельности, применительно к условиям работы и возможностям электростанции.

### Пространственные изменения

В каждый отдельно взятый момент времени структура геомагнитного поля предполагает создание контура, строго определенной конфигурации. Создание такого контура окажется возможным, если на Земле будет разветвленная сеть и устройство, переключающее связи между отдельными элементами контура, создавая необходимый. Коэффициент использования ионосферных токов будет определяться возможностью создания контура необходимой конфигурации, замыкающая площадь с одинаковым вектором при данном элементарном цикле. Рассматривается также возможность создания системы небольших контуров (десятки или сотни километров), действующих как отдельные электростанции.

*Временные изменения.* Через хаотически неопределенные промежутки времени может изменяться не только геометрия контура, но и направления тока в нем. Направлением тока можно пренебречь только в том случае, если он используется в нагревательном элементе. В противном случае ток преобразуется таким образом, чтобы в рабочем элементе он всегда тек в одном направлении.

### Недостатки и достоинства

Самыми главными недостатками данного способа получения электроэнергии на уровне современного технологического развития являются внушительные размеры работающего контура и очевидная дороговизна его создания. Однако достоинства электростанции могут превысить эти недостатки, особенно, если будут открыты новые более удобные для решения данной задачи материалы. К числу преимуществ конвертера как электростанции можно отнести:

1. Теоретически, такая станция, будучи однажды построенной, не будет изнашиваться, и будет функционировать столько, сколько светит Солнце.

2. Технологический процесс извлечения энергии из ионосферы оказывается экологически чистым и безопасным, и даже теоретической возможности вызвать катастрофу не существует.

Такая станция будет выглядеть как огромный тор с проводником, погруженным в сверхпроводящую среду (внутри тора). Также будут подключены специальные приборы для выравнивания колебаний напряжения и других недостатков, связанных с непостоянностью мощности получаемой энергии.

### Современное использование

В наше время по всему миру имеются линии электропередач, которые при внесении в них определенных изменений могут быть использованы уже сейчас. Многие линии электропередач, с точки зрения способа Данилкина недостаточно замкнуты, и не обеспечивают достаточной однородности магнитного потока внутри своих контуров. Однако некоторые простые усовершенствования могут позволить использовать эти линии для получения дополнительной, альтернативной энергии уже сейчас.

### Вывод

На Земле имеется альтернативный, экологически чистый и возобновляемый источник планетарной электромагнитной энергии, непрерывно пополняемый динамическими электромагнитными процессами, берущими начало на Солнце и приходящими на Землю. Уровень современного технологического развития позволяет использовать эту энергию, но ввиду очевидной дороговизны станции маловероятно, что она будет построена в наше время.

### Литература

1. Данилкин Н.П. Радиозондирование ионосферы спутниковыми и наземными ионозондами // Труды Института прикладной геофизики им. акад. Е.К. Фёдорова. – М., 2008 – Вып. 87.
2. URL: <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp>.

**Секция 2. МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ СОЦИАЛЬНОГО,  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО И ПОЛИТИЧЕСКОГО ЗНАНИЯ**

УДК [330.322:639.2/.3](571.66)

**Р.Г. Болотова, Т.И. Кос, Ю.А. Агунович**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: bolotova\_rg@mail.ru*

**ИНВЕСТИЦИИ КАК ИСТОЧНИК ОБНОВЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФОНДОВ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ  
КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

В статье рассмотрены проблемы развития рыбной отрасли Камчатского края. Проведен анализ достигнутых показателей рыбопромышленного комплекса по статистическим данным за период 2009–2016 годы. Для обоснования влияния различных факторов на развитие отрасли произведены расчеты коэффициента линейной регрессии, выявлена существенная зависимость скорости обновления основных производственных фондов отрасли и роста объемов производства товарной продукции от объемов реальных инвестиций.

**Ключевые слова:** инвестиции, рыбохозяйственный комплекс, основной капитал, коэффициент линейной регрессии, основные производственные фонды.

**R.G. Bolotova, T.I. Kos, Y.A. Agunovich**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: bolotova\_rg@mail.ru*

**INVESTMENTS AS A SOURCE OF RENEWAL OF FIXED ASSETS  
IN THE KAMCHATKA FISHERIES ENTERPRISES**

The article deals with the problems of development of the fishing industry in Kamchatka Krai. The analysis of the achieved indicators of the fishing industry according to statistical data for the period 2009–2016 is made. To substantiate the influence of various factors on the industry development, the linear regression coefficient is calculated, a significant dependence of the renewal speed of industry fixed assets and the growth of commodity production on the volume of real investment is found.

**Key words:** investment, fishery industry, fixed capital, linear regression coefficient, fixed assets.

Рыбная отрасль Камчатского края уже на протяжении долгого времени является лидером по объемам добычи (вылова) водных биоресурсов. Доля рыбной отрасли региона составляет 22% от общего вылова по всей России. Рыбная отрасль является ключевой в хозяйственной жизни Камчатского края, определяя направления и динамику развития других секторов региональной экономики. Доля рыбохозяйственного комплекса в объемах промышленного производства региона составляет более 60%, и этот показатель продолжает расти.

Значим вклад отрасли и в финансово-бюджетную сферу региона. Динамика налоговых поступлений в бюджет Камчатского края, а так же налогов, перечисленных предприятиями рыбной отрасли за период с 2011 г по 2017 г. представлен на рис. 1. По данным Министерства финансов Камчатского края об исполнении регионального бюджета и Министерства рыбного хозяйства Камчатского края, об объемах налоговых платежей предприятий РХК, доля рыбохозяйственного комплекса в объеме налоговых доходов возросла с 20% в 2011 г. до 32,8% в 2017 г., с существенным снижением в 2013 г. – до 16%. Таким образом, динамика и тенденции развития рыбной отрасли края являются ключевым фактором не только экономического развития региона, но и финансового обеспечения социальной сферы.

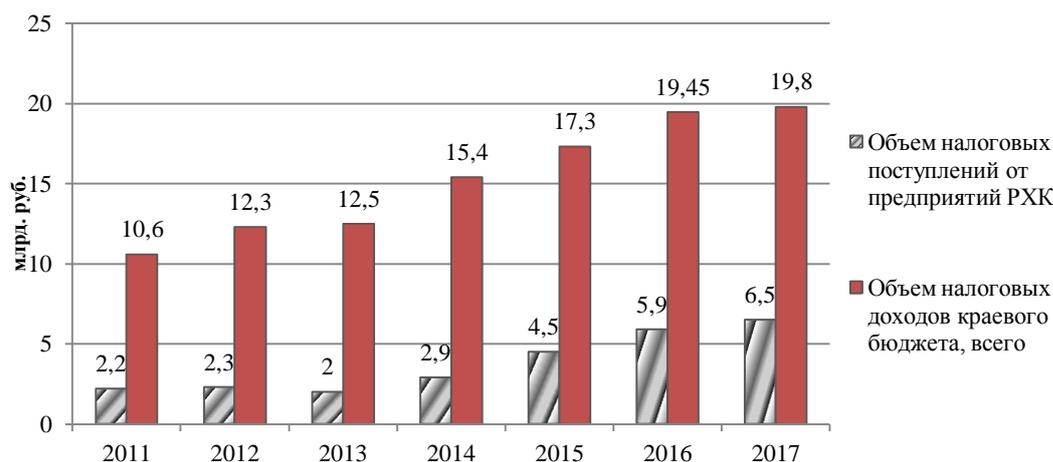


Рис. 1. Объем налоговых поступлений в бюджет Камчатского края, в том числе от предприятий рыбной отрасли с 2011 по 2017 гг. [1]

Несмотря на значимую роль рыбной отрасли, в ее развитии наблюдаются серьезные проблемы, вызывающие высокую потребность в инвестициях – устаревание основных фондов, значительно снижающее эффективность рыбохозяйственного сектора, нехватка собственных денежных средств, связанная с высокой капиталоемкостью отрасли, состояние промыслового флота характеризуется значительным физическим и моральным износом, низким техническим уровнем [2, с. 228]. Несмотря на большое количество проблем, требующих инвестиций, вложение финансовых ресурсов в рыбную отрасль Камчатского края невелико. На рис. 2 представлено соотношение инвестирования в основной капитал предприятий в целом по Камчатскому краю и в основной капитал рыбной отрасли.

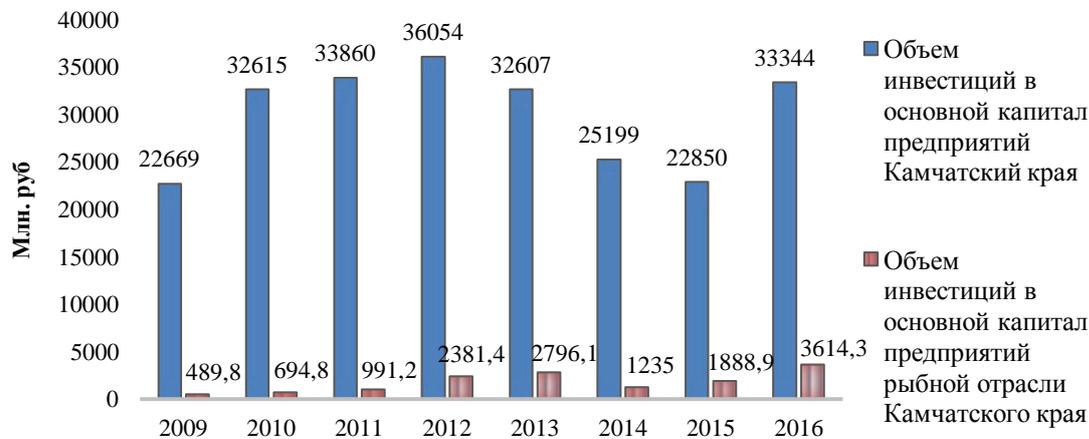


Рис. 2. Соотношение инвестирования в основной капитал предприятий Камчатского края и предприятий рыбной отрасли Камчатского края

Из диаграммы видно, что доля инвестиций в основной капитал рыбодобывающих предприятий очень мала и по объемам примерно равна стоимости основных средств одного не самого крупного рыбодобывающего предприятия. Рыбохозяйственная отрасль требует значительных финансовых вложений на обновление, модернизацию флота и переоборудование обрабатывающего производства, единовременное отвлечение собственных денежных средств в обновление производственных фондов подразумевает их изъятие из оборота, что может отрицательно сказаться на финансировании текущей деятельности [3, с. 86]. На конец 2016 г. степень износа основных фондов рыбохозяйственной отрасли составила 39,1% [4]. Средний возраст крупных добывающих судов – 16 лет (при нормальной эксплуатации 25 лет), больших добывающих судов 24,7 г. (при норме 17–20 лет), средних – 21,9 г. (при норме 15–17 лет), малых – 26,9 лет, маломерных – 22,3 г. (при норме 15 лет). Средний возраст обрабатывающих судов – 19,3 лет (при нормальной эксплуатации 25–30 лет). Приемотранспортные суда в среднем отработали

21,3 г. Так как большинство судов постройки 80-х годов, нормативный срок службы которых или закончен, или близок к завершению, замена выбывающих судов на старые, бывшие в употреблении, не решает проблемы, снижает конкурентоспособность отечественного рыбодобывающего флота, производственный потенциал и, как следствие, рентабельность отрасли [2, с. 228].

На территории Камчатского края функционирует более 500 предприятий, занятых в рыболовстве и рыбопереработке и имеющих в общем количестве более 650 крупно-, средне- и малотоннажных рыбодобывающих судов и 190 рыбоперерабатывающих заводов. По данным Министерства рыбного хозяйства за период с 2008 по 2016 гг. было куплено и модернизировано 16 судов, построено 18 современных заводов [1], что составляет от общего числа 2,5% и 9,5% соответственно.

Основные средства составляют основу производственного потенциала отрасли, их техническое состояние оказывает решающее значение для развития отрасли. С целью выявления влияния состояния основных фондов на объемы произведенной продукции проведен расчет коэффициента линейной регрессии. Данные для расчета представлены в табл. 1.

Таблица 1

Данные для расчета коэффициента линейной регрессии [4–7]

	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Основные фонды по полной учетной стоимости (в фактических ценах на конец года), млн рублей	8 115	9 490	10 998	13 269	12 539	13 430	13 858	17 779
Объем производства рыбо- и морепродуктов, тыс. тонн	714	718	826	913	837	819,95	856	968

По данным расчета выявлено, что коэффициент линейной регрессии составляет 0,95, что свидетельствует о наличии существенной линейной зависимости между стоимостью основных фондов и объемами производства. Таким образом, для более эффективного функционирования отрасли, процесс обновления основных средств должен происходить более интенсивно.

С целью выявления зависимости между инвестициями в основной капитал и объемом производства рыбо- и морепродуктов проведены расчеты коэффициента линейной регрессии по данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

Данные для расчета коэффициента линейной регрессии [4–7]

	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Инвестиции в основной капитал, млн руб.	489,8	694,8	991,2	2 381,4	2 796,1	1 235	1 888,9	3 614,3
Объем производства рыбо- и морепродуктов, тыс. тонн	714	718	826	913	837	819,95	856	968

Коэффициент линейной регрессии между объемом инвестиций в основной капитал рыбохозяйственной отрасли и объемом производства составил 0,8, что также свидетельствует о наличии существенной прямой зависимости между показателями. На рис. 3 и 4 приведена динамика показателей объема инвестирования в рыбную отрасль Камчатского края и объема производства рыбо- и морепродуктов за период с 2009 по 2016 гг.

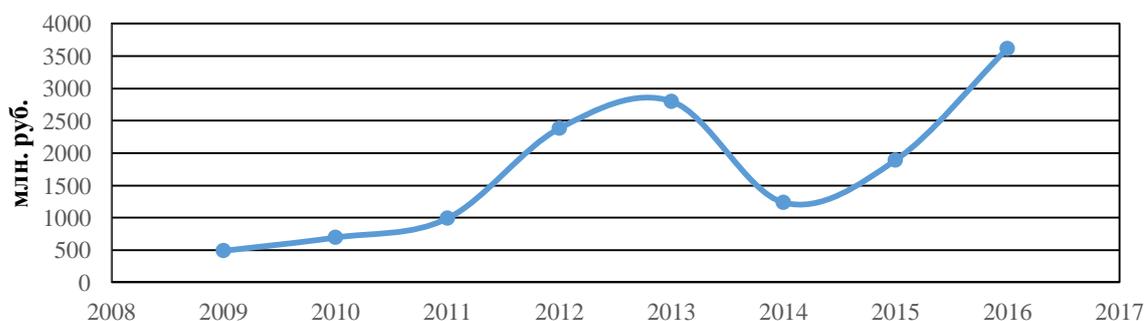


Рис. 3. Инвестиции в основной капитал предприятий рыбной отрасли Камчатского края с 2009 по 2016 гг. [4–7]

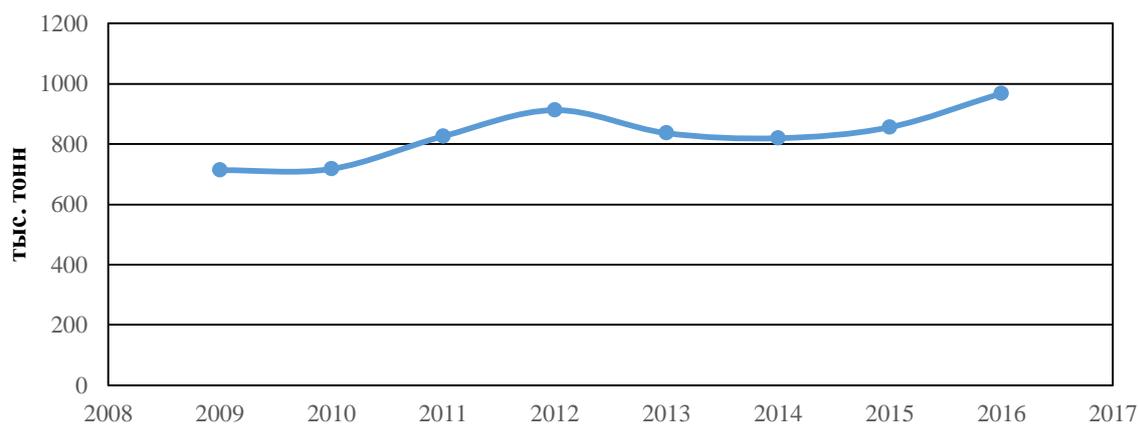


Рис. 4. Объем производства рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае с 2009 по 2016 гг. [4–7]

На графиках видно, что за исследуемый период объем производства рыбо- и морепродуктов увеличивался при росте объема инвестиций в основной капитал и уменьшался, когда суммарный объем инвестиций снижался.

Проведя данное исследование можно сделать следующие выводы. Рыбная отрасль Камчатского края играет важную роль в добыче рыбных ресурсов России и ведущую роль в социально-экономическом развитии Камчатского края. Собственных источников для обновления основных фондов у предприятий отрасли недостаточно, а размер инвестиций в основной капитал рыбохозяйственного комплекса по объемам примерно равен основным средствам среднего рыбопромышленного предприятия. Значительная часть флота и рыбоперерабатывающих мощностей эксплуатируются более 25 лет. Коэффициент линейной регрессии показал наличие существенной прямой зависимости объемов производства рыбопродукции от состояния основных фондов и объемов инвестиций в основной капитал. Из чего следует, что увеличение объема инвестиций в основные производственные фонды отрасли положительно скажутся на ее дальнейшем развитии.

### Литература

1. Официальный сайт Правительства Камчатского края. Министерство рыбного хозяйства Камчатского края [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kamgov.ru/minfish/itogi-raboty-rybohozajstvennogo-kompleksa-kamcatskogo-kraa-v-2010-godu>
2. Еремина М.Ю., Агунович Ю.А. Инвестиции как источник модернизации производства рыбохозяйственных предприятий // Социальные и технические сервисы: проблемы и пути развития: Материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. – Нижегородский гос. пед. ун-т имени Козьмы Минина. – 2018. – С. 226–232.
3. Болотова Р.Г., Агунович Ю.А. Аналитическое обеспечение решений о привлечении заемных средств (на примере предприятий рыбной отрасли) // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – 2017. – Вып. 42. – С. 84–90.
4. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. 2017: Стат. сб. / Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2017. – 55 с.
5. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. 2015: Стат. сб. / Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2015. – 55 с.
6. Камчатский край в цифрах. 2017: Краткий стат. сб./ Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2017. – 216 с.
7. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2017: Стат. сб. / Росстат. – М., 2017. – 1402 с.

УДК 330.34:378

**Н.В. Голубцов, О.В. Федоров**

*Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева  
Нижний Новгород, 603950  
e-mail: fov52@mail.ru*

### **ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭКОНОМИКИ В АСПЕКТЕ ИННОВАЦИОННОГО ИНЖЕНЕРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

Рост энергоэффективности российской экономики является условием ее успешного конкурентоспособного развития. Необходимы инженерно-технические кадры, обладающие компетенциями, соответствующими уровню и масштабам инновационного развития экономики и энергетики. Первостепенное значение приобретает инновационное инженерное образование. Обобщен опыт обеспечения инновационности инженерного образования по различным направлениям и профилям высшего образования.

**Ключевые слова:** экономика, энергоэффективность, инновации, технологии, компетенции, дисциплины, инженерное образование, опорный университет.

**N.V. Golubtsov, O.V. Fedorov**

*Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev  
Nizhny Novgorod, 603950  
e-mail: fov52@mail.ru*

### **ENERGY EFFICIENCY OF ECONOMICS IN THE ASPECT OF INNOVATIVE ENGINEERING EDUCATION**

Energy efficiency of the Russian economy is the condition for its successful competitive development. It requires competent engineering and technical personnel in various industries. The competence of the personnel should correspond to the level and scope of innovative development of economy and energy. Therefore, innovative engineering education is of paramount importance. The experience of providing innovative engineering education is summarized in the article.

**Key words:** economy, energy efficiency, innovation, technology, competence, discipline, engineering education, flagship university.

Мировая цивилизация вступает в период небывалой прежде динамики изменения всех сторон человеческого общества. Человечество сталкивается с новыми вызовами и одновременно получает новые инструменты для их разрешения с учетом инновационных возможностей влияния на экономику. Человечество сможет перейти на очередной уровень развития только при условии нового, более высокого уровня энергообеспечения. Развитие мировой экономики, экономик мировых регионов и отдельных государств сопровождается ростом спроса на энергию и энергоресурсы, изменением структуры и показателей спроса, характера поведения потребителей. Энергетика России, как и мировая энергетика, стоит на пороге больших изменений. По информации официального сайта Минэнерго РФ на Петербургском международном экономическом форуме ПМЭФ – 2017 первый заместитель Министра энергетики РФ заявил о начале энергетической революции [1], которая коренным образом повлияет на возможности развития отечественной и мировой экономики в целом.

Стратегический вектор отечественной энергетики определяет ее инновационное и энергоэффективное развитие на ближайшие годы и перспективу. Министр энергетики РФ в докладе «О развитии энергоэффективности и энергосбережения» на заседании Правительства РФ 19.10.2017 г. отметил, что темпы снижения энергоемкости в последние годы у нас соответствуют среднемировому уровню. Но в целом за 2008-2017 гг. общее снижение энергоемкости составляет всего 13%. Это ниже запланированных цифр, которые должны обеспечить достижение цели, поставленной Указом Президента РФ 2008 г. о снижении к 2020 г. энергоемкости ВВП на 40% от уровня 2007 г.

В качестве объективных причин отставания министр энергетики РФ назвал более низкие темпы роста ВВП за этот период и то, что не удалось достичь запланированных структурных изменений. Тем не менее, внедрение технологического и экологического регулирования в вопросах энергосбережения возведено в ранг государственной политики. Положено начало широкому внедрению наилучших доступных технологий (НДТ), энергоэффективных стандартов строительства, требований к оборудованию. Министром энергетики РФ заявлено о разработке проектов шести справочников НДТ в ТЭК Минэнерго. В октябре 2017 г. утвержден справочник НДТ по энергоэффективности. Важным направлением являются инновационные технологии, способные стать новыми отраслевыми стандартами. По сути, предстоит переход к новому энергетическому укладу, который будет характеризоваться ускоренным развитием технологий в традиционных процессах производства, переработки и транспортировки энергоресурсов и повсеместным внедрением новых цифровых и интеллектуальных технологий. Примером может служить использование цифровых подстанций, «умных» электрических сетей. Это потребует новых технологических компетенций от персонала энергопредприятий, от работников энергетических хозяйств отраслей, отдельных предприятий и учреждений.

Новые качества потребителей энергии потребуются и от ее рядовых пользователей в быту. Тем более, инновационные подходы к рациональному энергообеспечению и энергобезопасности все более активно разрабатываются в различных отраслях экономики, в том числе в сельском хозяйстве. Например, в работе [2] приведены результаты исследования и успешного решения задач обеспечения энергоэффективности аграрного производства в новых экономических и энергетических условиях Республики Беларусь. Представляет интерес подход авторов [2] к информационному обеспечению деятельности по энергосбережению, в том числе предложения по организации постоянно действующих инженерных центров для обучения и переподготовки специалистов в области энергосбережения, оказанию консалтинговых услуг, проведению целевых семинаров. Дело в том, что проблемой обеспечения энергоэффективности экономики любой страны становится не только необходимость совершенствования технической, технологической, экономической грамотности, как энергетиков, так и потребителей энергии, но и преодоление их психологической инертности в условиях динамических изменений во всех сферах человеческой деятельности, во всех отраслях экономики.

В связи с этим Правительством РФ в конце 2017 г. поддержан и внесен в Государственную Думу проект федерального закона, в котором предусмотрен переход к отраслевому принципу формирования требований к программам энергоэффективности. Согласно проекту федерального закона, требования к программам энергосбережения государственных компаний будут формироваться каждым отраслевым ведомством для своей отрасли. Серьезная работа ведется по включению показателей энергоэффективности в государственные программы регионов. По данным [3] к началу 2018 г. 63 % региональных отраслевых государственных программ включали в себя показатели энергоэффективности. Этому предшествовала работа по обучению 34 тысяч государственных и муниципальных служащих по специальным программам.

В то же время, для проведения быстрых и масштабных инновационных преобразований производств, в том числе на предприятиях оборонно-промышленного комплекса, сегодня остро востребованы специалисты инженерно-технологического профиля, способные успешно решать профессиональные задачи. Например, современные нано-био-инфо-когнитивные технологии (НБИК-технологии), в том числе информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) и наукоемкие компьютерные технологии (НКТ), роботизация, цифровизация все более активно используются при разработке энерго- и ресурсосберегающих проектов. В связи с этим должны корректироваться и требования к профессиональным характеристикам современных инженеров, содержанию и характеру инженерного образования. Подготовить конкурентоспособного и востребованного инженера в современных условиях, по нашему мнению, можно только в условиях инновационного инженерного образования. Это позволит обеспечить инженера как специализированными, так и меж- и мультидисциплинарными знаниями, умениями, навыками и компетенциями. Важно и то, что наряду с компетенциями как деловыми качествами, обеспечивающими успешное выполнение профессиональных задач на предприятии, эффективный инженер XXI в. должен одновременно обладать и компетентностью, характеризующей профессионально-технические знания, навыки и опыт согласно требованиям стандартов ФГОС ВО.

Особое значение в системе подготовки инженера XXI в. имеют фундаментальные знания, поскольку именно они позволяют обеспечить большую гибкость образования, профессиональную мобильность инженеров и делают возможной трансформацию их профессиональной подготовки при необходимости. В условиях широкомасштабных и динамичных инновационных преобразований производства, фундаментальные знания не подвержены такому же стремительному устареванию, какое испытывают прикладные знания. На базе фундаментальных знаний инженер имеет возможность пройти без больших проблем переподготовку и получить новую специальность. В то же время, инженер, даже хорошо усвоивший, обучаясь в вузе, прикладные знания, может столкнуться с непреодолимыми трудностями в процессе переподготовки или повышения квалификации, если получил слабую фундаментальную подготовку, будучи студентом вуза. Особенно интенсивно старение профессиональных знаний происходит при смене технологических укладов и, конечно, при смене энергетического уклада. Динамика старения знаний [4] по основным направлениям представлена на рис. 1.

Первостепенное значение для инженера имеет математическая подготовка. Решение научно-технических задач, с которыми сталкивается инженер, невозможно без использования математического аппарата. По меткому высказыванию академика А.Н. Крылова, математика для инженера есть инструмент такой же, как напильник для слесаря. Инженер должен по своей специальности владеть инструментом, но он вовсе не должен уметь его делать, подобно тому, как слесарь не должен сам насекать напильник, но зато должен уметь выбрать тот напильник, который ему нужен. Вместе с тем, инженерная практика способствует развитию самой математики. Постоянно происходит взаимообогащение математических и прикладных дисциплин, что должно находить своевременное отражение в учебных программах, преподаваемых в вузах дисциплин.

Полагаем, что в аспекте кадрового обеспечения перехода к новому энергетическому укладу и энергоэффективной экономике одной из целей инновационного инженерного образования должна стать гармонизация классических положений дидактики и частных методик преподавания дисциплин с динамичными инновационными изменениями в науке, технике, технологиях, производстве, обеспечение соответствия и взаимовлияния образовательных и профессиональных стандартов. Совершенствование и развитие системы высшего образования (ВО) должно быть направлено на технологические прорывы в промышленности, что соответствует идеологии нового стандарта ВО 3<sup>++</sup>. Подготовку, переподготовку и повышение квалификации специалистов для энергоэффективной экономики призвана решить система инновационного инженерного образования.

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева, получившем решением Минобрнауки РФ в 2016 г. статус опорного университета и ставшем интегратором и частью большой системы «образование-наука-промышленность», накоплен определенный опыт реализации инновационных проектов и программ, обеспечивающих повышение уровня инновационности инженерного образования. Выполнение заказных научно-исследовательских и научно-методических работ авторским коллективом, позволило сформировать видение преподавания ряда учебных дисциплин ВО. Продолжение работ, выполняемых по заказам различных министерств и ведомств, позволило сформировать авторскому коллективу видение реновационной деятельности в различных отраслях экономики России. Именно этот вид деятельность отмечен в системной модели формирования профилей для подготовки в сфере ВО на основе «функционально-деятельностного подхода». Данная модель может быть использована при разработке системно-генерированных перечней профилей для направлений подготовки в ВО по укрупненным группам специальностей и направлений 27.00.00 – «Управление в технических

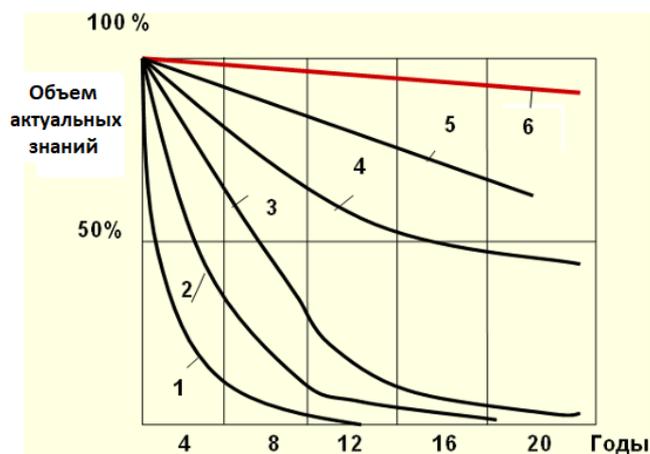


Рис. 1. Динамика старения знаний по ряду направлений:  
 1 – обработка данных; 2 – технологические;  
 3 – отраслевые; 4 – университетские; 5 – школьные;  
 6 – фундаментальные, методологические

системах» Научно-методического центра (НМЦ) Координационного совета федеральных УМО «Инженерное дело». Модель позволяет учитывать различные критерии функциональности и виды инженерной деятельности соответственно требованиям рынка труда. В настоящее время эта группа представлена направлениями: Стандартизация и метрология – 27.03.01; Управление качеством – 27.03.02; Системный анализ и управление – 27.03.03; Управление в технических системах – 27.03.04; Инноватика – 27.03.05. Следует отметить, что в состав членов федерального УМО указанных направлений входят более 170 физических лиц, представляющих 125 организаций.

В соответствии с инструктивными письмами Минобрнауки РФ, предписывающими включить в рабочие учебные планы учебную дисциплину «Управление инновациями» и обеспечить развитие научно-исследовательской и инновационной деятельности в учреждениях высшего образования РФ, авторским коллективом разработано содержание и издан учебник, отражающий основополагающие моменты рекомендаций Минобрнауки РФ. Эта дисциплина призвана повысить уровень знаний выпускников в области организации и управления инновационной деятельностью и сформировать у них компетенции, необходимые для анализа, оценки и синтеза новых идей и инновационных методов при принятии решений в будущей их профессиональной деятельности. Дисциплина и сам учебник ориентированы на инженерные, экономические и педагогические вузы РФ, осуществляющие подготовку по укрупненной группе 27.00.00. Данный учебник получил гриф Министерства РФ «Допущен...».

С учетом системно-аналитических принципов формирования профилей для направлений подготовки бакалавров на основе ФГОС ВО [5], разработана и обобщенная структура учебников (учебных пособий), представленная на рис. 2.



Рис. 2. Обобщенная структура учебной дисциплины

Опыт разработки и практического применения системной модели формирования профилей для подготовки бакалавров, позволил легко адаптировать ее для магистров различных направлений и базовых видов будущей инженерной деятельности (научно-исследовательская, научно-педагогическая, проектно-конструкторская, производственно-технологическая, эксплуатационная и реновационная) [6]. Представленная модель позволяет оперативно учитывать в образовательном процессе регулярно осуществляемые на уровне Президента РФ и Правительства РФ корректировки приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и перечня критических технологий. Например, изменения введенные Указом Президента РФ от 16.12.2015 г. № 623, Постановлением Правительства РФ от 25.10.2014 г. № 1103. Оперативно принимаются к руководству, учитываются, используются как руководящие, методические или рекомендательного характера документы Минобрнауки РФ, Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), материалы других вузов, научных учреждений и других организаций. Важно и то, что среди всех направлений развития науки, технологий и техники, в той или иной формулировке, присутствует энергетика и энергосбережение.

Количество выделяемых часов на конкретную учебную дисциплину может варьироваться в зависимости от направленности высшего учебного заведения, квалификации обучающихся по соответствующей программе – бакалавриат, специалитет, магистратура (некоторые вузы могут присваивать квалификационные степени ВВА/МВА/DBA). Учитывается и степень подготовленности обучающихся (первое образование, второе высшее, после среднего специального, и т. д.).

Объем часов, выделяемых на разделы «Аспекты машиностроения, энергетики, транспорта, оборонно-промышленного комплекса» (разделы III – VI), устанавливается в зависимости от направленности выпускающей кафедры высшего учебного заведения. Форма итогового контроля знаний, также устанавливается кафедрой, ответственной за выпуск, соответствующих специалистов.

В докладе по представленной теме авторами приводится конкретный пример реализации инноваций, охватывающих все отрасли экономики.

### Литература

1. *Текслер А.* Энергетическая революция началась! [Электронный ресурс]. – URL: <https://minenergo.gov.ru/node/8196> (дата обращения: 11.06.2017).

2. Highenergy efficiency area creation in agricultural settlements // Research in agricultural electric engineering / *L. Gerasimovich, V. Dashkov, S. Kostukevich, Y. Lankevich, A. Sinenki.* – 2016. – № 1. – С. 3–7.

3. *Новак А.В.* О развитии энергоэффективности и энергосбережения [Электронный ресурс]: Доклад Министра энергетики РФ на заседании Правительства РФ 19.10.2017 г. – URL: <http://government.ru/news/29712/#novak> (дата обращения: 13.03.2018).

4. *Крюков В.В.* Анализ состояния национальной системы высшего образования и институциональных моделей деятельности университетов // Университетское управление: практика и анализ. – 2013. – № 1. – С. 23–29.

5. Системно-аналитические принципы формирования профилей для направлений подготовки бакалавров на основе ФГОС ВПО / *Ю.С. Васильев, И.Б. Федоров, М.П. Федоров, В.Н. Козлов, С.В. Коршунов, В.Л. Петров.* – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та. 2011. – 86 с.

6. *Васильева Т.В.* О видах домашних заданий по курсу элементарной геометрии // Задачи в обучении математике, физике и информатике: теория, опыт, инновации: Материалы II Международной науч.-практ. конф., посвященной 125-летию П.А. Ларичева / М-во обр. и науки РФ; Вологод. гос. ун-т; Вологод. отд. науч.-метод. совета по матем.; Яросл. гос. пед. ун-т им. К.Д. Ушинского. – Вологда: ИП Киселёв А.В., 2017. – С. 74–79.

УДК 338.4:639.2/.3

**М.Ю. Еремина, Л.А. Петоян**

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ:  
ОЦЕНКА И ФАКТОРЫ ВЛИЯНИЯ**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: marina.eryomina@rambler.ru*

В статье рассматриваются виды эффективности предприятий рыбной отрасли, особенности оценки эффективности на различных уровнях деятельности экономических рыбохозяйственных субъектов, а также выделяются факторы, оказывающее непосредственное влияние на результативность их деятельности.

**Ключевые слова:** эффективность, рыбохозяйственные предприятия, риски, браконьерство, водные биоресурсы.

**M.Y. Eremina, L.A. Petoyan**

**OPERATING EFFICIENCY OF FISHERIES ENTERPRISES:  
ASSESSMENT AND INFLUENCE FACTORS**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: marina.eryomina@rambler.ru*

This article discusses the types of efficiency of fisheries enterprises, characteristics of efficiency assessment at different levels of economic management, as well as provides the factors that have a direct impact on the effectiveness of their activities.

**Key words:** efficiency, fisheries enterprises, risks, poaching, water bio-resources.

Основопологающим принципом развития любых процессов и самой жизни на Земле является достижение наилучшего результата при наименьших затратах ресурсов. Это правило справедливо для всего существующего, в том числе и для явлений в различных отраслях науки. В частности, для экономики этот принцип отражается в понятии эффективности производственной деятельности. Вкратце его можно охарактеризовать так: чем лучше результат предприятия при наименьших затратах, тем более эффективно оно работает.

Рыбная промышленность занимает важное место в экономике России, при этом для Камчатки эта отрасль является одной из основных. Исходя из этого факта, очевидно, что снижение эффективности работы предприятий, занятых в рыбной отрасли, напрямую отразится на экономике края. По данным Федерального агентства по рыболовству, на 28 марта 2018 г. рыбопромышленники освоили 1,28 млн тонн рыбы и морепродуктов, в частности, на Дальнем Востоке вылов составил 922 тыс. тонн, что превышает вылов в других регионах [1].

Под понятием эффективности подразумевается соотношение достигнутых результатов и использованных средств. Существует 4 вида эффективности: экологическая, экономическая, социальная и технологическая. Социальная эффективность показывает, насколько хозяйственная деятельность соответствует потребностям общества и интересам отдельного человека. К показателям социальной эффективности можно отнести: количество созданных мест, уровень заработной платы и социальной стабильности в отрасли, социальные выплаты на 1 работника предприятия и др., а также количество потребления рыбы и рыбопродукции на 1 человека. Без достижения социальной эффективности невозможно достижение предприятием желаемого результата (максимизации прибыли), то есть экономической эффективности, которая как раз таки

и представляет собой соотношение финансового результата и расходов, связанных с производственной деятельностью рыбопромышленного предприятия. В тоже время, если предприятие неэффективно, то удовлетворить потребности социума оно не сможет.

Экологическая эффективность представляет собой достижение результатов, связанных с контролем предприятия воздействия на окружающую среду. Эффективное управление теми аспектами деятельности, которые оказывают наибольшее воздействие на окружающую среду (промысловая нагрузка, выброс отходов производства, переработки рыбопродукции и ГСМ в водный бассейн, др.) способствует повышению экологической эффективности.

Технологическая эффективность, которая также составляет основу экономической эффективности рыбопромышленных предприятий, показывает степень эффективности организации производства, то есть достижение максимального возможного объема выпуска продукции при заданном количестве водных биоресурсов. Именно достижение технологической эффективности заставляет предприятия РХК прибегать к совершенствованию производственного процесса за счет внедрения новых ресурсосберегающих технологий, нового современного оборудования, новых промысловых судов, способствующих повышению производительности труда, безотходности производства, количества и качества произведенной рыбопродукции, и, как следствие, повышению как социальной, так и экологической эффективности.

Таким образом, можно сделать вывод: все виды эффективности взаимосвязаны и взаимозависимы между собой, что наглядно показывает ромб эффективности деятельности предприятий РХК (рис. 1).

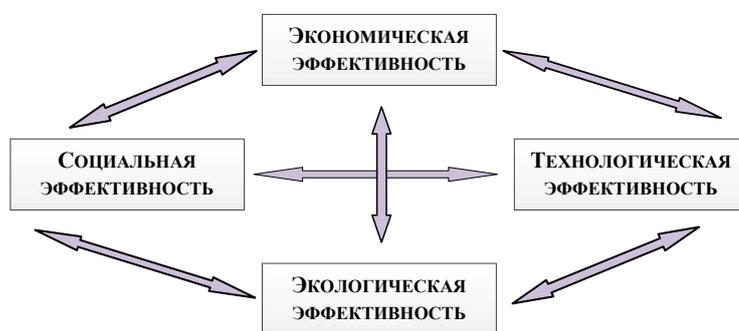


Рис. 1. Ромб эффективности деятельности предприятий РХК

Оценку экономической эффективности деятельности рыбохозяйственных предприятий следует проводить на основе статистической информации, предоставляемой Федеральной службой госстатистики, Федеральным агентством по рыболовству, региональными органами власти, и на основе финансовой отчетности, предоставляемой самим предприятием.

Е.В. Левкина, М.Е. Василенко предлагают всю группу показателей для оценки эффективности деятельности рассматривать через призму макро-, мезо- и микроуровней деятельности рыбохозяйственных экономических субъектов [2, с. 5] (табл. 1).

Следует отметить, что группа показателей будет наиболее полной, если рассматривать эффективность деятельности российских предприятий на мегауровне, позволяющем оценить значимость вклада рыбной отрасли Российской Федерации в формирование валового мирового продукта. В данном случае, источником для оценки является статистическая информация международных экономических организаций (ФАО, ВТО, МВФ и т. д.), а также международных рыбохозяйственных организаций (ИКЕС, НАСКО, ИБСФК, НАФО АНТКОМ и т.д.), членом которых является Российская Федерация.

Таблица 1

**Показатели эффективности развития рыбохозяйственного комплекса**

Уровень	Показатель
Мегауровень	Доля рыбной отрасли Российской Федерации в мировом вылове водных биоресурсов и производстве рыбопродукции
	Доля рыбной отрасли Российской Федерации в ВМП
Макроуровень	Динамика финансового результата отрасли
	Доход рыболовства, приходящийся на душу населения
	Индекс рыболовства в среднем доходе
	Доля рыбной отрасли в общем объеме ВВП, ВРП
	Доля налоговых поступлений РХК в бюджет
	Доля занятых в РХК по РФ в сравнении с другими отраслями
Мезоуровень	Средняя заработная плата в рыбной отрасли в сравнении с общероссийской
	Относительная доля регионов ДВФО в общем улове России
	Прирост объема разведенных запасов и потенциала добычи водных биоресурсов

Уровень	Показатель
Мезоуровень	Прирост объема добычи водных биоресурсов
	Доля проконтролированных объемов добычи водных биоресурсов
	Прирост объема перевалки грузов рыбными терминалами морских портов в РФ, в ДВФО, Камчатском крае
	Средневзвешенное потребление товарной продукции
	Доля отечественной пищевой рыбной продукции на внутреннем рынке
	Доля импорта, экспорта, индекс соотношения импорта и экспорта
	Доля занятых в РКХ региона в сравнении с другими отраслями
Микроуровень	Средняя заработная плата в рыбной отрасли в сравнении с региональной
	Рамочные (специальные) показатели деятельности предприятия
	Показатели выпуска
	Показатели конечных результатов деятельности
	Показатели затрат

Рассмотрим показатели, позволяющие оценить эффективность деятельности рыбохозяйственных предприятий на микроуровне более укрупненно (табл. 2).

Таблица 2

**Показатели оценки, анализа и мониторинга экономической эффективности деятельности рыбохозяйственных предприятий [2, с. 6]**

Показатели анализа	Показатели оценки	Показатели мониторинга
<b>I. Рамочные показатели</b>		
1.1. Сфера деятельности предприятий и их общественная значимость		
1.2. Масштаб предприятия и его положения на рынке		
Доля предприятия на рынке: – по объему продаж (производства); – по численности персонала; – по стоимости активов	Относительная доля рынка предприятия по сравнению: – со средней долей; – с долей лидера рынка; – с максимальной долей	Численность персонала; Стоимость активов; Объем реализации товара
1.3. Степень диверсификации деятельности предприятия		
1.3.1 Ширина и глубина товарного ассортимента предприятия		
1.3.2 Индекс энтропии		
1.4. Характер условий труда персонала		
Частота производственного травматизма; Доля рабочих мест с безопасными условиями труда; Динамика изменения доли рабочих мест с безопасными условиями труда.	Бальная шкала оценок	Абсолютная численность работников предприятия с: – тяжелыми и вредными условиями труда; – особо тяжелыми и особо вредными условиями труда.
<b>II. Показатели выпуска</b>		
Доля доходов от прочей реализации в совокупном доходе предприятия; Отношение темпов роста совокупного дохода предприятия; Доля просроченной дебиторской задолженности предприятия в общей сумме дебиторской задолженности.	Доля выручки от реализации продукции в совокупном доходе предприятия; Процент фактической оплаты реализованной продукции предприятия; Соответствие факторов качества продукции нормативному.	Объем произведенной продукции в натуральном выражении; Выручка от реализации по основной деятельности; Выручка от реализации продукции; Совокупный доход предприятия.
<b>III. Показатели затрат</b>		
Средний коэффициент износа основных средств; Коэффициент финансовой устойчивости; Коэффициент абсолютной ликвидности; Оборачиваемость оборотных средств.	Затраты на 1 рубль произведенной продукции; Коэффициент автономии предприятия; Коэффициент покрытия; Оборачиваемость активов предприятия; Темп роста себестоимости продукции предприятия.	Объем инвестиций в основной капитал предприятия; Затраты на производство и реализацию продукции.

Показатели анализа	Показатели оценки	Показатели мониторинга
IV. Показатели конечных результатов		
Отношение среднемесячной заработной платы к минимальной заработной плате на предприятии; Социальные выплаты предприятия в расчете на 1 работника; Затраты предприятия на НИОКР в расчете на 1 рубль основных средств; Суммарные платежи предприятия в бюджет в расчете на 1 рубль выручки; Прибыль на одного работающего; Рентабельность инвестиций Текучесть кадров; Соотношение темпов роста производительности труда и среднесписочной численности персонала; Общая сумма средств, направленных предприятием на повышение благосостояния в расчете на 1 рубль выручки; Бюджетный эффект деятельности предприятия между суммарными платежами предприятия в	Отношение объема производства продукции по основной деятельности к общему объему произведенной продукции; Коэффициент прироста; Отношение среднемесячной заработной платы к величине прожиточного минимума в регионе; Производительность труда; Фондоотдача; Рентабельность собственного капитала предприятия по чистой прибыли; Рентабельность продукции; Суммарные платежи предприятия в бюджет; Отношение фактического объема произведенной продукции к запланированному.	Среднемесячная заработанная плата работника предприятия; Среднесписочная численность работников; Чистая прибыль; Стоимость чистых активов; Общая сумма средств, направленных предприятием на повышение общего благосостояния; Отчисления предприятия из чистой прибыли в бюджет; Налоговые платежи в бюджет.
бюджет и расходами бюджета на его содержание; Коэффициент использования производственной мощности; Суммарная величина просроченной кредиторской задолженности.		

Следует отметить, что эффективность деятельности рыбной отрасли является комплексным системным показателем, составляющие которого представлены на рис. 2.

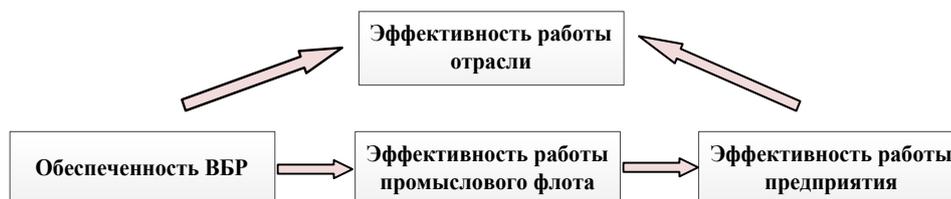


Рис. 2. Составляющие эффективности рыбной отрасли

На эффективность деятельности рыбохозяйственных предприятий оказывает влияние множество факторов, под которыми понимаются активно действующие силы, вызывающие положительные или отрицательные изменения в состоянии рыбохозяйственного предприятия и в показателях его деятельности. Неучет данных факторов может привести к увеличению рисков, действие которых следует оценивать относительно их влияния на эффективность функционирования предприятия, и, в частности, на показатели от производственной деятельности. Учет действия факторов риска предполагает разработку программы мероприятий, позволяющих снизить риск или уменьшить связанные с ним неблагоприятные последствия. Определению путей уменьшения риска способствует рассмотрение факторов риска по основным стадиям океанического рыболовства, среди которых [3]:

- факторы риска, влияющие на состояние сырьевой базы: погрешность прогноза, появление новых конкурентов, особенно в области промысла ценных объектов, изменение системы распределения квот на вылов ВБР, изменение межправительственных соглашений;
- факторы риска на стадии добычи и обработки промысла: непредусмотренное списание судов, аварийные случаи, снижение годовых нагрузок, задержки с вводом новых судов, недостижение годовых расчетных нагрузок;

– факторы риска на стадии реализации рыбных товаров: конкуренция, колебания цен и валютных курсов, неустойчивость спроса, транспортные риски, санкции и т.д.

Необходимо отметить, что одним из факторов, благоприятно влияющих на эффективность работы предприятий в рыбной отрасли, выступает обновление основных фондов. Как известно, моральный и физический износ оборудования и судов – основная проблема этой отрасли; у большей части действующих судов срок эксплуатации вышел, а ремонт или покупка новых средств требует огромных капиталовложений. 30 марта 2018 г. в Калининграде состоялся спуск на воду второго нового судна для камчатских рыбаков [4]. Кошельковый траулер-сейнер «Командор» имеет ряд преимуществ, одним из которых является возможность хранения улова в танках с охлажденной морской водой, что позволит в течение долгого времени сохранять рыбу свежей.

И напротив, одним из факторов, снижающих эффективность деятельности предприятий рыбной отрасли, является браконьерство. В связи с этим увеличивается роль участия государства в регулировании деятельности рыбной промышленности. Так, в ходе путины 2017 г. впервые за несколько лет удалось добиться высоких результатов по противодействию преступности на Камчатке: из 137 материалов, переданных в органы внутренних дел, по 120 были возбуждены уголовные дела за преступления в сфере незаконного оборота водных биоресурсов [5]. 26 декабря 2017 г. был одобрен законопроект по ужесточению наказания за незаконную добычу и торговлю водными биоресурсами [6]. Благодаря подобным действиям со стороны государства общая эффективность рыбохозяйственных предприятий будет иметь тенденцию к росту.

### Литература

1. Российские рыбаки к концу марта добыли почти 1,3 млн тонн [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/22053-rossijskie-rybaki-k-kontsu-marta-dobyli-pochti-1-3-mln-tonn>

2. Левкина Е.В., Василенко М.Е. Эффективность рыбной отрасли: теория, методология и практика // Наукovedenie: Интернет-журнал. – 2013. – Вып. 6 (ноябрь – декабрь). – URL: <http://publ.naukovedenie.ru> <https://naukovedenie.ru/PDF/27EVN613.pdf>.

3. Горшечников В.П., Шпаченков Ю.А. Становление и развитие малого предпринимательства в рыбном хозяйстве Сахалинской области. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 86 с.

4. Анонс: в Калининграде состоится спуск на воду второго нового судна для камчатских рыбаков [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/22021-anons-v-kaliningrade-sostoitsya-spusk-na-vodu-vtorogo-novogo-sudna-dlya-kamchatskikh-rybakov>.

5. Камчатка: межведомственная работа в ходе путины 2017 стала показательной [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/21907-kamchatka-mezhvedomstvennaya-rabota-v-khode-putiny-2017-stala-pokazatelnoj-srazu-neskolko-narushitelej-poluchili-realnye-sroki-nakazaniya>.

6. Госдумой в первом чтении принят законопроект по ужесточению наказания за незаконную добычу и торговлю водными биоресурсами [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/press-tsentr/novosti/21960-gosdumoj-v-pervom-chtenii-prinyat-zakonoproekt-po-uzhestocheniyu-nakazaniya-za-nezakonnuyu-dobychu-i-torgovlyu-vodnymi-bioresursami>.

УДК 336.02

**Н.А. Кошетар, Т.И. Богданова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: bti6@yandex.ru*

### **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ ФИНАНСОВОЙ И НАЛОГОВОЙ ГРАМОТНОСТИ МОЛОДЕЖИ**

Авторами данной статьи рассмотрена проблема повышения финансовой и налоговой грамотности населения, и частности молодежи. Выявлена взаимосвязь данной проблемы с личным финансовым благополучием отдельной категории граждан – студентов. Приведен обзор основных налоговых преференций студентам. Рассмотрены другие, нефинансовые льготы студентам. Приведен перечень мероприятий по повышению уровня финансовой, налоговой грамотности.

**Ключевые слова:** финансовая и налоговая культура, налоговая грамотность, финансовое личное благополучие, молодое поколение, налоговое законодательство, налогообложение доходов физических лиц, налогоплательщики, льготы.

**N.A. Koshetar, T.I. Bogdanova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: bti6@yandex.ru*

### **TOPICAL ISSUES OF IMPROVING THE LEVEL OF FINANCIAL AND TAX LITERACY OF YOUTH**

The authors of this article consider the problem of improving the financial and tax literacy of the population, namely the youth. The interrelation of the given problem with the personal financial welfare of separate category of citizens named students is revealed. The review of the main tax preferences for students is given. Other non-financial benefits to students are considered. The list of measures to improve the level of financial and tax literacy is given.

**Key words:** financial and tax culture, tax literacy, financial personal welfare, younger generation, tax legislation, taxation of personal income, taxpayers, benefits.

Финансовое благополучие страны и каждого человека напрямую зависит от уровня его финансовой и налоговой грамотности, которые в современных условиях находятся на достаточно низком уровне.

В масштабах государства низкая финансовая грамотность населения и предпринимателей сдерживает развитие финансовых рынков, подрывает доверие к финансовым институтам и государственной политике по их регулированию, обуславливает дополнительную нагрузку на бюджеты всех уровней, приводит к снижению темпов экономического роста [4].

Экономические последствия и угрозы низкой финансовой и налоговой грамотности населения выражаются в росте числа финансовых злоупотреблений, в накоплении населением избыточной кредитной задолженности, неэффективном распределении личных сбережений, сдерживании развития предпринимательской деятельности и малого бизнеса, правонарушениях в налоговой сфере.

Налоговая грамотность населения является одним из направлений финансовой грамотности и предполагает осознание важности и значимости налогов и сборов для финансового благополучия государства и их своевременную уплату в бюджет.

В современном обществе знание основных положений налогового законодательства целях корректировки реализации своих стратегических планов, оптимизации налоговой нагрузки просто необходимо. Это очень важно не только для крупных организаций или индивидуальных предпринимателей, но и для простых граждан [6].

В соответствии с теорией американского социолога, профессора Гарвардского университета Д. Хоманса, «налоговая культура представляет собой устойчивый продукт обмена деятельности налоговых и иных органов, участвующих в налоговом процессе, с одной стороны, и налогоплательщиков, с другой» [3].

Таким образом, гармоничное сочетание государственных интересов и интересов налогоплательщиков, направленных на формирование партнерских отношений, составляют прочный фундамент налоговой культуры.

В понятие налоговой культуры входит как деятельность налогоплательщиков, так и деятельность налоговых инспекторов. При этом их деятельность следует рассматривать во взаимосвязи: с одной стороны, культура деятельности налоговой инспекции оказывает принципиальное влияние на налогоплательщика, создавая дополнительные моменты давления; с другой стороны, налогоплательщики оказывают определенное давление на налоговые инспекции. Если это давление выходит за рамки общей культуры, то между налогоплательщиком и налоговым инспектором возникает конфликт. Безусловно, конфликтная ситуация в налоговой инспекции приводит к торможению уплаты налогов [5].

В настоящее время в основе деятельности налогоплательщиков, по отношению к налоговым органам, должны лежать следующие принципы:

- культура взаимоотношений,
- личное финансовое благополучие;
- повиновение;
- честность;
- почтительность.

Со своей стороны, в плане повышения культуры, налоговые инспекции делают возможное, а именно:

- информируют налогоплательщиков о своих намерениях;
- прислушиваются к их мнению;
- проводят семинары и дни открытых дверей с целью повышения уровня налоговой грамотности и помощи в оформлении налоговых деклараций.

Формирование налоговой культуры налогоплательщиков немыслимо без систематического знакомства с налоговым законодательством, что расширяет кругозор. Чтение общественных журналов дает знания, которые полезно использовать в решении финансовых вопросов.

Определяющими векторами повышения уровня налоговой культуры являются:

- пропаганда в масштабах страны налоговой культуры, дисциплины и ответственности;
- повышение информирования, развитие налогового консультирования граждан;
- рекламно-информационные мероприятия с использованием каналов СМИ;
- повышение качества исполнения налоговых процедур;
- повышение имиджа и престижа работы в налоговых органах;
- упрощение налогового законодательства РФ;
- совершенствование механизма разрешения налоговых споров;
- существенное повышение эффективности взаимодействия налоговых органов с налогоплательщиками.

Особенно актуальным повышение налоговой грамотности является для молодого поколения – студентов как основной базы будущих налогоплательщиков. Уровень их финансовой, налоговой грамотности характеризуется недостаточным знанием основных положений российского налогового законодательства, элементарных основ налогообложения, своих прав и обязанностей, что ограничивает их возможности по принятию правильных решений для обеспечения своего финансового благополучия.

Был проведен опрос среди студентов камчатских вузов, в ходе которого выяснилось что основную обязанность каждого гражданина страны – уплачивать законно установленные налоги и сборы – знают все. Но при этом, оказалось, что большинство опрошенных ничего не знают о своих налоговых правах, сколько и за что он должен заплатить, как можно уменьшить свои налоговые обязательства, не нарушив при этом закон.

Студентам необходимо знать следующие основные как налоговые, так и неналоговые льготы.

1. Налоговые вычеты по НДФЛ (социальные) [2 ст. 219].

Суть предоставления этих вычетов в том, что возмещается (возвращается) ранее уплаченный НДФЛ в определенных размерах, что позволяет возместить часть расходов, понесенных в связи с обучением, при условии, что студент подрабатывает, чтобы заплатить за учебу, т. е. у него есть личные, собственные доходы облагаемые по ставке 13%. Если оплата производилась за счет, например, материнского (семейного) капитала, то вычет не предоставляется.

Вычет предоставляется при обучении в образовательном (учебном) учреждении как государственным или муниципальным, так и частным. Это, например, вузы, платные школы, лицеи, спортивные и музыкальные школы.

Использовать вычет можно за те годы, когда оплачивали обучение и такое обучение проводилось, включая время академического отпуска.

А если оплата за многолетнее обучение произведена одновременно, то получить вычет можно только один раз - за тот год, когда была произведена оплата.

Размеры налогового вычета на обучение предоставляются работающему студенту в сумме фактически произведенных расходов, но не более 120 000 руб. за год по любой форме обучения (очной, заочной, дистанционной и др.) и независимо от возраста.

Вычет на обучение можно получить в налоговой инспекции по месту жительства после окончания года, в котором понесены расходы, заполнив налоговую декларацию по форме 3-НДФЛ. К декларации прикладывается следующий пакет документов:

- заявление на возврат налога и счет для перечисления налогового вычета,
- договор на обучение,
- лицензия образовательного учреждения на право оказания образовательных услуг,
- платежные документы, подтверждающие понесенные расходы,
- справка по форме 2-НДФЛ из бухгалтерии по месту работы о суммах начисленных и удержанных налогов за соответствующий год,
- справку, подтверждающую очную форму обучения в соответствующем году.

Налоговая инспекция проверяет декларацию и документы в течение трех месяцев со дня их подачи. С момента окончания камеральной проверки в течение месяца производится возврат денежных средств.

2. Необлагаемая стипендия.

Согласно п. 11 ст. 217 НК РФ не подлежат обложению НДФЛ, в частности, стипендии учащихся, студентов, аспирантов и др. категорий обучающихся учреждений высшего профессионального образования или послевузовского профессионального образования, научно-исследовательских учреждений, учащихся учреждений начального профессионального и среднего профессионального образования, выплачиваемые указанным лицам этими учреждениями.

При этом если стипендии выплачиваются на основании договоров с предприятиями, то они облагаются НДФЛ, согласно письмам Минфина России от 17.08.07 № 03-04-06-01/294 и от 07.05.08 № 03-04-06-01/123, т. к. в этом случае стипендии обучающимся выплачивает потенциальный работодатель, а не сами образовательные учреждения.

Кроме налоговых льгот студенты могут получить и другие различные преференции.

3. Льготы в железнодорожном транспорте.

С 2012 г. во время учебного процесса все студенты очного отделения различных заведений могут воспользоваться скидкой в 50% на проезд в поездах пригородного сообщения. В 2018–2019 гг. право воспользоваться скидкой на проезд в поездах и электричках определяется каждым субъектом России самостоятельно. Размер скидки на проезд в электричке при предъявлении студенческого билета может составлять 50%. Эта льгота действует только на время учебного года. Чтобы пользоваться этой скидкой, необходимо предъявить студенческий билет или справку об обучении в соответствующем учебном заведении.

4. Льготы для студентов на культурную программу.

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» в статье 34 закрепляет за студентами право на бесплатное посещение музеев и пользование библиотечно-информационными ресурсами. Но имеются случаи нарушения этого документа, когда, например, культурные заведения предлагают студентам посетить выставку по льготной цене [1].

Нередко скидки студентам предоставляют кинотеатры. Но воспользоваться ими можно лишь в определенное время или день недели. Размер скидки может достигать половины стоимости.

Льготные варианты посещений предлагают и другие заведения, к ним можно отнести театры, зоопарки, клубы по интересам и прочее.

5. Льготы студентам в сфере здравоохранения.

Студенты имеют возможность отдохнуть в санатории абсолютно бесплатно либо с существенной скидкой. Путевки в учреждения санаторно-курортного лечения приобретаются вузами для своих студентов, а получить более подробную информацию можно в местном вузовском отделении профсоюза.

Еще один вариант получить скидку в системе здравоохранения – полис медицинского страхования, который предлагает студентам льготы на особых условиях. Размер скидки может достигать 10%.

6. Обучение на очной форме позволяет студентам получить отсрочку от прохождения военной службы вплоть до окончания учебы. В этой «льготе» нет никакой материальной выгоды, но целый ряд молодых людей поступают в вузы, чтобы получить отсрочку.

7. Для иногородних студентов многие учебные заведения предлагают проживание в общежитии по льготной цене.

8. Ряд российских учебных заведений регулярно предоставляет отдельным категориям своих студентов талоны на бесплатное питание. Под эти требования попадают социально незащищенные студенты, например, сироты или лица из малоимущих семей.

Таким образом, достаточный, определенный уровень налоговой культуры молодого человека, знание своих льгот и прав служат основой для уменьшения налоговых обязательств и при этом дают возможность оставаться законопослушным гражданином.

Знание основ налогового законодательства способствует формированию индивидуальной философии «опоры на собственные силы», достижению финансовой независимости молодого человека и сохранения ее в пожилом возрасте, обретению активной гражданской позиции, патриотическом отношении к своей стране [7].

Проблема повышения уровня финансовой, налоговой культуры решается через воспитание, образование, развитие, почитание, учет особенностей поведения, сознание и деятельность людей в финансовой и налоговой сферах экономической жизни страны.

### Литература

1. Об образовании в Российской Федерации: Фед. закон № 273-ФЗ от 29.12.2012 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.com>.
2. Налоговый кодекс Российской Федерации. Часть 2. №117-ФЗ от 05.08.2000 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.com>.
3. *Авдеева В.А.* Повышение налоговой грамотности и культуры участников налоговых правоотношений // Интерактивная наука. – 2017. – № 4(14). – С. 136–140.
4. *Зеленцова А.В., Блискавка Е.А., Демидов Д.Н.* Повышение финансовой грамотности населения: международный опыт и российская практика. – М.: Кнорус, 2012. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://ur-consul.ru/Bibli/Povysheniye-finansovoyi-gramotnosti-nasyeleniya-yezhdunarodnyui-opyt-i-rossiyiskaya-praktika.html>
5. Культура и этика взаимоотношений налоговых инспекторов с налогоплательщиками / Под ред. Иванова В.В., Соколова Б.И. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Проспект, 2012. – 88 с.
6. *Муравлёва Т.В.* Повышение налоговой грамотности как основа успешного развития общества [Электронный ресурс]. – URL: <http://be5.biz/ekonomika1/r2014/1663.htm>
7. Налоговая культура / Под ред. Лаврушина О.И., Мамоновой И.Д., Валенцевой Н.И. – М.: Кнорус, 2012. – 78 с.

УДК [338.187.62:639.2/.3](571.66)

**З.Ф. Куликова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: zilechka00@mail.ru*

### **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЗИНГА В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

В данной статье рассматривается проблема износа основных фондов рыбохозяйственного комплекса Камчатского края. Исследуются возможности использования лизинга для обновления оборудования и флота. Проводится сравнительный анализ лизинга с кредитной формой финансирования. Рассматриваются перспективы использования лизинга рыбопромышленными предприятиями.

**Ключевые слова:** основные фонды рыбохозяйственного комплекса, лизинг, финансирование.

**Z.F. Kulikova**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: zilechka00@mail.ru*

### **PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING LEASING IN A FISHERY COMPLEX**

In this article the problem of depreciation of fixed assets of the Kamchatka fishery complex is discussed. The possibilities of using leasing for upgrading equipment and fleet are explored. The comparative analysis of leasing with the credit form of financing is carried out. Prospects for using leasing by fishing enterprises are discussed.

**Key words:** fixed assets of fishery complex, leasing, financing.

Рыбохозяйственная деятельность является одной из важнейших составных в экономике России. По данным Федерального агентства по рыболовству вылов водных биологических ресурсов в 2017 г. составил 4,77 млн тонн, что на 2% больше, чем в 2016 г. [1]. Основной проблемой рыбной отрасли является технологическое отставание рыбоводобывающих и рыбоперерабатывающих предприятий. По технико-эксплуатационным характеристикам они уже не отвечают современным требованиям. Соответственно, низкая производительность судов и устаревшая техника влияют на вылов и переработку водных биоресурсов, что понижает рентабельность данной отрасли. Как следствие, снижается качество рыбного сырья, выловленного и обработанного отечественным флотом в сравнении с аналогичным сырьем, добытым иностранными предприятиями.

Собственные средства, направляемые на финансирование текущей деятельности, играют большую роль в деятельности любого предприятия, но, несмотря на преимущества внутренних источников финансирования, их объемы, как правило, недостаточны для расширения масштабов хозяйственной деятельности, реализации инвестиционных проектов, внедрения новых технологий и т. д. [2, с. 84] В связи с этим возникает необходимость дополнительного привлечения средств за счет внешних источников, связанных с различными формами заемных средств, таких как кредит и лизинг, которые будут более подробно рассмотрены ниже в статье.

Рыбная отрасль Камчатского края характеризуется высокой рентабельностью продукции, более 40%, но, несмотря на это, износ основных фондов составляет более 35% [3]. Высокая степень износа, в свою очередь, негативно влияет на размеры эксплуатационных расходов, вызывает простои техники. По данным Росреестра, в Петропавловске-Камчатском по сей день работают суда, построенные еще более пятидесяти лет назад. Требуется масштабное техническое обновление и внедрение современных технологий, которые применяются в мировой рыбохозяйственной практике. Техническая изношенность основных фондов в рыбопромышленной сфере критическая (рис. 1).

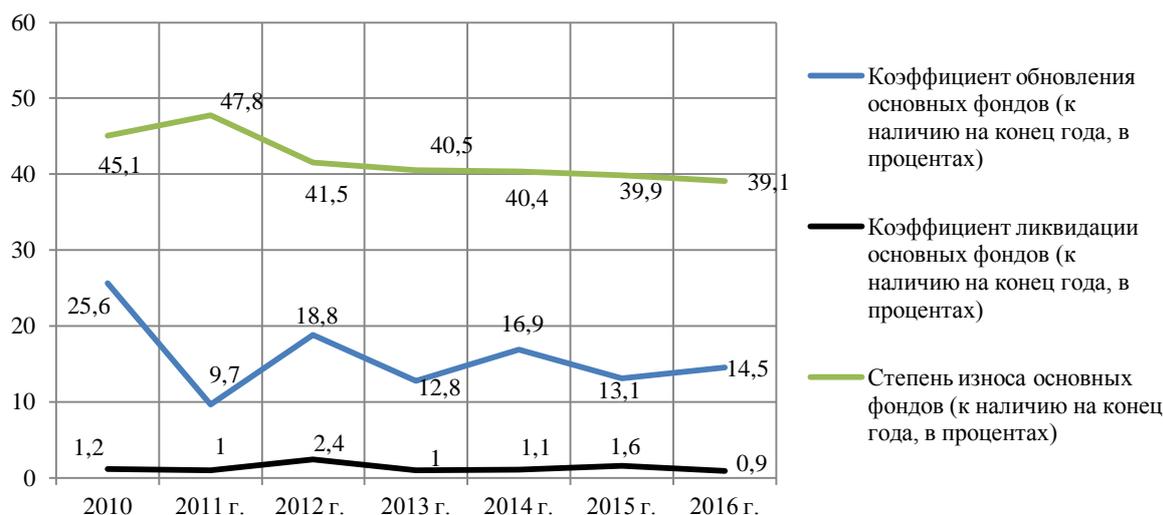


Рис. 1. Степень износа основных фондов предприятий рыбной отрасли Камчатского края, занятых в сфере рыболовства в период с 2010–2016 гг. [3, 4]

На данном графике видно, что степень износа основных фондов камчатских рыбопромышленных предприятий в 2016 г. составила 39,1%. Необходимо отметить, что коэффициент износа с 2010 по 2016 гг. снизился на 6%, но при этом проблема в том, что обновление основных фондов происходит достаточно медленно.

Проблемы рыбной отрасли отражаются и на экономике России в целом. За последние годы не удалось создать полноценную нормативную правовую базу, необходимую для эффективной работы рыбного хозяйства, и обеспечить координацию деятельности федеральных органов исполнительной власти в сфере управления водными биологическими ресурсами. Рыбохозяйственный комплекс России в своем развитии практически исчерпал внутренние резервы экономического роста и возможности материально-технической базы, заложенной еще в 70–80-е годы прошлого века. Вместе с тем Российская Федерация обладает значительным потенциалом запасов водных биологических ресурсов, что является естественным конкурентным преимуществом в мировой экономике.

На рис. 2 представлен рост оборота производства рыбохозяйственного комплекса Камчатского края [5]. Нужно обратить внимание, что по сравнению с 2010–2014 гг. за 2015–2016 гг. производительность увеличились в два раза (рис. 2).



Рис. 2. Оборот рыбохозяйственных предприятий Камчатского края за 2010–2016 гг.

Одним из главных условий формирования конкурентоспособного рыбопромышленного комплекса Камчатки является развитие лизинга. Рыбная отрасль – одна из капиталоемких облас-

тей экономики, где наиболее эффективен лизинг. Именно в этой отрасли лизинг может быть использован как способ финансирования покупки судов и приобретения оборудования. Это позволит обновить изношенные основные фонды предприятий, а также повысить конкурентоспособность отрасли.

Финансирование за счет лизинга в XXI в. становится достаточно привлекательным методом для рыбопромышленного комплекса. Основным преимуществом являются налоговые льготы по инвестициям и возможность с помощью финансового лизинга обеспечить 100%-ное финансирование закупки оборудования и судостроения. В России лизинговые компании предлагают весьма выгодные условия заключения лизингового договора. Размер авансовых платежей составляет в среднем 10–15%, а срок от 10 до 15 лет, при этом удорожание в год от 3,5%. Лизинг также регулируется законодательством ФЗ «О финансовой аренде (лизинге)» от 29.10.1998 № 164-ФЗ, в которой оговариваются права и обязанности сторон, а также защита прав участников инвестиционного процесса и обеспечения эффективности инвестирования [6].

Для развития отечественного судостроения в 2007 г. создан судостроительный холдинг «Объединенная судостроительная корпорация» (ОСК). ОСК объединяет все судостроительные организации России с государственными активами и государственными пакетами акций. Холдинг занимается заказами в сфере военного кораблестроения и строительством судов для рыбного промысла [7, с. 96]. В 2016 г. по указу президента РФ в ОСК было присоединено ЗАО «Гознак Лизинг». Компания разработала специальную программу развития лизинга судостроения. По итогам реализации программа в период с 2009–2015 гг. построила 29 судов. К примеру, средний рыболовный траулер типа «Ариус» с ориентировочной стоимостью в 17 млн евро, сроки строительства 10 месяцев, срок лизинга 110 месяцев, аванс лизингополучателя 15%, в том числе НДС в сумме 300 9000,00 евро, страхование осуществляет лизингодатель, лизинговый платеж составит 218 222,27 евро. При этом Росрыболовство дает дополнительные квоты в размере 20% квот на судно на российских судостроительных верфях при условии покупки или лизинга судов рыбопромыслового флота.

Среди рыбохозяйственных предприятий наблюдается рост перепродажи квот, это связано с тем, что они не обеспечены достаточной производственной мощностью, чтобы освоить все квоты, которые им выделяют. В связи с этим встает вопрос о том, что выгоднее для рыбохозяйственного комплекса Камчатки: лизинг или банковский кредит. Лизинг имеет существенное преимущество над кредитованием. Автором выделены преимущества лизинга по сравнению с кредитом, которые представлены в таблице.

#### Преимущества лизинга по сравнению с кредитом

Лизинг	Банковский кредит
Показатели платежеспособности предприятия	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Лизинговые платежи учитываются на внебалансовом счете.</li> <li>2. Оборудование в лизинг увеличивает оборот предприятия без увеличения краткосрочных обязательств.</li> <li>3. Своевременное погашение лизинговых платежей отражается на кредитной истории, при этом возможность взят дополнительный кредит не снижается.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ссудная задолженность отражается на балансе предприятия.</li> <li>2. Соотношение средств на балансе предприятия собственные-кредитные значительно ухудшается.</li> <li>3. При наличии кредитных обязательств на крупную сумму, новый заем получить становится сложнее.</li> </ol>
Налоговые преимущества	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Пока собственником имущества является лизингодатель, лизингополучатель не выплачивает налог на имущество. Только после выкупа налог на имущество уплачивается только с его остаточной стоимости.</li> <li>2. Лизинговый платеж уже включает в себя себестоимость продукции, что снижает налогооблагаемую прибыль.</li> <li>3. Лизинговые платежи включают в себя НДС, что позволяет возместить их из бюджета и в полном объеме использовать для оплаты иных налогов. При этом ресурсы предприятия используются наиболее эффективно.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Налог на имущество оплачивается в течение всего срока амортизации.</li> <li>2. Налогообложение уменьшается за счет процентов по кредиту и стандартной амортизации оборудования.</li> <li>3. Сумма НДС при приобретении оборудования достаточно высока и не может быть возмещена в полном объеме, что приводит к неэффективному использованию ресурсов.</li> </ol>

Выбирая между лизингом и кредитом предприятию необходимо сделать грамотный финансовый расчет и учесть все нюансы. Проблема здесь заключается в том, что многие небольшие рыболюбительские предприятия используют режим уплаты единого сельскохозяйственного налога без уплаты НДС. В то же время НДС включен в лизинговые платежи, что создает барьер для применения лизинговых схем в этой отрасли. В настоящее время законодательство, регулирующее лизинг, уже меняется, что открывает перспективы для лизинга.

По итогам исследования сделаны следующие выводы. Состояние рыбохозяйственного комплекса Камчатского края характеризуется высокой степенью износа основных фондов. Собственных средств недостаточно для их обновления. Россия претендует на первое место по объему вылова и переработки рыбы, но для этого необходимо соответствующее финансовое обеспечение. Предложение использования лизинга как формы финансирования рыбопромышленных предприятий имеет явные преимущества по сравнению с другими формами финансирования. Автор считает, что лизинг на основе государственной поддержки способен вывести Россию на новый виток рыбохозяйственной деятельности.

### Литература

1. Федеральное агентство по рыболовству [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/organizatsiya-rybolovstva/osvoenie-obshchikh-dopustimykh-ulovov-i-kvot> (дата обращения: 18.04.2018).
2. Болотова Р.Г., Азунович Ю.А. Аналитическое обеспечение решений о привлечении заемных средств (на примере предприятий рыбной отрасли) // Вестник КамчатГТУ. – 2017. – № 42. – С. 84–90
3. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. 2017: Стат. сб. / Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2017. – 55 с.
4. Рыболовство, переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов в Камчатском крае. 2015: Стат. сб. / Камчатстат. – г. Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2015. – 55 с.
5. Камчатский статистический ежегодник. 2017: Стат. сб./ Камчатстат. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2017. – С. 224–225.
6. О финансовой аренде (лизинге): Фед. закон РФ от 29.10.1998 № 164-ФЗ (ред. от 26.07.2006) // Собрание законодательства РФ. 02.11.1998. – № 44. – Ст. 5394.3.
7. Левская И.В. Эффективные механизмы обновления рыбопромыслового флота Камчатского края // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – № 40. – 2017. – С. 94–99.

УДК [330.322:639.2/.3](571.66)

**И.В. Левская**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Shainaira@rambler.ru*

## **УСЛОВИЯ И ФАКТОРЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПРИВЛЕЧЕНИЯ ИНВЕСТИЦИЙ В РЫБНУЮ ОТРАСЛЬ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

Рыбная отрасль является одной из перспективных сфер предпринимательской деятельности. В статье рассмотрены внешние и внутренние факторы формирования инвестиционной среды рыбной отрасли. Исследованы региональные условия формирования инвестиционной среды рыбной отрасли Камчатского края.

**Ключевые слова:** инвестиции; рыбная отрасль; инвестиционная среда рыбной отрасли.

**I.V. Levskaya**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatky, 683003  
e-mail: Shainaira@rambler.ru*

## **CONDITIONS AND FACTORS OF INCREASING ENTREPRENEURIAL ACTIVITY AND INVESTMENT IN THE FISHING INDUSTRY OF KAMCHATKA KRAI**

The fishing industry is one of the promising fields of business activity. This article examines the external and internal factors of forming the investment environment in the fishing industry. The regional conditions of investment environment in the Kamchatka fishing industry are researched.

**Key words:** investment, fishing industry, investment environment of the fishing industry.

Рыбная отрасль является одной из наиболее привлекательных сфер для инвестирования субъектами предпринимательства. Наряду с мясной и молочной, продукция рыбной промышленности пользуется постоянным спросом на рынке продуктов питания и играет большую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Однако инвестиционная активность в рыбной отрасли недостаточно высокая и требует создания благоприятной инвестиционной среды для повышения интереса инвесторов.

Рыбная отрасль представляет собой совокупность предприятий, осуществляющих добычу, переработку и разведение водных биоресурсов. Отрасль характеризуется высокой капиталоемкостью и большим уровнем производственных издержек. В то же время богатейшее разнообразие и неисчерпаемые объемы природных ресурсов, составляющие сырьевую базу рыбной отрасли, а также растущая востребованность рыбной продукции на внутреннем и внешнем рынке позволяют получать предпринимательскими структурами высокие финансовые результаты деятельности.

На рис. 1 представлена динамика инвестиций в основной капитал российских предприятий, занятых в сфере рыболовства и рыбоводства.

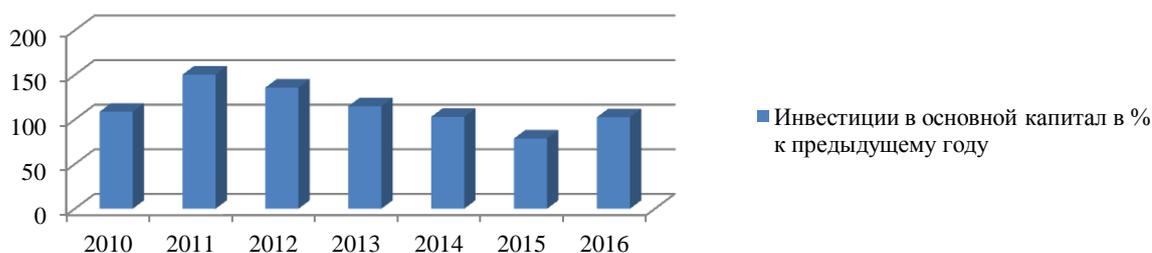


Рис. 1. Динамика инвестиций в основной капитал российских предприятий, занятых в сфере рыболовства и рыбоводства [1]

В рыбной отрасли можно выделить три направления предпринимательской деятельности:

1. Рыболовство. Представляет собой сферу добычи водных биоресурсов. Освоение запасов рыбных ресурсов в России ведется во внутренних и окраинных морях, в пресноводных водоемах, в территориальных водах других государств по договоренности и в соответствии с международными соглашениями в открытых районах Мирового океана.

К промысловым породам рыб, добываемых в России, относятся: сельдевые, тресковые, карповые, лососевые, осетровые.

Наибольшие объемы добычи рыбы в России сосредоточены в Дальневосточном и Северном бассейнах. На долю этих районов промысла приходится 85% общероссийского объема улова. На рис. 2 показана структура рыбных ресурсов.

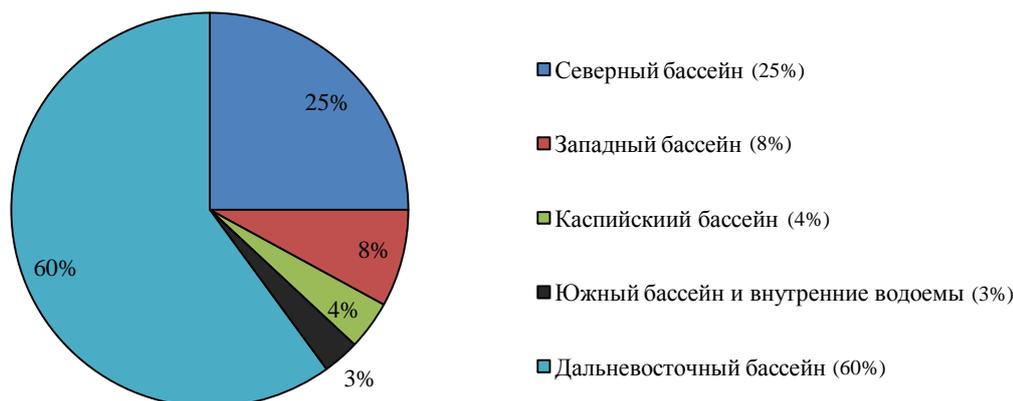


Рис. 2. Объемы добычи водных биоресурсов по районам промысла в Российской Федерации [1]

Объемы уловов напрямую влияют на объемы производства продукции рыболовческих предприятий. В таблице представлена динамика объема производимой продукции рыболовства.

**Производство основных видов продукции рыболовства в Российской Федерации (тыс. тонн)**

Виды продукции рыболовства	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Рыба живая, свежая или охлажденная	1151	1395	1399	1461	1168	1176	1341
Ракообразные немороженые; устрицы; водные беспозвоночные прочие, живые, свежие или охлажденные	39,8	42,8	44,5	52,7	55,5	67,9	63,6
Биоресурсы водные прочие	3,5	6,9	5,4	3,1	4,2	4,3	5,1

2. Переработка рыбы и морепродуктов. Представляет собой процесс первичной обработки сырья, изготовления полуфабрикатов и готовой продукции. Выделяют три вида производств:

– первичная переработка рыбы в цехах, находящихся в непосредственной близости к местам добычи и на плавбазах;

– производство полуфабрикатов и готовой продукции на заводах, находящихся вблизи с предприятиями оптовой торговли;

– производство готовой продукции из приобретенных полуфабрикатов и ее сбыт конечному потребителю.

3. Третье направление – рыбоводство. Это деятельность по разведению или выращиванию рыбы. Данная сфера деятельности является перспективным направлением для инвестирования. Деятельность рыбопроизводных предприятий характеризуется отрицательной динамикой за последние годы. Как видно на рис. 3, количество выпускаемой молоди снижается.

Однако затраты таких предприятий на выращивание водных биоресурсов ежегодно увеличиваются (рис. 4).

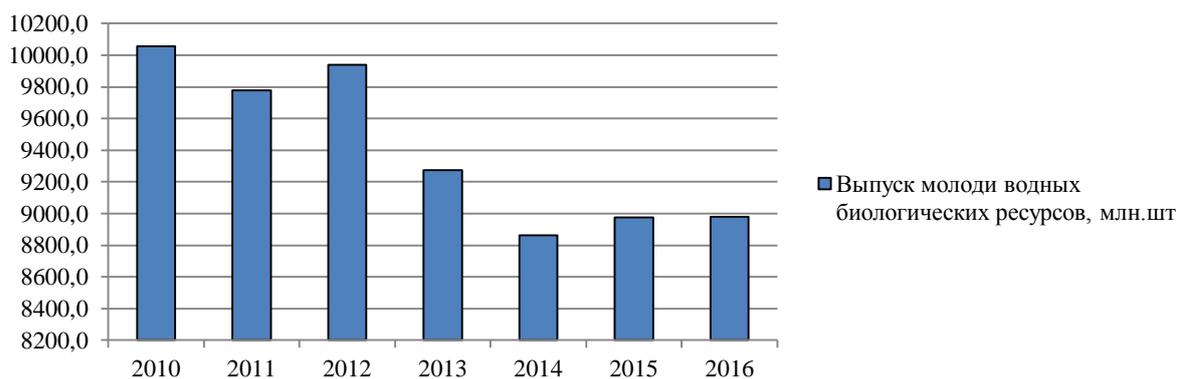


Рис. 3. Выпуск молоди водных биологических ресурсов в водные объекты рыбохозяйственного значения в Российской Федерации [1]

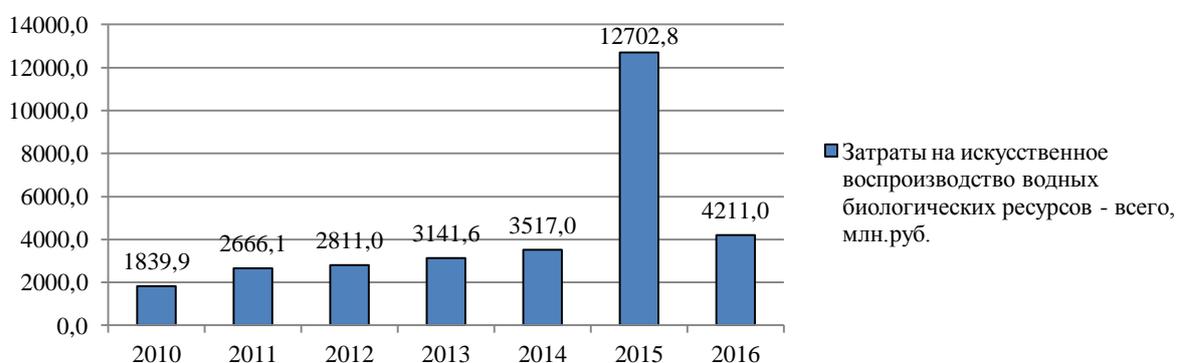


Рис. 4. Затраты на искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов в Российской Федерации [1]

Современные марикультурные хозяйства используют инновационные разработки, широкое внедрение которых позволит добиться высоких темпов роста в рыбной отрасли.

Инвестиционные возможности в рыбной отрасли определяются инвестиционной средой и инвестиционным климатом.

Инвестиционная среда отрасли представляет собой условия инвестирования, складывающиеся под воздействием определенных факторов, и определяющие успех осуществления предпринимательской деятельности в данной отрасли или ее конкурентоспособность.

Обобщая различные подходы к оценке факторов формирования инвестиционной привлекательности и конкурентоспособности предпринимательских структур рыбохозяйственного комплекса [2–4], автор предлагает рассматривать факторы, формирующие инвестиционный потенциал рыбной отрасли, на уровне самой отрасли, региона и на уровне предприятия.

Факторы формирования инвестиционной среды на уровне отрасли и региона представляют собой внешние факторы. Внутренние факторы, определяющие инвестиционный потенциал, формируются субъектами предпринимательства в процессе осуществления хозяйственной деятельности.

Внешние факторы имеют первостепенное значение для оценки инвестиционной привлекательности рыбной отрасли.

К внешним факторам, определяющим условия инвестирования в рыбную отрасль в целом, можно отнести:

1. **Общеэкономические факторы.** Включают общее состояние экономики, стабильность денежного обращения, уровень инфляции, темпы экономического роста, платежеспособность населения, состояние финансового рынка и доступность финансовых ресурсов.

2. **Сырьевые ресурсы отрасли:** возможности добычи отдельных видов водных биологических ресурсов, сезонность промысла, возможности прогнозирования запасов, ограничения по объему вылова.

3. Капиталоемкость и производственные мощности. Основу производственной базы рыбной отрасли составляет рыбопромысловый флот. В настоящее время отрасль характеризуется тотальным износом рыболовецких судов. Отрасль использует производственный потенциал, заложенный в 70–80-х годах прошлого века. Высокая стоимость строительства и приобретения судов делает эту отрасль капиталоемкой. Инвестиции, вложенные в новые суда, окупаются в течение 10–15 лет.

4. Спрос на продукцию: среднестатистическое потребление рыбной продукции, объемы реализации на внутреннем и внешнем рынке, логистическая система и каналы сбыта.

5. Правовое регулирование. Включает стабильность и проработанность нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность в сфере рыболовства, рыбоводства и переработки рыбы и морепродуктов; степень государственной поддержки, налоговые льготы, механизм распределения квот.

Основными нормативными актами, регулирующими работу рыбной отрасли, являются: Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» и Федеральный закон от 2 июля 2013 г. № 148-ФЗ «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Государственная поддержка развития отрасли осуществляется в соответствии с Концепцией развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года.

6. Трудовые ресурсы отрасли. Включает наличие трудовых ресурсов по профессиональному составу, требования к уровню подготовки и квалификации, возможности освоения профессий, наличие учебной базы для подготовки и переподготовки кадров.

7. Рыночные факторы: цены на сырье, готовую продукцию, наличие товаров-заменителей, средний уровень рентабельности в отрасли, барьеры входа-выхода.

Внешние факторы на уровне региона включают: социальные, экономические, политические, правовые, экологические, природно-климатические факторы [5].

Предприятия рыбной отрасли Камчатского края функционируют в особых условиях, где региональные факторы оказывают в большей мере негативное воздействие на уровень инвестиционной привлекательности. Регион характеризуется неразвитой транспортной инфраструктурой, низкой плотностью расселения населения, сложными социально-бытовыми условиями для жизни населения. В последние годы усиливается миграционный отток населения с Камчатки, что обуславливает нехватку трудовых ресурсов в рыбной отрасли. Немаловажной проблемой для камчатских рыбопромышленных предприятий является сложность привлечения финансовых средств. Даже крупные предприятия практически не используют инструменты фондового рынка для формирования таких инвестиционных ресурсов, как акции и облигации. Высокая стоимость электроэнергии в регионе также создает неблагоприятные условия для развития предприятий рыбной отрасли Камчатского края. Слабо работают инструменты региональной поддержки развития рыбной отрасли Камчатского края.

Но несомненным благоприятным фактором для привлечения инвестиций в рыбную отрасль Камчатского края является высочайший ресурсный потенциал. Полуостров расположен в непосредственной близости к крупнейшим запасам водных биологических ресурсов. Доля Камчатского края в общероссийском объеме улова составляет более 22%. Практически на всех реках Камчатки ведется рыбный промысел.

Помимо факторов внешней инвестиционной среды, инвестиционный потенциал рыбной отрасли формируется и под влиянием факторов, воздействующих на уровне отдельных предприятий, входящих в рыбохозяйственный комплекс.

К таким факторам можно отнести: доступность сырьевой базы, производственный потенциал предприятия, обеспеченность и качество трудовых ресурсов, финансовое состояние, эффективность системы маркетинга, технико-технологический потенциал, возможности привлечения финансовых ресурсов.

Сырьевые ресурсы составляют основу функционирования рыбной отрасли. Современный механизм распределения квот не дает возможность всем предприятиям отрасли иметь равную доступность к сырьевой базе. Следует также учитывать место расположения предприятия и его близость к районам промысла; специализацию и использование определенных видов рыбных ресурсов; степень освоения выделенных квот.

Инвестиционный потенциал предприятий рыбной отрасли во многом зависит от наличия добывающего флота, степени его изношенности и обновления; технического состояния производственного оборудования; уровня автоматизации. В целом по Камчатскому краю степень износа основных фондов в рыбной отрасли составляет около 40%, но уровень инвестиционной активности отдельных предприятий существенно различается.

Характерной особенностью рыбной отрасли является сезонность работы. Персонал привлекается в основном на период путины. Поэтому обеспеченность трудовыми ресурсами является проблемой для большинства предприятий отрасли.

Устойчивое финансовое состояние является необходимым условием инвестиционной привлекательности. В структуре источников средств большинства предприятий преобладают собственные финансовые ресурсы. В целом для рыбной отрасли Камчатского края характерно постоянное наличие просроченной кредиторской и дебиторской задолженностей. Следует отметить, что более 70% камчатских предприятий, занятых в сфере рыболовства и рыбоводства, имеют положительный финансовый результат, а среди перерабатывающих предприятий прибыльными являются чуть более 30% [6].

Несмотря на наличие разного рода проблем, рыбная отрасль является высокорентабельной, что делает эту сферу предпринимательской деятельности привлекательной для инвестиций.

Влияние рассмотренных факторов формирования инвестиционного потенциала рыбной отрасли следует рассматривать на базе системного подхода при анализе инвестиционных возможностей и оценке инвестиционной привлекательности рыбной отрасли Камчатского края.

#### Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 20.03.2018).
2. Еремина М.Ю. Теоретические аспекты конкурентоспособности рыбохозяйственных бизнес-структур // РИСК: Ресурсы, информация, снабжение, конкуренция. – 2015. – № 4. – С. 172–175.
3. Кайко А.М., Лебедева М.Н. Влияние внешних и внутренних факторов на развитие рыбохозяйственного комплекса Приморского края // Российское предпринимательство. – 2014. – Т. 15, № 14. – С. 38–48.
4. Строкач Л.К. Оценка факторов конкурентоспособности предприятий рыбной промышленности Приморского края // Вестник Тихоокеанского гос. экон. ун-та. – 2005. – № 4 (36). – С. 3–10.
5. Левская И.В., Алферов А.А. Особенности и проблемы устойчивого развития региональной предпринимательской системы Дальнего Востока // Вестник Камчат. гос. техн. ун-та. – № 41. – 2017.
6. Левская И.В. Финансовые резервы развития предприятий рыбохозяйственного комплекса Камчатского края // Управление экономическими системами: Электрон. науч. журн. – № 8. – 2016. – URL: <http://www.uecs.ru>

УДК 378.147

**Т.С. Поварницына**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: povarnytsina@yandex.ru*

**АУДИОВИЗУАЛЬНЫЙ МЕТОД КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ  
В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ**

Настоящая статья посвящена использованию аудиовизуального метода в обучении иностранному языку. На примере работы с учебными фильмами показана эффективность применения данного метода в процессе обучения.

**Ключевые слова:** аудиовизуальный метод, учебный фильм, аудирование, устная речь.

**T.S. Povarnitsina**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: povarnytsina@yandex.ru*

**AUDIOVISUAL METHOD AS A MEANS OF EFFECTIVE IMPROVEMENT IN THE  
TEACHING PROCESS OF FOREIGN LANGUAGES AT TECHNICAL UNIVERSITIES**

The present article is devoted to the use of audiovisual method in the teaching process of foreign languages. The work with training films, taken as an example, shows the effectiveness of the use of this method in the teaching process.

**Key words:** audiovisual method, training film, listening comprehension, oral speech.

Современная действительность предъявляет все более высокие требования к уровню владения иностранным языком в высшей школе. В связи с этим использование инновационных методов и методик, различных образовательных технологий предоставляет огромные возможности для повышения эффективности процесса обучения.

В последнее время особую популярность получило применение информационных и коммуникационных технологий в вузе, представляющих собой не только современные технические средства, но и новые подходы к процессу обучения. Это вызвано главной целью обучения иностранным языкам – формирование и развитие коммуникативной культуры студентов, практическое овладение ими иностранным языком. Задача преподавателя вуза состоит в том, чтобы создавать все условия для практического овладения языком каждым студентом. Это предполагает выбор таких методов обучения, которые позволили бы ему проявлять творчество и активность.

Среди методов, используемых в обучении иностранному языку сегодня, аудиовизуальный метод приобретает особое значение в связи с быстрым развитием и внедрением компьютерных технологий в образовательный процесс. Использование различных мультимедийных средств и технологий (обучающие программы, аудио и видео материалы, презентации, тестирование) способствует оптимизации процесса обучения, позволяет переводить овладение иностранным языком в живой творческий процесс, тем самым повышая его эффективность.

Аудиовизуальный метод – это метод обучения языку, основанный на интенсивном использовании средств зрительной и слуховой наглядности, таких, например, как, иллюстрации в учебнике и видеоматериалы. Последние используются в качестве основного средства семантизации и активизации учебного материала и направлены на обеспечение зрительно-слухового синтеза [1].

Авторы данного метода полагают, что обучение иностранному языку должно осуществляться в форме живого общения, поэтому важным фактором педагогического процесса является соз-

дание условий для имитации реальной коммуникативной ситуации, чтобы обучение протекало в атмосфере естественной речи, стимулирующей усвоение звуков, ритма речи. Интенсивное использование аудиовизуальных средств в процессе обучения позволяет обучать иностранному языку как акту коммуникации, в котором лингвистические и паралингвистические элементы являются неразрывно связанными [2, с.163].

Аудиовизуальный метод полностью исключает использование родного языка, особенно на начальной стадии обучения, т. к. в этот период интерференция затрудняет формирование умений и навыков устного общения.

В наши дни аудиовизуальный метод остается одним из наиболее популярных методов обучения иностранным языкам. По данным ЮНЕСКО, за рубежом около 50% изучающих английский язык обучается именно по этому методу.

Следующие аудиовизуальные средства обучения могут использоваться преподавателем: мультфильмы, художественные и документальные фильмы, интервью, фрагменты новостей и телепередач, рекламные ролики.

Работа с аудиовизуальным материалом состоит из нескольких этапов: подготовительный (работа с новым языковым материалом, обучение вероятностному прогнозированию, развитие кратковременной и словесно-логической памяти и др.), непосредственно просмотр материала и проверка уровня понимания информации наряду с закреплением новых умений и навыков [3].

Одним из наиболее доступных преподавателю аудиовизуальных материалов является учебный фильм (видеофильм). С точки зрения методики, учебный фильм – это специально подготовленное в методическом и режиссерском плане аудиовизуальное средство обучения, предназначенное для создания естественных ситуаций речевого общения и обладающее большой силой эмоционального воздействия на учащихся за счет синтеза основных видов наглядности (зрительной, слуховой, моторной, образной, экстралингвистической и др.) [4, с. 222].

Необходимо отметить, что видеофильм – это не только еще один источник информации. Использование видеофильма на занятии способствует развитию различных сторон психической деятельности студентов, и прежде всего, внимания и памяти. Во время просмотра фильма возникает атмосфера совместной познавательной деятельности. В этих условиях даже невнимательный студент становится внимательным, потому что для понимания содержания необходимо приложить определенные усилия. Так, произвольное внимание переходит в произвольное, а интенсивность внимания оказывает влияние на процесс запоминания [5]. Использование различных каналов поступления информации (слуховой и зрительный каналы, моторное восприятие) положительно влияет на восприятие страноведческого и языкового материала.

Характерной особенностью видеофильма является довольно сильное эмоциональное воздействие на зрителя, что влияет на формирование его личностного отношения к увиденному.

Еще одним преимуществом видеофильма является непосредственность изображения реальной действительности, особая манера общения ведущего со зрителями (если это телепередача или телешоу), использование крупного плана, ненавязчивое предъявление информации, красочность, наличие музыкального фона. При соприкосновении с происходящим на экране создаются условия, наиболее приближенные к естественным.

В отличие от аудио или печатного текста, которые могут иметь высокую информативную, образовательную, воспитательную и развивающую ценность, видеотекст имеет то важное преимущество, что соединяет в себе различные аспекты акта речевого взаимодействия. Помимо содержательной стороны общения, видеотекст содержит визуальную информацию о месте события, внешнем виде и невербальном поведении участников общения в конкретной ситуации, обусловленных зачастую спецификой возраста, пола и психологическими особенностями личности говорящих.

В целом можно отметить, что учебное видео позволяет создавать на занятиях особую управляемую речевую среду, которая, в отличие от естественной, имеет запрограммированную структуру и содержание на основе специальным образом отобранного и организованного материала.

Существуют три группы видеоматериалов:

- 1) видеоматериалы, специально предназначенные для обучения иностранному языку (видеокурсы и другие учебные фильмы);
- 2) видеоматериалы, предназначенные для носителей языка, включая художественные фильмы и прямую трансляцию телепрограмм в эфире;
- 3) видеоматериалы, разработанные самими преподавателями и обучающимися.

Видеоматериалы, относящиеся к первым двум категориям, могут использоваться в процессе обучения благодаря своей доступности и меньшей сложности в организации просмотра. Видеоматериалы, разработанные самостоятельно, с одной стороны, могут решать большее количество задач, поставленных преподавателем, так как именно он выбирает фрагменты для съемки и может повлиять на сам процесс, направить его в нужном направлении. С другой стороны, создание таких видеоматериалов – довольно сложный и трудоемкий процесс, требующий времени и наличия специального технического оборудования.

Учитывая ограниченное количество часов, отводимое на овладение иностранным языком в техническом вузе, представляется возможным использование готовых учебных видеофильмов, содержащихся в мультимедийных приложениях к учебникам британских издательств (Cutting Edge, Total English, Headaway, Face2Face, Market Leader и др.).

Такие учебные видеофильмы обладают рядом достоинств:

- 1) небольшая продолжительность фильма (5–7 минут) делает возможным его использование в обычном режиме занятия;
- 2) тематическая направленность (и, следовательно, возможность подобрать фильм под тему занятия);
- 3) законченный сюжет;
- 4) различная языковая сложность учебных фильмов, т. е. преподаватель может подбирать фильмы в зависимости от уровня владения языком студентами.

Важно помнить, что показ учебного фильма на занятии должен иметь, прежде всего, не развлекательную, а обучающую цель. Работу с учебным видео целесообразно проводить в конце пройденной темы, для закрепления и тренировки языкового материала и, в свою очередь, для развития умений устно-речевого общения. Таким образом, помимо развития умения аудирования, студенты совершенствуют и навыки устной речи, чему способствуют такие творческие задания, как составление монолога-резюме или диалога на основе содержания фильма, участие в ролевой игре, дискуссии и т. п., предлагаемые в конце просмотра фильма.

Учебное видео дает возможность представить, организовать процесс обучения языку как постепенное, поэтапное постижение живой иноязычной действительности с выделением различных процессов:

1. Смотрим → понимаем → активизируем (тренируем) → переносим в свою речь (при этом активизируется, прежде всего, содержательная основа для речи);
2. Смотрим → понимаем → обсуждаем (видео служит в качестве стимула для речи на иностранном языке).

Эффективность использования учебных фильмов на занятиях иностранного языка бесспорна, но следует помнить о необходимости правильной организации структуры видео урока, согласованности учебных возможностей видеофильма и задач обучения. Очень важно продумать ход занятия, рассчитать время на выполнение заданий, предусмотреть все возможные трудности, включая и новые лексико-грамматические средства, с которыми могут столкнуться студенты. Только в этом случае преподаватель может извлечь из такого занятия максимальную пользу.

В результате проведенного исследования удалось установить, что аудиовизуальный метод в целом и учебные фильмы как одно из аудиовизуальных средств обучения, создают необходимые условия для результативной аудиторной работы студентов. Использование аутентичных видеоматериалов на занятиях способствует интенсификации и оптимизации процесса обучения, повышает мотивацию и качество знаний студентов.

### Литература

1. *Щукин А.Н.* Обучение иностранным языкам: Теория и практика: Учеб. пособие для преподавателей и студентов. – М.: Филоматис, 2006.
2. *Гез Н.И.* История зарубежной методики преподавания иностранных языков. – М.: Академия, 2008. – 254 с.
3. *Елухина Н.В.* Средства обучения иностранному языку. – М.: [Б.и.], 1982. – 80 с.
4. Практический курс методики преподавания иностранных языков. – Минск: ТетраСистемс, 2009. – 288 с.
5. *Барменкова О.И.* Использование видеоматериалов для формирования коммуникативной компетенции учащихся на уроках английского языка // Эксперимент и инновации в школе. – 2011. – № 5. – С. 75–79.

УДК 005.591.6

Н.Л. Рогалева<sup>1</sup>, Э.Н. Климова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: nadia.6425@mail.ru;

<sup>2</sup> Новосибирский государственный университет экономики и управления,  
Новосибирск, 630099;  
e-mail: mokd@nsuem.ru

### ИННОВАЦИОННАЯ КОНЦЕПЦИЯ МАРКЕТИНГА УСЛУГ

В статье рассматривается инновационная концепция маркетинга услуг с позиции хай-тека. Обосновывается использование хай-тека в маркетинге как инновационной концепции. Приводятся характеристики понятия «хай-тек» из разных информационных источников.

**Ключевые слова:** концепция, маркетинг, маркетинг услуг, инновационный маркетинг, нейромаркетинг, хай-тек.

N.L. Rogaleva<sup>1</sup>, E.N. Klimova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kamchatsky State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: nadia.6425@mail.ru;

<sup>2</sup> Novosibirsk State University of Economics and Management,  
Novosibirsk, 630099  
e-mail: mokd@nsuem.ru

### INNOVATIVE CONCEPT OF SERVICE MARKETING

The article considers the innovative conception of service marketing from the perspective of hi-tech. The use of hi-tech in marketing as an innovative conception is proved. The descriptions of the concept “hi-tech” from different informative sources are given.

**Key words:** conception, marketing, service marketing, innovative marketing, neuromarketing, hi-tech.

Современные изменения в экономической сфере и общественной жизни привлекают повышенное внимание к сфере сервиса и всем ее отраслям – от банковских услуг до транспортных перевозок и коммуникаций. Доминантным направлением, обеспечивающим конкурентные преимущества в этой области экономики, выступают маркетинговые коммуникации. Говоря о современном маркетинге, мы не можем не обратиться к анализу конкурентных рыночных трендов, которые тесно связаны с маркетинговой деятельностью и в какой-то степени влияют на то, каким будет маркетинг завтра.

В маркетинге можно наблюдать три четких тренда: гибкие цены, широкомасштабные маркетинговые симуляции и зарождение новых маркетинговых парадигм: нейромаркетинга, информационного и инновационного маркетинга.

В чем состоит «новизна» сегодняшнего маркетинга? Прежде всего, это использование инновационных подходов во взаимодействии с клиентами, партнерами и другими причастными лицами. Во-вторых, современная жизнь и рынок пронизаны инновационными, высокотехнологичными процессами, которые воспринимаются как данность времени. В-третьих, инновации в экономической сфере, связанные с изменениями в мышлении, продуктах, процессах или организациях, технологиях или отношениях, ведут к повышению производительности, становясь основным источником увеличения прибыльности компаний [1].

Происходящие изменения информационного пространства рынков, отраслей и компаний привели к появлению новых каналов информации и новых возможностей при использовании

старых каналов при донесении информации до потребителя (интернет-маркетинг, электронные табло и т. д.). Наблюдается активизация внутрикорпоративного прессинга и желания руководства повысить эффективность бизнеса посредством агрессивной маркетинговой политики, которая зачастую не приносит ожидаемых результатов.

Последние годы богаты на хай-тек новинки, которые быстро становятся привычными потребителю, и модернизация которых будет усиливаться с каждым годом. Беспроводная зарядка, надеваемая периферия или «умные» очки, смарт-часы и смарт-ТВ, 3D-печать и бесконтактное управление – все это новинки хай-тека, которые постепенно входят в сознание и дома современных потребителей.

Перечисленные изменения ставят перед производителями вопросы, которые связаны с адаптацией и применением бизнес-технологий «нового времени» в практической деятельности и общении с потребителями. Благодаря чему индустрия хай-тек оказывается «живучей» и дееспособной?

Обратимся к анализу термина. Большой энциклопедический словарь трактует хай-тек как направление в архитектуре последней трети XX в., эстетически осваивающее инновационные разработки передовых отраслей науки и техники, развивает традицию конструктивизма. Сооружения в этом стиле благодаря применению новейших материалов, полировке поверхностей и т. д. напоминают образцы современной технологии, сборные производственные модули, контейнеры. Хай-тек базируется на искреннем показе функций, структур и материалов и проявляется в подчеркнутом артикулировании конструктивных и технологических элементов. В сферу эстетически значимых попадают элементы, формирующие облик производственной среды на промышленных предприятиях, которые до этого в ограниченной степени являлись объектами художественно-проектной деятельности: трубы, градирни, эстакады, водонапорные башни, силосы, воздухозаборные шахты, трубопроводы, установки кондиционирования и другое, что до недавнего времени предпочитали скрывать от посетителя или покупателя [2].

В своем прямом значении термин употребляется для характеристики технологических процессов в высокоразвитых отраслях производства – электронике, атомной энергетике, аэрокосмической технике. В архитектуре стиль хай-тек оформился в середине 70-х как способный наиболее полно выразить достижения науки и техники в эпоху научно-технического прогресса.

В условиях стремительного развития массового производства и насыщения рынка потребительскими товарами актуализировалась проблемы маркетинга: товары и услуги высоких технологий ввиду своих особенностей потребовали существенного изменения системы маркетинговых коммуникаций. «В постиндустриальном обществе достаточно высокий уровень жизни основной массы населения и наличие развитых технологий, позволяющих персонализировать массовую продукцию с сохранением ее относительно невысокой себестоимости, привели к тому, что покупатели больше не удовлетворяются стандартной продукцией (Э. Тоффлер) и стремятся получить товар, который создается специально для них и соответствует их внутреннему миру» [3]. Созданные на основе высоких технологий товары, создаются, как правило, под потребности, не удовлетворенные или не актуализированные у потребителей (современный покупатель часто не знает, что какую-либо потребность можно удовлетворить имеющимися товарами). Иногда потребитель сам не может сформулировать собственные неудовлетворенные потребности в виду обилия предложений. Увеличение срока службы товаров парадоксально привело к тому, что сроки создания и вывода на рынок новых товаров постоянно сокращаются. Поэтому хай-тек маркетинг ориентируется как на поиск новых потребностей, так и на поиск уникальных путей их удовлетворения в контексте данных экономических условий.

Таким образом, идея хай-тек маркетинга продиктована обозначенными изменениями и тенденциями, которые становятся частью современного бизнес-мышления. Содержание понятия вытекает из нового конкурентного рыночного контекста и вызвано развитием постиндустриального потребительского общества на фоне информационных и хай-тек революций. Само становление современного общества связано с распространением принципиально новых технологий, затрагивающих не только социокультурные пласты, но и бизнес-структуры, государственные формы управления и т. д.

Хай-тек технологии влияют на образ жизни, поведение и психологию потребителя, его запросы и способы удовлетворения потребностей, что должно сказаться и на маркетинговой деятельности как части общей рыночной системы, основу которой составляют такие процессы, как разработка товара, исследования, налаживание коммуникаций, организация распределения, установление цен, развертывание службы сервиса.

Мощь хай-тек актуализирует проблему оценки последствий от внедрения новых высоких технологий. Потребность в изучении особенностей взаимоотношения высоких технологий и потребителей продиктована и временным соотношением: «хай-тек выступает одной из ветвей постмодернизма, а его существование и жизнеспособность показывает невозможность изменения и создания языка нашего времени без обратной связи с техникой, современными методами производства и эстетикой активного художественного переживания острого своеобразия современной технологии» [2]. Основным принципом хай-тека служат технологические элементы, которые приобретают символическое значение, становятся знаками, критериями для оценки новизны, прогрессивности. Обусловленные высокими технологиями изменения существующей действительности замечают практики (топ-менеджеры, маркетологи), что вынуждает их тем или иным образом корректировать свою деятельность, и лишь затем происходит теоретическое осмысление данных изменений.

«Пока еще не исследованы высокие технологии как целостный экономический феномен, не выявлены присущие ему особенности и функции, не раскрыты механизмы функционирования и причины его значительных воздействий на бизнес, социум, культуру и человека» [3]. В связи с этим обнаруживается некая лакуна в обстоятельных серьезных теоретических исследованиях, связанных с влиянием хай-тек на динамику взаимоотношений общества, экономики.

Отличиями высоких технологий от других технологий являются: 1) усиление в принципиальной степени темпов и сил воздействия Hi-Tech, вызывающих обратные связи, что приводит к быстрым и необратимым системным изменениям действительности; 2) предрасположенность Hi-Tech продуктов становиться звеном другого высокотехнологичного процесса; 3) изменение порядка прохождения стадий создания технологии, при котором процесс репликации продуктов технологии запускается до начала стадии технологического процесса [3].

Копирование продуктов Hi-Tech, вызвало рождение высоких технологий, направленных на манипуляцию индивидуальным и массовым потребительским сознанием, формирование новых потребностей и потребителя с функциональной грамотностью. Также в постиндустриальном обществе наблюдается возрастание и увеличение наукоемких технологий, процессов коммерциализации науки, стимулируемых развитием Hi-Tech, что является предпосылкой для формирования новых основ маркетинга и новой концепции – концепции Hi-Tech marketing.

Давая научную трактовку понятию хай-тек маркетинга, мы определяем его как непрерывный процесс сопровождения жизнедеятельности компании и коммуникации с потребителями и другими контактными аудиториями, использующий новейшие, высокотехнологичные нововведения и методики, способные быстро и эффективно встроить компанию в сознание потребителя и рынок.

Принципиальное отличие хай-тек маркетинга от предыдущих концепций маркетинга основывается на экономической специфике феномена высоких технологий: высокой наукоемкости, высокой скорости внедрения и обновления, структурной перестройке экономических сфер, изменении процессов организации сбыта, производства и методов управления, продвижения и коммуникации с потребителями.

Одним из критериев хай-тек маркетинга является соответствие идеи товара или услуги требованиям технологичности и комфортности потребления. И если на начальном этапе появления хай-тек доминировал критерий технологичности, то сегодня доминирует критерий комфортности потребления.

Еще одной отличительной чертой новой концепции маркетинга является удовлетворение не актуализированных у массового потребителя потребностей, которые необходимо искусственно создавать. «Наукоемкость Hi-Tech ведет к созданию таких продуктов, принципы функционирования которых непонятны массовому потребителю, поэтому необходимо не только создавать такие образы продуктов Hi-Tech, которые были бы доступны для понимания для непрофессионалов, но и создавать искусственный спрос на эти продукты – одна из задач хай-тек» [4].

Сфера Hi-Tech, сопровождающаяся сокращением инновационного цикла, требует перестройки методов управления производством, процессами копирования продуктов и технологии, изменение сознания не только руководителей производства, но и всего персонала, участвующего в создании, внедрении, коммуникациях.

Потребитель в новой концепции – индивид, подчиняющийся обряду потребления, заключающемуся в постоянной гонке за модными новинками, теряющий индивидуальность, захваченный культурой мейнстрима. Непостижимость высоких технологий для большинства потребите-

лей способствует формированию отношения к Hi-Tech как к чуду, росту зависимости и беспомощности человека перед техникой и технологиями и снижает ответственность за последствия использования технологий.

Неотъемлемой частью концепции хай-тек маркетинга является коммуникации в системе «потребитель-интернет». Благодаря компьютерам реальность становится опосредованной теле-технологией (Х.Л. Дрейфус). Это касается и способов общения в интернет-среде (дистанционно). Особенностью современного осмысления развития хай-тек является возникновение широкого общественного интереса к проблемам оценки экологических и этических последствий от внедрения новых технологий [2].

В XXI в. изменился смысл потребления. Ранее он состоял в обладании вещью. В современном обществе вещи превратились в знаки статуса, а акценты переместились на процесс приобретения новой вещи, который становится важнее, чем обладание ею (что отражает, например, Hi-Tech-лихорадка). Потребление становится неким ритуальным действием. Акценты в маркетинге теперь ставятся на управление поведением потребителя и его желаниями на удовлетворение символических (имиджевых), интеллектуальных и эмоциональных потребностей. Зарождается «экономика впечатлений», ориентированная на ощущения потребителя и его эмоции. Принципы успешной постановки впечатлений и театральные приемы используются в организации маркетинговой деятельности компании. В качестве товара начинает выступать прежде всего знак; в обществе мечты основным стратегическим сырьем являются мифы, истории и легенды, определяющее значение приобретает история, к которой прилагается физический продукт (товар).

Стоимость товара производится не в конструкторском бюро или в производственных цехах, а в офисах маркетологов и рекламных агентств. Основными инструментами маркетинга является реклама (рекламные технологии) и PR, которые в настоящее время тесно взаимосвязаны и скорее могут сливаться в современной маркетинговой деятельности, чем противопоставляться друг другу. С помощью PR формируется интерес к товару, а также положительный управляемый имидж товара и его производителя, а с помощью рекламы потребитель оповещается о присутствии товара на рынке и побуждается к покупке или другим желаемым для предприятия действиям. Специалисты PR и рекламы используют современные методы общения, убеждения и манипуляции для налаживания сотрудничества и установления взаимопонимания. Огромную роль играют научные исследования. Привлекаются знания из психологии, социологии, педагогики, философии и других наук.

Инвестирование современных брендов, транслирующих в сознание потребителей определенные смыслы, сообщают покупателям о новых качествах товара или услуги, придавая все более высокую стоимость. Бренд сегодня – результат разнородного коммуникативного воздействия, выражаемого в создании уникального и привлекательного ореола объекта потребительских желаний.

Для того чтобы бренд создать, необходимо просчитать, спланировать его отражение в сознании потенциальных потребителей. Одним из самых популярных механизмов создания бренда является мифологизация и мифологические пласты, внедряемые в сознание и формирующие устойчивые эмоции, долгосрочную лояльность, готовность платить более высокую цену. Мифологизация бренда позволяет сформулировать идею рекламно-информационного воздействия, найти визуальные и вербальные аргументы, оказывающие усиленное воздействие на потребителей. С учетом присущего массовому сознанию тяготения к определенным стереотипам можно корректировать бренд-имиджи и, соответственно, потребительское поведение. Бренд, проходя сквозь призму восприятия, выступает как мифологизирующий субъект, вокруг которого создается мифическая реальность, причем мифологизация может происходить несколько раз. Целевая группа (не важно, потребительский сегмент или электорат) должна увидеть в бренде востребованную, желанную проекцию архетипа. Именно адресат наделяет образ бренда своей психической энергией, пропуская несколько раз его сквозь призму восприятия.

В среде гигантского супермаркета, который представляет собой современный потребительский рынок, потребителям важно на потеряться и выделить свои характеристики товара – значимые, облегчающие понимание товара, ценные и уникальные. Подобные характеристики обязательны для хай-тек товаров и услуг, так как именно в этой области покупатели часто не могут самостоятельно разобраться или, боясь новых технологий, игнорируют коммуникационные послания бренда. Поэтому задача хай-тек маркетинга – познакомить или точнее подружить потребителя с высокотехнологичными товарами.

В век потребительства наблюдается борьба не только товаров, но и брендов, эмоций и ценностей, которые начинают играть роль своеобразной религии. При этом высокотехнологичные компании удовлетворяют такой спрос, который сами и создают при раскрутке своих брендов.

Появление и развитие хай-тек маркетинга сегодня определяется Hi-Tech производством и сбытом Hi-Tech продуктов. Использование принципов маркетинга высоких технологий в других сферах (политической, социальной) способствует оптимизации «политических продаж», внедряя новейшие маркетинговые технологии для достижения успеха: сложную и многогранную систему элементов рекламы и PR.

Использование современных средств коммуникации и информационных технологий в современных маркетинговых технологиях становится привычным делом.

Если раньше реклама являлась основным маркетинговым инструментом, то в хай-тек маркетинге на первый план выходят такие средства, которые способны привлечь внимание своей нестандартностью; позиционировать и отличать лидера от догоняющего; позволяет использовать индивидуальный подход к решению проблемы покупателя, ненавязчиво воздействуя на потребителя; возможность завоевывать рынок в короткие сроки. Подобные коммуникации способны подключить эмоции клиента, среди которых, скорее всего, окажутся любовь и приверженность к бренду. Необходимо, в первую очередь, дать клиентам основания полагать, что вы о них заботитесь, узнав тем самым, как они хотят взаимодействовать с вами.

Анализ медийных предпочтений потребителей позволяет выделить такие инновационные инструменты маркетинговых коммуникаций, как виртуальный промоутер; VideoMapping; адвокат бренда; сторителлинг; туманный экран; интерактивный мультитач стол; проекционная пленка; ко-брендинг; флешмоб в социальных сетях; product placement и др.

Одним из обязательных векторов во взаимодействии с потребителями представляется интерактивное включение потенциальных потребителей в процесс создания и продвижения брендированных товаров. Наш мир – мир, где активные потребители хотят иметь право голоса, хотят, чтобы их голоса участвовали в создании брендов и одно из приоритетных направлений хай-тек маркетинга – предоставление потребителям возможности сотворчества, соучастия и сопричастности к судьбе бренда.

Инновационные технологии хай-тек коммуникаций помогают в приобретении новых клиентов. Не боясь экспериментировать с инновациями, за счет их своевременного внедрения в производство можно достичь не только экономии средств и ценного времени, но повысить эффективность вовлечения новых клиентов в жизнь компании. Зачастую такие инновации стоят немалых денег, но они обязательно окупятся, обновят бренд, делая хай-тек маркетинг действенным и востребованным.

В современных условиях для эффективного воздействия на потребителей не менее важны инновации в маркетинге, прежде всего в маркетинговых коммуникациях, чем изменения в продуктах компании. Опыт зарубежных стран показывает, что наибольшего эффекта при выводе продукта на рынок и поддержании интереса к нему у покупателей добиваются компании, использующие нестандартные высокотехнологичные методы взаимодействия с потребителями. Таким образом, роль Hi-Tech в современном мире трудно переоценить. Бурное развитие технического прогресса, венцом которого являются последние разработки в области высоких технологий, оказывает сильное влияние не только на нашу потребительскую жизнь, но и определенным образом формирует экономическую картину мира, все чаще выдвигаясь на первые позиции в иерархической структуре современной экономики. Влияние развития отрасли высоких технологий на экономику России и других стран усиливается с каждым годом, и тем важнее для нас осознание важности и необходимости всеобъемлющей поддержки этой отрасли в нашей стране.

### Литература

1. *Нюренбергер Л.Б., Климова Э.Н.* Профайлинг как инновационный инструмент маркетинга отношений // В мире научных открытий. – 2013. – № 8.1 (44).
2. РБК. Кризис практически не коснулся сектора хай-тек [Электронный ресурс]. – URL: <http://top.rbc.ru/economics/12/02/2009/280173.shtml> (дата обращения: 18.11.2016).
3. *Жукова Е.А.* Hi-Tech: динамика взаимодействий науки, общества и технологий: Автореф. дис. д-ра философ. наук. – Томск, 2007.
4. Хай-тек [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru/dic.nsf/stroitel/8954> (дата обращения: 24.11.2016).

УДК 378:001.891

**В.В. Рыкина**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Rykina1996@mail.ru*

### **РАЗВИТИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ В ПРОЦЕССЕ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

В статье рассматриваются принципы организации научно-исследовательской деятельности студентов как способ развития самостоятельного исследовательского мышления. Выявляются концептуальные основы научной деятельности обучающихся, систематизируются методы и формы организации НИРС, предлагаются к рассмотрению авторские формы организации научных исследований студентов и курсантов на основе перечисленных принципов. Особое внимание уделяется использованию цифровых образовательных ресурсов и современных способов коммуникации в процессе научного консультирования.

**Ключевые слова:** научно-исследовательская деятельность студентов; принципы организации научно-исследовательской деятельности; условия организации научно-исследовательской деятельности.

**V.V. Rykina**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: Rykina1996@mail.ru*

### **DEVELOPMENT OF INDEPENDENT THINKING OF STUDENTS IN RESEARCH ACTIVITY**

The article deals with the principles of the organization of student research activity as a way of development of independent research thinking. The conceptual bases of student research activity are shown, the methods and forms of organizing the students' scientific research are systematized, the author's forms of the organization of scientific research of students and cadets based on the listed principles are offered to consideration. Special attention is paid to use of digital educational resources and modern ways of communication in scientific consultation.

**Key words:** research activity of students; principles of the organization of research activity; conditions of the organization of research activity.

В реализации экономических и социальных преобразований России XXI в. очень важное значение имеет высококачественное образование, развитие интеллектуального и творческого потенциала учащейся молодежи. Современный специалист – человек высокообразованный, с широким спектром интересов, продолжающий лучшие традиции российской технической интеллигенции. Наиболее эффективным путем развития потенциала личности является освоение принципов научно-исследовательской деятельности.

Развитие науки в высшей школе предусматривает повышение качества подготовки специалистов, способных после окончания обучения самостоятельно решать серьезные научные задачи, идти в ногу с передовыми достижениями теории и практики управления в условиях рыночной экономики. Поэтому именно в учебном заведении важно привить студентам вкус к научным исследованиям, для чего, начиная с первого курса, развивать их научное мышление.

В данной статье мы рассмотрим педагогические принципы и условия организации НИРС в Камчатском государственном техническом университете, направленные на развитие мыслительных навыков студентов в процессе научно-исследовательской деятельности.

Одним из ведущих требований к качеству высшего образования в нашем учебном заведении является формирование специалиста творческого и инициативного, который обладает организаторскими навыками и умением направлять деятельность своего подразделения на совершенствование технологического процесса путем внедрения в практику новых достижений научной

и технической мысли. Обязательным условием реализации этих принципов является широкое привлечение студентов всех курсов и специальностей к участию в научно-исследовательской работе, непосредственное включение их в сферу научной жизни.

В высшем учебном заведении функционируют два основных вида научно-исследовательской работы студентов: учебная научно-исследовательская работа, предусмотренная учебными планами, и научно-исследовательская работа студентов.

Основными элементами учебно-исследовательской работы выступают:

- научно-исследовательская работа на семинарских занятиях;
- написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- работа студентов в рамках индивидуальной научной деятельности.

Формой, которая сочетает учебную и исследовательскую работу студентов, является проведение специальных научных семинаров при кафедрах [1].

Основными формами НИРС, выполняемой во внеучебное время, являются:

- предметные объединения;
- проектная деятельность;
- проблемные студенческие лаборатории;
- научные и научно-практические конференции;
- участие во внутривузовских конкурсах;
- участие в выполнении госбюджетной и договорной тематики кафедр [2].

Важно отметить, что исследовательская деятельность позволяет приобрести опыт работы с научной литературой. Данный навык в современных условиях является чрезвычайно важным умением, так как доминирующей тенденцией в молодежной среде является пренебрежение к вдумчивому научному чтению.

Наиболее эффективно и грамотно организовать научно-исследовательскую деятельность в вузе возможно под руководством высококвалифицированного педагога. Это в дальнейшем поможет решить вопросы формирования у будущих специалистов умений и навыков саморазвития, готовности приобретать знания и умения на протяжении всей жизни. Создавая условия для развития у студентов интеллектуального потенциала в процессе самостоятельной творческой деятельности, необходимо учитывать их индивидуальные особенности. Неоспоримым фактом следует признать то, что именно непосредственная вовлеченность молодых людей в процесс научно-исследовательской деятельности в период обучения в университете становится для них новой формой образования, именно здесь они «добывают» собственные знания, будучи вовлеченными в различные исследовательские проекты. В процессе участия в научно-исследовательской работе студенты изменяют свою статусную позицию – объект деятельности превращается в субъект. Один из важнейших результатов – осознание того факта, что молодые люди могут самостоятельно творить и создавать новое знание, и это является существенным стимулом для личностного саморазвития.

В современных условиях большинство студентов высших учебных заведений имеют возможность реализовать свой интеллектуальный потенциал, принимая участие в проектной, творческой и научно-исследовательской деятельности, как в рамках своего вуза, так и, благодаря современным технологиям, выходя далеко за его пределы. Основная роль педагогических и научных наставников, заключается в том, чтобы помочь раскрыться и направить способности и желание обучающихся к успешной социализации и самореализации в современном российском обществе.

Педагогические принципы организации научно-исследовательской деятельности можно сформулировать так:

1. Принцип добровольности. Основу его составляет желание самих студентов заниматься научной работой и получать от нее удовольствие, видеть смысл своей творческой деятельности, реализовывать свои индивидуальные способности.

2. Принцип доступности связан с учетом возрастных особенностей, предполагает выбор доступных форм и методов проводимых исследований с учетом интересов, мотивов, возможностей, способностей студентов.

3. Принцип проблемности предполагает создание под руководством педагога проблемных ситуаций и активизацию самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего и происходит творческое овладение исследовательскими знаниями, умениями, навыками и развитие мыслительных способностей.

4. Принцип учета индивидуальных особенностей. Предусматривает изучение их темперамента, характера, а также интересов, желаний, переживаний, способностей и темпа деятельности обучающихся, а также соответствие содержания, форм, средств и методов организации научной деятельности возрастным особенностям.

5. Принцип готовности самого научного наставника к исследовательской деятельности студентов. Важен уровень доверия, который допускает педагог по отношению к возможностям своих учащихся. Очень плодотворно создать такую образовательную среду, которая бы провоцировала учащегося на постановку вопросов и вызывала бы желание найти ответы на них, способствовала бы развитию его любознательности, постоянному стремлению наблюдать и экспериментировать, самостоятельно искать и получать новые знания о мире, то есть формировала и развивала бы научный интерес и творческую активность.

Для того чтобы в полной мере достичь поставленных педагогом целей, необходимо использовать исключительно личностный подход, предлагать индивидуальные задания. Это могут быть:

- задания на сравнение и сопоставление фактов;
- задания на отработку навыков анализа и синтеза;
- задания на развитие навыков конспектирования;
- задания на формулирование тезисов;
- задания на подготовку сообщений, докладов, рефератов, наглядных пособий и др.

Постепенный рост объема и сложности приобретенных студентами знаний, умений, навыков в процессе выполнения ими научной работы обеспечивает решение следующих основных задач:

- формирование научного мировоззрения, овладение методологией и методами научного исследования;
- оказание помощи студентам в ускоренном овладении специальностью, достижении высокого профессионализма;
- развитие творческого мышления и индивидуальных способностей студентов в решении практических задач;
- привитие студентам навыков самостоятельной научно-исследовательской работы;
- развитие инициативы, способности применять теоретические знания в своей практической работе;
- расширение теоретического кругозора и научной эрудиции будущего специалиста;
- создание и развитие научных школ, творческих коллективов, воспитание в вузе резерва ученых, исследователей, преподавателей [3].

Российские ученые: В. Гаврилюк, Л. Гусейнова и Т. Исламишина – на основе обобщения экспериментальных данных выделили возможные уровни самореализации студентов в учебно-исследовательской деятельности:

- а) репродуктивно-стереотипный – решение проблемы осуществляется в соответствии с усвоенными алгоритмами размышлений, деятельности, общения;
- б) адаптационный – студенты выполняют учебное исследование на основе разработанного преподавателем алгоритма;
- в) творчески рефлексивный – студенты, актуализируя свой личностно-ценностный, креативный потенциал, выделяют сущность проблемы, моделируют исследовательскую ситуацию, варианты и способы ее решения [4].

В КамчатГТУ на протяжении нескольких лет удается получать хороший эффект при использовании принципа научных исследований на стыке наук (например, истории и социологии, истории и политологии, экономики и менеджмента, бухгалтерского учета и экономики). Это дает определенное преимущество научным исследованиям, поскольку при всей сложности и многообразии современного мира многоплановость и комплексность играют все более существенную роль. В университете имеются возможности для создания коллективных форм работы различных подразделений – таких, как межкафедральные и межфакультетские объединения, формирование совместных групп для выполнения той или иной исследовательской работы и т. д.

При вовлечении студентов в сферу научно-исследовательской деятельности на практике хорошо показали себя способы использования нестандартных форм организации учебного процесса (занятие-аукцион, интеллектуальные марафоны, консультация со специалистом, экскурсии, лаборатория нерешенных задач и др.). В использовании методов и приемов стимулирования исследовательского поведения хорошо зарекомендовали себя личностно-ориентированные и инди-

видуальные подходы; технологии развивающего, проблемного, эвристического обучения; проблемно-поисковые методы (исследовательский, игровой, эвристический и др.), основанные на активизации мыслительно-аналитической деятельности учащихся, а также информационные ресурсы Интернета и различные интернет-технологии.

В настоящее время Интернет используется в различных видах образовательной деятельности, и НИРС не стала исключением. Электронные информационные ресурсы в Интернете открывает широкий диапазон деятельности при организации НИРС в образовательной сфере:

- электронная почта – для обмена информацией между студентами, преподавателями и учебными заведениями;
- списки рассылки – для рассылки общей информации о научно-исследовательской работе и организации их обсуждений;
- данные о научно-исследовательских грантах, стипендиях, конкурсах;
- использование технологий WWW, которые в настоящее время могут служить базовыми технологиями для организации НИРС;
- доступ к мировым информационным ресурсам через Интернет, при этом все известные виды электронных изданий могут служить основой для организации НИРС, но наиболее эффективными являются мультимедийные;
- сайты вуза, научно-учебных организаций, которые облегчают налаживание контактов между вузами, обмен опытом и информацией, проведение научных студенческих конференций и семинаров в дистанционном режиме;
- информация с форумов, посвященных обсуждению научных работ студентов.

Использование информационных технологий при организации научно-исследовательской работы студентов помогает повысить профессиональный уровень, расширить кругозор и, самое главное, позволяет усилить мотивацию, улучшить отношение к научно-исследовательской работе, а также сформировать навыки научно-исследовательской работы с электронными информационными ресурсами, путем обучения активному диалогу студента с компьютером [5].

В процессе вовлечения студентов в научную деятельность наиболее часто используется исследовательский метод. Он заключается в том, что студенты самостоятельно при минимальной консультационной поддержке педагога осуществляют научно-учебное исследование, а затем докладывают о его результатах и обосновывают или подтверждают этим материалом теоретические положения. Это могут быть и специальные исследовательские задания, которые выполняются несколькими студентами или всей группой. Использование исследовательского метода требует от преподавателя хорошего знания учебного материала, широкой эрудиции, умения устанавливать и поддерживать в учебной работе контакт со студентами, создавать атмосферу сотрудничества, совместного поиска ответа на проблемные вопросы.

В основе метода лежит развитие познавательных, творческих навыков обучающихся, умений самостоятельно конструировать свои знания, умений ориентироваться в информационном пространстве, развитие критического мышления [6].

Наиболее ярким примером использования мною всех выше перечисленных технологий является подготовка студенческих групп КамчатГТУ (16 ЭПб; 17 Губ) к участию в научно-исследовательских проектах 2017/2018 учебного года – к 100-летию юбилею революционных событий в России, «Битва Умов», где они заняли первые места и показали высокий уровень самореализации в процессе исторического исследования при подготовке этих мероприятий.

### Литература

1. *Алаторцева И.С.* Проблема активизации научно-исследовательской деятельности студенческой молодежи // Сб. науч. трудов Всерос. науч.-практ. конф. «Современное непрерывное образование и инновационное развитие» / Под ред. А.Н. Царькова, И.А. Бугакова. – Серпухов: МОУ «ИИФ», 2012 [Электронный ресурс]. – URL: <https://studwood.ru/1064530/pedagogika/> (дата обращения: 23.03.2018).
2. *Аминов И.Б., Шаранова Н.А.* Использование средств информационных технологий при организации научно-исследовательской работы студентов // Молодой ученый. – 2016. – № 3. – С. 769–771 [Электронный ресурс]. – URL: <https://moluch.ru/archive/107/25594/> (дата обращения: 25.03.2018).

3. Методологические основы развития педагогических систем непрерывного образования: Моногр. / Под ред. А. К. Орешкиной. – М.: Издательский центр ИЭТ, ФГНУ ИТИП РАО, 2013 [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/1493238/page:3/> (дата обращения: 24.03.2018).

4. *Рахматулин Р.Я.* Интернет-технологии в социально-педагогической деятельности // Социальная педагогика в России. – 2012. – № 5. – С. 39–44 [Электронный ресурс]. – URL: <http://studbooks.net/70158/pedagogika/> (дата обращения: 25.03.2018).

5. *Цибизова Т.Ю.* О формах преемственности научно-исследовательской деятельности обучающихся в образовательном процессе «школа-вуз» // Вестник МГОУ. – 2011. – № 2. – С. 49–55.

6. *Шелковникова Н.В.* Технология реализации метода исследовательских групп в процессе научно-исследовательской работы студентов // Молодой ученый. – 2010. – № 6. – С. 361–363 [Электронный ресурс]. – URL: <https://moluch.ru/archive/17/1748/> (дата обращения: 25.03.2018).

УДК 005.591.6

**С.А. Супрун**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: sonyasuprun@gmail.com*

**ОСНОВНЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ  
ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И НАПРАВЛЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ  
НОВОЙ ТЕХНИКИ НА ПРЕДПРИЯТИИ В РОССИИ**

В статье проанализировано прогрессивное сплошное положение инноваторских процессов в экономике нашей страны и раскрыты основные направления внедрения новой техники на предприятии.

**Ключевые слова:** инновационная деятельность, инновационная политика государства, внедрение новой техники, реализация новой продукции, конкуренция, риски выведения новой техники.

**S.A. Suprun**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: sonyasuprun@gmail.com*

**ACTUAL DEVELOPMENT PROBLEMS OF INNOVATION ACTIVITIES  
AND DIRECTIONS OF TECHNICAL IMPROVEMENT IN THE RUSSIAN ENTERPRISES**

The article analyzes the progressive continuous position of innovation processes in the economy of our country and reveals the main directions of the introduction of new technology in the enterprise.

**Key words:** innovative activity, innovative policy of the state, introduction of new technology, realization of new production, competition, risks of development of new technology.

Экономическое состояние инновационной деятельности сегодня во многом обусловлено развитием экономики на основе модернизации, создания и внедрения технологий и усиливающейся конкуренцией, которые обеспечивают благоприятные условия для инновационной деятельности. Экономическое состояние инновационной деятельности в значительной степени зависит от форм ее организации и методов регулирования финансовой поддержки.

Переход к стадии инновационного обновления ставит основные задачи повышения стойкости и устойчивости государственной экономики:

- диверсификации в стратегии предприятия;
- выравнивания значения степени финансового становления ее всевозможных субъектов – конвергенции;
- увеличения эластичности, маневренности и адаптивности;
- поддержания стабильного планирования и использования экономической оценки сбыта на рынке труда [1].

Эффективностью управления инноваторской специализации считается определение важных расходов для реализации инновационных событий и деятельности, вероятных источников финансирования, оценка денежного эффекта от интеграции новых модернизированных оборудования и технологии, анализ сравнительной производительности новаторства методом сравнения финансовых характеристик и диагностика сверхзначимых показателей стабильной устойчивости в производстве.

Актуальность этой статьи заключается в выяснении задач и способов модифицирования инноваторской деятельности и внедрения свежей техники для дальнейшего развития предприятия на рынке сбыта. Массовые наружные процессы, к примеру подъем и необходимости населения,

эволюция науки и спецтехники, успешного обязательства перед организацией, повальное развитое воспроизводство и конкурентность заставляют нынешние производственные фирмы вводить что-то обновленное во все сферы собственной работы.

Целью считается становление и перераспределение контроля инноваторской работы фирмы методом выпуска свежих и усовершенствованных обликов продукции, улучшения способов ее изготовления, доставки и реализации. Проведение верного выбора новой техники в России будет гарантировать приток настоящих валютных (денежных) средств, оформляющий больше первоначальных вложений в оборот.

Источниками финансирования данной работы имеют все шансы быть правительство, фирмы, финансово-промышленные группы, маленький бизнес по расширению моделирования новшеств, инноваторские фонды, органы районного самоуправления, частные лица и другое. Все они принимают участие в домашнем процессе и тем или иным образом содействуют развитию нововведений.

Для начала необходимо дать толкование понятия «инновационной деятельности» и проблемы становления в России.

Инновационная деятельность – это целое объединение научных, технологических, организационных, денежных и платных событий, направленных на коммерциализацию накопленных умений, технологий, оборудования и процессов выявления решений с целью эффективного использования [7]. Экономический субъект этого процесса предполагает вложения в разработку новой техники независимо от организационно-правовой формы и объема собственности, что является их инвестиционно-инновационной деятельностью.

Причины слабого развития инновационной деятельности в России:

- буквально практически абсолютная недоступность цены на инновации;
- недостающее финансирование сферы науки, в целом НИОКР;
- отсутствие действующего механизма помощи и стимулирования;
- разобщенность звеньев цикла от рождения сотворения идеи до организации изготовления наукоемкой продукции;
- неразвитость ансамбля инновационной инфраструктуры;
- уменьшение персонала, занятого исследовательскими работами и разработками;
- снижение статуса научного работника.

Роль инноваторской работы к финансовому подъему страны в долгосрочной перспективе, созданию единого рыночного пространства, стимулированию и повышению конкурентоспособности отдельного физического лица на предприятии, укреплению обороноспособности России, ее экономической, продовольственной безопасности, получению платной выгоды, наращиванию толики рынка, расширению круга вероятных клиентов, покорению свежих частей рынка, стабилизации и закреплению положения на базе, росту уровня жизни населения [5].

В ситуациях сильной конкуренции предприятия, не вносящие значительных усовершенствований в свою работу, не смогут долго просуществовать в дальнейшем. Как было сказано выше, предприятия, внедряя обновленную технику и технологии в свою деятельность, повышают качество и продуктивность изделий, совершенствуют средства, методы и организацию производства. Внедрение новой техники обычно производится по следующим направлениям:

- 1) освоение другой выпускаемой продукции, ее модернизация и реализация;
- 2) ввод в производство нового оборудования;
- 3) применения иных способов и приемов производства продукции, а также информационных технологий;
- 4) применение и улучшение современных прогрессивных методов и правил организации в управлении производства.

Совершенствование техники и организации производства напрямую связано с потребностями рынка, определяются продукция, которую нужно осваивать предприятию, а также ее потенциальные потребители и конкуренты. Все эти вопросы на предприятии решаются маркетологами, инженерами, экономистами, которые разрабатывают стратегии развития предприятия. На основе этих стратегий определяются направления технического развития производства и ее сектор, за который стоит закрепиться и удерживать [2].

Инновационная деятельность предприятия, которая разрабатывает, внедряет и осваивает новшества, включает в себя:

- 1) выполнение научно-исследовательских работ по созданию идей новшества и лабораторных исследований в виде изготовления новых видов механизмов, конструкций и изделий;
- 2) выбор необходимого товара и фурнитуры для производства новых видов продукции;
- 3) создание технологического процесса разработки и усовершенствование обновленной продукции;
- 4) изготовление и освоение образцов новой техники, которые будут необходимы для выработки ассортимента;
- 5) принятие новых координационно-административных заключений, которые направлены на реализацию нововведений;
- 6) ознакомление, подготовку и обучение персонала;
- 7) поиск нужной документации согласно патентованию, лицензированию и покупке ноу-хау;
- 8) проведение рекламных и газетных изложений для продвижения инноваций.

Инновационная политика государства является активной мерой для объединения управленческих, экономических и технологических методов труда, которые разрабатывают и создают нововведения. Ее целью является предоставление предприятию значительных преимуществ в сравнении с конкурентами, следовательно, увеличение рентабельности производства, деловой активности, анализа ликвидности, сбыта продукции [6].

Для осуществления инновационной деятельности необходимо иметь инновационный потенциал предприятия, который характеризуется объединением ресурсов:

- 1) материальных (оборудование, ресурс площадей);
- 2) интеллектуальных (документация, бизнес-планы, лицензии);
- 3) финансовых (инвестиционные, собственные и заемные ресурсы);
- 4) кадровых (персонал, который заинтересован в инновациях; опыт проведения нововведений и управления проектами);
- 5) инфраструктурных (отдел маркетинга, главного технолога и т. д.);
- 6) иных ресурсов, которые необходимы для реализации инновационной деятельности.

Выбор той или иной стратегии напрямую зависит от поведения руководителя в сложных ситуациях и от состояния инновационного потенциала предприятия, который определяется по мере готовности выполнить все поставленные цели в области развития.

Финансирование, которое предназначено для инвестиций, условно делится на следующие направления:

- 1) освоение и реализация новой продукции (внесение значительных изменений в технологию и организацию производства, обеспечение целостного и быстрого внедрения передовых достижений науки в производство предприятия);
- 2) техническое перевооружение (обновление производственного аппарата, перманентно происходящая замена устаревшей техники и технологии на более надежную);
- 3) расширение производства (строительство новых цехов, подразделений основного и вспомогательного производства);
- 4) реконструкция (замена устаревшего и изношенного оборудования, совершенствование зданий и сооружений);
- 5) новое строительство [3].

При внедрении новой продукции и техники нельзя избежать риска, и обычно осуществляется выпуск пробной партии товара и исследование рынка. Если все проходит успешно, то начнется подготовка к массовому производству товара. Его уровень значительно изменяется и напрямую зависит от новизны продукта или техники. Чем больше степень новизны, тем больше неопределенность того, как продукт будет воспринят на рынке.

Главными причинами неудачного выведения новых товаров на рынок являются:

- 1) завышенная стоимость;
- 2) неверно выбранный сезон выхода на торг;
- 3) неправильное определение мотивированной аудитории;
- 4) погрешности характеристики ресторанта;
- 5) ошибочное указание ожидаемого спроса;
- 6) недостаточные активные действия в продвижении своего продукта;
- 7) дефекты и возвраты;

8) ответное поведение конкурентов;

9) потребители не замечают изделия среди конкурентов [4].

Главные причины неудач выведения новых техник: неполноценный анализ внешней среды функционирования предприятия, недостаточное обновление и деградация производственной базы, незавершенной продукции, неправильное поведение конкурентов и перспектив развития на рынке, неполноценный анализ внутренних возможностей предприятия, малоэффективный маркетинг и недостающее поддержание нового продукта при выведении его на рынок [8].

Анализ общепринятых недочетов введения новинки показывает, что достижение «инновационных технологий» во многом зависит от систем управления и регулирования, которые применяются на предприятии. Немаловажные исправления в назначении установки и системы управления созданием вносит необходимость комплексного подхода к созданию и реализации новой техники и организации производства. Использование новых инженерных решений опирается на научные разработки в различных областях, тем самым понятие внедрения новой техники расширяется и входит составной долей в понятие научно-технического сдвига, который характеризует формирования роста науки и техники.

В заключение можно сказать, что в рыночной экономике инновации представляют собой: эффективность использования оборотных средств и конкурентной борьбы, создание новых потребностей, снижение себестоимости продукции, приток материальных покрытий, повышение имиджа производителя новых продуктов, открытие и захват новых внешних рынков, совершенствование технологии производства выпускаемой продукции с последующей реализацией на зарубежных рынках, использование и извлечение выгоды в результате научных исследований и разработок, расширение и обновление номенклатуры (ассортимента) и улучшение качества труда, и являются ведущими направлениями инновационной деятельности.

### Литература

1. *Бойко И.В.* Основы инновационного развития и новой экономики. – СПб.: Ун-т ИТМО, 2015. – 98 с.

2. *Бекетов Н.В.* Принципы и методы оценки экономической эффективности функционирования строительных фирм // Экономический анализ. Теория и практика. – 2008. – № 4. – С. 12–32.

3. *Грузинов В.П., Астафьева И.А.* Эффективность управления промышленными предприятиями: теоретический аспект // Автомобильная промышленность. – 2012. – № 8.

4. *Грачева М.В.* Риск – анализ инвестиционного проекта: Учеб. для вузов. – М.: ЮНИТИ – ДАНА, 2009. – 351 с.

5. *Жданова О. А.* Роль инноваций в современной экономике: Материалы. – Пермь: Меркурий, 2011. – С. 38-40.

6. *Барышева А.В., Балдин К.В., Передеряев И.И.* Инновации: Учеб. пособие / Под общ. ред. проф., д.т.н. А. В. Барышевой. – 3-е изд. – М.: Дашков и К, 2012. – 384 с.

7. *Гольдштейн Г. Я.* Понятие инновационной деятельности [Электронный ресурс]. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Инновационная\\_деятельность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Инновационная_деятельность) (дата обращения: 15.04.18).

8. Экономическая статья о причине неудач новых техник на рынке [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfiles.net/preview/5273045/page:15/> (дата обращения: 15.04.18).

УДК 314(571.66)

**С.Ш. Шамои**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: shsona1997@mail.ru*

## **АНАЛИЗ ДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ И ПРИЧИНЫ ОТТОКА НАСЕЛЕНИЯ**

В статье дан анализ демографической ситуации на Камчатке. Выявлены причины этих изменений, и представлены возможные пути снижения оттока населения.

**Ключевые слова:** демографическая ситуация, социально-экономическое развитие, демографическое развитие, демографическая рента, демографический кризис.

**S. S. Shamoï**

*Kamchatka State Technical University,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003  
e-mail: shsona1997@mail.ru*

## **THE ANALYSIS OF DEMOGRAPHIC SITUATION IN KAMCHATSKIY KRAI AND THE REASONS FOR THE EXODUS**

This article provides an analysis of the demographic situation in Kamchatka. The causes of these changes are identified and possible ways to reduce the outflow of the population are presented.

**Key words:** demographic situation, socio-economic development, demographic development, demographic rent, demographic crisis.

Демографическая ситуация – это динамика численности и половозрастной структуры населения, а также демографических процессов (рождаемости, смертности, миграции, брачности и разводимости), протекающих на данной территории (страна, регион, поселение) в определенное время. Ситуация описывается показателями за большее или меньшее число лет, что позволяет выявить основные тенденции, оценить возможные последствия конкретных демографических процессов, установить факторы, породившие те или иные проблемы. Оценка ситуации зависит от характера демографических тенденций и остроты проблем в области воспроизводства и миграции населения [1].

Согласно оперативным данным Росстата на 1 июля 2017 г. численность постоянного населения Российской Федерации составила 147,8 млн человек. С начала года число жителей России уменьшилось на 16,0 тыс. человек, или на 0,01% в результате сложившейся естественной убыли населения. Миграционный прирост на 85,7% компенсировал численные потери населения. Такая картина сложилась во многом из-за снижения рождаемости по сравнению с аналогичным периодом прошлого года на 106,4 тыс. человек. Городское население Российской Федерации на 1 января 2017 г. составляет 109 032 363 человек, сельское – 37 772 009 человек [2].

К числу наиболее острых проблем демографической ситуации относятся [3]:

- снижение рождаемости до уровня, не обеспечивающего простого численного замещения поколений родителей их детьми;
- высокая смертность населения, особенно трудоспособного возраста;
- низкая продолжительность жизни, уменьшение численности молодежи и увеличение численности граждан пенсионного и предпенсионного возраста.

Современная демографическая ситуация в Камчатском крае, несмотря на некоторое замедление темпов снижения численности населения, вызывает серьезную озабоченность.

За 2015 г. численность жителей края составила 317 400 человек, из них численность городского населения 77,5%, численность сельского населения – 22,5 %. По состоянию на 1 января 2016 г. численность населения Камчатского края составила 316 118 человек, из них численность городского населения 78,8%, численность сельского населения – 22,3% [6]. В табл. 1 показана общая численность населения на 1 января за последние девять лет.

Таблица 1

Численность населения на начало года [4]

Годы	Численность населения на начало года				
	Все население, тыс. человек	В том числе		В общей численности населения, %	
		городское	сельское	городское	сельское
2008	327,9	259,5	68,4	79,1	20,9
2009	325,2	253,6	71,6	78,0	22,0
2010	323,2	253,0	70,2	78,3	21,7
2011	321,7	249,0	72,7	77,4	22,6
2012	320,2	248,1	72,1	77,5	22,5
2013	320,5	247,2	73,3	77,1	22,9
2014	319,9	247,5	72,3	77,4	22,6
2015	317,4	245,9	71,3	77,5	22,5
2016	316,1	246,0	70,0	78,8	22,3
2017	314,7	245,6	69,1	78,0	22,0

Согласно сведениям, представленным в табл. 1, можно сделать заключение о том, что снижение числа жителей целиком обуславливается миграционным оттоком. По состоянию на начало 2016 г. в крае проживало 157,7 тыс. мужчин и 158,4 тыс. женщин (соответственно, 49,9% и 50,1% в общей численности населения), на каждую 1000 мужчин приходилось 1005 женщин.

Удельный вес лиц моложе трудоспособного возраста (0–15 лет) на 1 января 2016 г. составлял 18,4%, доля лиц пенсионного возраста – 19,8%, доля населения трудоспособного возраста – 61,8%. По сравнению с предыдущим годом численность молодежи и населения пенсионного возраста увеличилась, что представлено в табл. 2.

Таблица 2

Распределение населения по возрастным группам [5]

	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Все население	323167	321660	320157	320550	319866	317270	316118	314731
в том числе в возрасте, лет:								
0–4	18976	18694	18966	19262	19492	19848	20346	20408
5–9	17039	17419	17641	17642	17777	18000	18025	18445
10–14	16102	15959	15783	16043	16071	16262	16624	16930
15–19	19357	17752	16007	16144	15830	15555	15265	15097
20–24	28047	27579	26192	23825	21588	19647	18265	17143
25–29	29080	29358	29824	30229	29832	28594	27169	25248
30–34	27718	27447	27463	27976	28800	28886	29236	29645
35–39	26932	27313	27365	27372	27320	26904	26684	26733
40–44	23473	23603	23953	24877	25646	25850	26187	26147
45–49	26192	24909	23927	23093	22350	22069	22326	22526
50–54	25351	25335	25556	25317	24925	24056	22936	22004
55–59	23196	22818	22324	22040	22063	22010	22204	22390
60–64	17043	18452	19054	19423	19437	19120	18882	18564
65–69	9806	9094	9323	10225	11738	13529	14774	15335
70 и более	14854	15928	16779	17082	16997	16940	17195	18116
Из общей численности, население в возрасте:								
моложе трудоспособного	55373	55284	55572	55984	56527	57144	58016	58798
трудоспособном	213396	210393	207315	206007	203437	198921	195539	192138
старшего трудоспособного	54396	55982	57269	58558	59900	61204	62561	63793

По представленным данным можно прийти к выводу, что население в трудоспособном возрасте с каждым годом уменьшается.

В 2015 г. в Камчатском крае родилось 4 152 детей – это на 54 малышей меньше, чем в предыдущем году, 80,0% всех новорожденных появились в городах Камчатского края. Число родившихся мальчиков превысило число родившихся девочек на 4,7%, или 93 ребенка. Также за год в крае родились 54 двойни и 4 тройни [6].

Далее проанализируем естественное движение населения за период с 2008 по 2016 гг., данные которого представлены в табл. 3.

Таблица 3

Рождаемость, смертность и естественный прирост населения [5]

Годы	Всего, человек			На 1000 человек населения		
	родившихся	умерших	естественный прирост, убыль (-)	родившихся	умерших	естественный прирост, убыль (-)
2008	4 022	3 926	96	12,3	12,0	0,3
2009	4 074	4 045	29	12,6	12,5	0,1
2010	3 880	4 067	-187	12,0	12,6	-0,6
2011	3 996	3 868	128	12,5	12,1	0,4
2012	4 182	3 731	451	13,1	11,6	1,5
2013	4 160	3 642	518	13	11,4	1,6
2014	4 206	3 679	527	13,2	11,5	1,7
2015	4 152	3 640	510	13,0	11,5	1,6
2016	4 057	3 639	418	12,9	11,5	1,4

Общий коэффициент рождаемости в целом по краю в 2015 г. составил 13,0 промилле, что практически равно среднероссийскому значению (в среднем по России – 13,3%). Но при этом в настоящее время женщин наиболее оптимального детородного возраста (21–30 лет) на Камчатке насчитывается 23 тыс. человек, а к 2020 г. женщин, способных дать здоровое потомство, будет всего 17 тысяч. В 2015 г. доля женщин в возрасте 21–30 лет составила на полуострове 15% от общей численности населения, к 2020 г. таких женщин останется 9%.

Главной проблемой Дальнего Востока в настоящее время является многолетний масштабный отток населения, который связан с низкими заработными платами, слишком высокими ценами на жилье, недостаточной комфортностью условий жизни и общей неустойчивостью социально-экономической ситуации. При сравнении численности населения на 1 января 2015 г. и 1 января 2016 г. можно сделать вывод, что численность сократилась:

- в Хабаровском крае на 0,36% (-4 694 чел.);
- Амурской области на 0,50% (-4 102 чел.);
- Приморском крае на 0,21% (-4 345 чел.);
- Сахалинской области на 0,3% (-971 чел.);
- Магаданской области на 1,22% (-1 795 чел.);
- Камчатском крае на 0,3% (-941 чел.);
- Чукотском АО на 0,78% (-389 чел.).

При этом значительная часть издержек пришлась на людей трудоспособного возраста и высокой квалификации. Подобное снижение числа обусловлено, с одной стороны, миграцией за пределы макрорегиона, с другой стороны, существенным увеличением в последние годы смертности над рождаемостью.

Для того чтобы избежать глобального оттока жителей с региона, необходимо:

1. Провести протекционистскую политику:
  - активизировать экономическую и социальную жизнь региона;
  - установить контроль над ценами (на электроэнергию, на проезд);
  - закрепить старожильческое население на местах и другие меры социального характера.
2. Ввести дешевую ипотеку, при этом компенсировать оплату первоначального взноса в полном объеме из федерального бюджета.
3. Увеличить количество бюджетных мест в высших учебных заведениях, а также ввести уникальные образовательные программы, по которым обучение будет осуществляться только на территории данного региона.

4. Организовать для выпускников стажировку на предприятии с последующим трудоустройством.

5. Ввести отсрочку от призыва для молодых специалистов.

6. Молодым специалистам оказывать содействие в решении жилищного вопроса [6].

Из всего вышеизложенного можно прийти к выводу, что демографическая ситуация на Камчатке в настоящее время и в ближайшем будущем остается достаточно сложной. Пристальное внимание Правительства РФ к проблемам Дальневосточного федерального округа, реализация национальных проектов должны приостановить негативные процессы в экономике и социальной сфере полуострова, что позволит надеяться на улучшение данной ситуации и повышение уровня жизни населения.

### **Литература**

1. Демографическая ситуация [Электронный ресурс]. – URL: <http://rybakovsky.ru/uchebnik3a27.html> (дата обращения: 21.10.2017).

2. Население России: численность, динамика, статистика [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.statdata.ru/russia> (дата обращения: 21.10.2017).

3. Оценка демографической ситуации в Камчатском крае [Электронный ресурс]. – URL: <https://refdb.ru/look/2394919-p5.html> (дата обращения: 21.10.2017).

4. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Камчатскому краю [Электронный ресурс]. – URL: [http://kamstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/kamstat/ru/statistics/population/](http://kamstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kamstat/ru/statistics/population/) (дата обращения: 21.10.2017).

5. Камчатка-информ: Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]. – URL: <https://kamchatinfo.com/news/society/detail/16459/> (дата обращения: 21.10.2017).

6. Отток населения как одна из главных экономических проблем Дальнего Востока [Электронный ресурс]. – URL: <https://moluch.ru/archive/113/29425/> (дата обращения: 21.10.2017).

УДК 330. 34

**В.П. Шпалтаков**

*Омский государственный университет путей сообщения,  
Омск, 644046  
e-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru*

### **ИНТЕРЕСЫ КАК ВАЖНЕЙШИЙ ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ**

В статье рассматривается сущность категории «экономический интерес», характер экономических интересов в России, причины и виды противоречий в интересах, их роль и значение для развития страны, необходимые перемены в государственной политике, основные пути и методы совершенствования экономических интересов.

**Ключевые слова:** экономические интересы, противоречия в интересах, экономическая свобода, государственное регулирование, согласование интересов.

**V.P. Shpaltakov**

*Omsk State Transport University,  
Omsk, 644046  
e-mail: olga.karavaeva.42@mail.ru*

### **INTERESTS AS THE MOST IMPORTANT FACTOR OF ECONOMIC DEVELOPMENT**

The essence of the category "economic interest", the nature of economic interests in Russia, the causes and types of contradictions in the interests, their role and importance for the development of the country, the necessary changes in state policy, the main ways and methods for improving economic interests are considered in the article.

**Key words:** economic interests, contradictions in interests, economic freedom, state regulation, coordination of interests.

Россия на протяжении последней четверти века не может достичь устойчивого экономического развития. Одна из важнейших причин этого застоя заключена в отсутствии экономической политики формирования таких экономических отношений в обществе, которые бы строились на системе экономических интересов групп чиновников, предпринимателей и трудящихся в различных отраслях хозяйства. В большей степени учитываются и поддерживаются интересы бизнеса в ресурсных и оборонных отраслях, ориентированных в значительной мере на экспорт своих товаров. Проблема заключается в том, чтобы создать сильную систему интересов правительства и бизнеса в развитии наукоемких и высокотехнологичных отраслей, развернуть основную часть производства на потребности внутреннего рынка и на этой основе увеличить занятость населения и рост его доходов.

Необходимо прежде всего понять действенную сущность интересов в рыночной экономике. Взаимодействие хозяйствующих субъектов в капиталистической системе осуществляется путем согласования их экономических интересов. Адам Смит в своей книге «Богатство народов» сформулировал несколько идей, которые легли в основу модели «экономического человека», в центре которой находится понятие интереса. Смит полагал, что в системе естественной свободы каждый человек, пока не нарушает законов справедливости, может свободно преследовать свои интересы, конкурировать с другими людьми своим трудом и капиталом. Человек направляется «невидимой рукой» к цели, которая совсем не входила в его намерения, – к общественной пользе. Смит говорит: «Преследуя свои собственные интересы, он часто более действенным способом служит интересам общества, чем тогда, когда сознательно стремится делать это» [1, с. 443]. Под «невидимой рукой» Смит подразумевал действие законов рынка и прежде всего сил конкуренции. Он полагал, что эгоистический интерес и силы конкуренции создают эффек-

тивный механизм координации деятельности людей и способствуют росту общественного благосостояния. Марксистское понимание интереса тесно связывалось с конкретным анализом социально-экономических отношений. В работе «Святое семейство» интерес рассматривается Марксом как сила, которая «сцепляет друг с другом членов гражданского общества» [2, с. 134]. Общность интересов группы людей, их связь являются самой существенной характеристикой самого понятия «класс». Однако эта связь особого рода: она вместе с тем является свойством человека, порождающим его действия и поступки: «все то, за что человек борется, связано с его интересом», но при этом неверно утверждать, что «существуют только «мелкие» интересы, только интересы низменного себялюбия» [2, с. 72]. Особенность интересов была отмечена Ф. Энгельсом: «Экономические отношения каждого данного общества проявляются, прежде всего, как интересы». [3, с. 271]. В теории Маркса имеется важное положение – о государстве как орудии интересов господствующих классов. Он говорит, что «интерес стремится низвести и низводит государство до роли средства частного интереса» [2, с. 138]. Представительные органы, исполнительная власть, административные учреждения могут быть превращены из общественных институтов в классовые, сословные и выражать их материальные интересы. Суд также может становиться выразителем частного интереса. В таком обществе интересы не согласованы, что приводит к социальным конфликтам. Неинституционалисты внесли новые взгляды в оценку эгоистического поведения людей, которое не только создает рациональность хозяйствования, но и порождает оппортунизм. О. Уильямсон по этому поводу пишет: «Под оппортунизмом я понимаю преследование личного интереса с использованием коварства. Подобное поведение включает такие его более явные формы, как ложь, воровство и мошенничество, но едва ли ограничивается ими» [4, с. 97]. Эти проблемы должны решаться с помощью таких институтов, как правительство, законы, суды, правоохранительные органы. Впрочем, необходимо, чтобы сами эти институты были эффективными и действовали в демократической, правовой системе. Эти теоретические положения очень важны для понимания не только сущности интереса, но и для выявления проблем реальной российской экономики, того, насколько интересы в нем соединяют хозяйственные действия людей (или разъединяют) и насколько наше государство выражает общественные интересы или в большей степени поддерживает интересы господствующего класса.

Два существенных элемента характеризуют действие, движимое интересом: сосредоточенность на себе, т. е. преобладающее внимание субъекта к последствиям любого обдумываемого действия для себя, и рациональный расчет, т. е. систематическое стремление оценивать ожидаемые издержки, выгоды, удовольствия и т. п. Расчет может считаться доминирующим элементом, поскольку каждый человек наилучшим образом информирован относительно своих собственных удовлетворений и огорчений. Тот, кто лучшим образом осуществляет хозяйственный расчет, получает преимущество в конкуренции, полнее реализует свой интерес, т. е. получает больше выгоды от своей деятельности. Именно этот мотив побуждает людей снижать издержки производства и вводить новшества, он становится двигателем развития экономики [5, с. 438].

Интересы невидимы, но они присутствуют везде, во всех действиях людей. Интересы формируют мотивы поведения людей. Завуалированность и многообразие интересов различных групп общества осложняет их обнаружение и использование в управлении. Явными они становятся, когда возникает их конфликт. В основе экономических интересов лежит частная собственность, которая определяет логику хозяйствования. Частный хозяйственный порядок формирует общественный экономический союз, взаимодействие классов и групп общества.

В России в настоящее время сложились острые противоречия в системе экономических интересов. Несогласованность экономических интересов в России возникла еще в период проведения приватизации в 1990-х гг. Система и по сей день остается той же – самые крупные капиталы, сформировавшиеся в переходный период, остаются в руках все тех же собственников или их бизнес-преемников и продолжают расти. Кризисы 1998, 2007 и 2014 гг. усиливали социальное неравенство. Несмотря на это, правительство продолжает содействовать крупным предпринимателям и слабо борется с бедностью. Прежде всего, это связано с таким распределением общественного дохода, которое приводит к сохранению, а временами увеличению бедности населения при росте богатства миллионеров и миллиардеров, чиновников, многочисленных коррупционеров. В 2017 г. численность россиян с доходами ниже прожиточного минимума составила 22,9 млн человек, уровень бедности достиг 16% [6]. В то же время количество миллиардеров и их состояние в России год от года продолжают расти, несмотря на все разговоры о неблаго-

приятном экономическом климате и крайне низкие позиции страны в мировых рейтингах, оценивающих условия для ведения бизнеса. 100 российских миллиардеров имеют совокупное состояние около 500 млрд долл. – более 20% стоимости всех производимых в стране товаров и услуг. В ежегодном списке самых богатых людей мира по версии журнала Forbes Россия занимает второе место в мире по числу миллиардеров, уступая лишь США. По этому показателю Россия обошла даже Китай – вторую экономику мира, хотя по объему ВВП Россия отстает от Китая примерно в 4,5 раза, а по численности населения – почти в 10 раз [7]. Экспортно-сырьевая ориентация России порождает активную внешнюю политику расширения сферы торговли, а внутренняя политика развития прогрессивного производства отодвинута на второй план. В этом заключена одна из важных причин кризисов и застоя нашей экономики. Такая стратегия не позволяет догнать передовые страны по уровню социально-экономического развития. Именно поэтому президент В. В. Путин поставил задачу совершить рывок в экономическом росте, в том числе в решении проблемы бедности.

Вся налоговая система в большей мере ложится на плечи бедного и среднего классов, богатый класс имеет громадные налоговые льготы. Инфляционный процесс также ведет, с одной стороны, к перекачке денежных средств в руки крупных торговцев, тогда как доходы трудящихся снижаются. Так, за время кризиса 2014–2016 гг. доходы населения сократились примерно на четверть, доходы богатого класса росли. Обеднение населения приводит ко многим негативным последствиям. Прежде всего, сокращается платежеспособный спрос, уменьшается объем потребностей, а вместе с тем пропадает интерес людей к совершенствованию экономики. Кроме того, снижается оптимизм и уверенность в улучшении жизни в будущем. Обеднение, несомненно, ухудшает жилищно-коммунальные условия и демографическую ситуацию.

Существует значительные противоречия интересов и в распределении доходов государственного бюджета. Они связаны с тем, что растущие расходы на силовой блок и содержание государственного аппарата приводят к сокращению расходов на социальные цели и реструктуризацию экономики. Так, расходы на силовой блок (национальная оборона и национальная безопасность) в 2017 г. составили 25% (с учетом секретных расходов 17,6% общая величина этого блока достигнет почти 43%). В то же время доля расходов на образование в федеральном бюджете составила 3,3%, на здравоохранение – 2,2%, на ЖКХ – 0,36%. Последние годы эти расходы падают: в 2017 г. 25 % потеряла госпрограмма «Развитие здравоохранения», 29,4% – «Содействие занятости населения», 22,8% – «Экономическое развитие и инновационная экономика» [8]. Таким образом, государство на низком уровне реализует важнейшие интересы населения – в развитии человеческого капитала, который в современном мире рассматривается в качестве главного фактора прогресса. Именно в этом направлении необходимо осуществить перестройку структуры государственного бюджета.

Рассогласованность интересов характерна и для различных групп предпринимателей. Нефтегазовые и сырьевые магнаты тесно соединены с государственным аппаратом, поскольку последний получает от них значительные доходы в бюджет. Этот высший слой богатого класса не заинтересован в прогрессивных реформах, опасаясь, что они сократят его прибыли. Он, несомненно, будет тормозить перемены. Кроме того, в нашей экономике значительный слой монополистов в различных отраслях и регионах. Они увеличивают свои доходы за счет роста цен или за счет субсидий от государства: «Ростехнологии», «Росатом», «Русгидро» «Уралвагонзавод» и т. д. У подобных компаний, конечно, имеется интерес в развитии технологии, у них нет конкурентов, которые бы подстегивали этот процесс. В институциональных реформах они никак не заинтересованы, ибо имеют сильную государственную защиту от рыночных невзгод. В гораздо большей мере в прогрессе заинтересованы предприятия среднего и малого бизнеса, так как они постоянно находятся в условиях рыночной конкуренции и напрямую зависят от платежеспособного спроса населения. Однако беда всего российского бизнеса, особенно среднего и малого, заключена в значительной налоговой нагрузке и в нехватке инвестиций. Эти два фактора подавляют интересы предпринимателей в развитии производства. По данным МВФ Россия входит в 30% стран, имеющих самый тяжелый налоговый пресс [9]. Причем основные налоги приходятся на труд (36%). Бизнес совершает уход либо в теневой сектор, либо в офшоры. Россия по итогам 2016 г. вошла в пятерку стран с крупнейшей теневой экономикой. Ее объем составил 33,5 млрд руб., или 39% ВВП [10]. Резко возростал отток российского капитала в офшоры, куда выведено более триллиона долларов и там сконцентрировалось 75% валового национального дохода России [11]. Воз-

можно, часть офшорного капитала, испугавшись американских санкций, вернется в Россию, но вопрос в том, будет ли использован этот капитал как инвестиции в современные производства или уйдет в зону банковских спекуляций. Нет сомнения в том, что налоговая система нуждается в реформировании. В этом заинтересована основная часть населения. Справедливо требование ввести прогрессивную шкалу налога на физических лиц и освобождения от налога людей, относимых к категории бедных. Необходимо также существенно уменьшить налог на труд. У нас сложилась парадоксальная ситуация: с одной стороны у значительной части населения низкая заработная плата, а потому установлен высокий социальный налог на зарплату. Это снижает конкурентоспособность предприятий и толкает предпринимателей уводить часть зарплаты из-под налогообложения. Это порочный путь. Другой правильный путь – повышать зарплату и снижать налог на нее. Тогда люди будут иметь больший располагаемый доход, а уменьшенная ставка налога принесет бюджету больше дохода. Есть и другой налог, вызывающий недовольство производителей и потребителей – налог на добавленную стоимость. Тяжесть НДС на малые и средние доходы давит сильнее, чем на большие доходы. Значит, он усиливает бедность. Для производителей косвенные налоги увеличивают издержки, понижают прибыль, и, следовательно, уменьшают возможности инвестирования бизнеса. Если налоговая система не будет реформирована, то интересы разных групп населения останутся несбалансированными и блокирующие развитие институты сохранят свое негативное влияние.

Серьезные расхождения интересов существует между банковским и реальным секторами и их участниками, владельцами. Реальный сектор нуждается в долгосрочных кредитах по низкой ставке процента. Это определяется устаревшим технологическим базисом нашего хозяйства, где основные фонды более чем наполовину физически изношены. Но дело не только в этом, наше хозяйство отстало от передовых стран по применяемому типу технологии. Она в основном относится к четвертому технологическому укладу в сочетании с третьим и элементами пятого. В передовых странах основу экономики составляет пятый уклад и активно формируется шестой уклад. Не имея значительных источников инвестиций, предприятия не заинтересованы в получении их под высокий процент, в два-три раза превышающий норму прибыли в реальном секторе. Таким образом, такие отрасли, как машиностроение, металлургия, легкая и пищевая промышленность, строительство и др., не смогут осуществить коренную модернизацию производства и не способны будут конкурировать с иностранным бизнесом. Центробанк должен представить нашим предприятиям доступный процент для развития, развернуть банки со спекулятивных операций на кредитование модернизации. Не найдя методов усиления кредитования реального сектора экономики, Центробанк пытается их принудить к этому путем разработки административных мер [12]. Конечно, банкам выгодно кредитовать крупный прибыльный бизнес. Проблемные кредиты для среднего и малого бизнеса. Кредиты в инновационные фирмы любого масштаба должны поддерживаться, гарантироваться государством. Возможно совместное государственно-частное кредитование перспективных производств. В таком союзе создается совместное финансирование, эффективный контроль за использованием кредитов, раздел вероятных рисков между сторонами. Иначе инновационный процесс не усилится. Для оживления инвестиционного процесса государство может использовать мультипликационный механизм, которому Дж. Кейнс придавал большое значение. Он должен соединиться с механизмом банковского мультипликатора. Со временем – кредитование российского производства.

Несбалансированность интересов характерна и для распределения доходов центра и регионов. Большинство регионов являются депрессионными. Большая часть получаемых ими доходов уходит в государственный бюджет. Этот процесс, с одной стороны, из-за дефицита местных бюджетов препятствует экономическому росту в регионах, с другой стороны, существенно снижает заинтересованность регионов в развитии прибыльного бизнеса. Из-за этого регион вынужден брать кредиты в коммерческих банках. В результате регион не может обеспечить самых необходимых потребностей населения. В состоянии банкротства находится транспорт, дороги, капитальный ремонт и т. д. В структуре государственного долга продолжает увеличиваться доля бюджетных кредитов, и к 1 октября 2017 г. она составила 50%. Коммерческие кредиты присутствуют в структуре 55 российских регионов. В 14 регионах доля коммерческих кредитов в общей долговой структуре превышает 50%, в 47 регионах РФ долговая нагрузка на бюджет превышает 50% [13].

Значительным препятствием в развитии России является усиление бюрократизма, который приводит к росту противоречий между интересами бизнеса, населения и разрастающегося слоя

государственных чиновников. Бюрократизм подавляет свободу предпринимательства, подрывает рыночную регуляцию, вытесняя ее административными методами. Бюрократическими барьерами системы являются: затруднения в выделении участков земли, подключения к инфраструктуре, трудности в получении разрешений создания бизнеса, лицензий и сертификатов, взятки за транспортировку грузов и таможенные издержки, поборы за право осуществления предпринимательской деятельности, «откаты» за кредиты, ссуды и гарантии, которые используют предприниматели, получение государственных и муниципальных заказов, суммарные издержки. Причины роста бюрократизма обусловлены обширным вмешательством государства в экономику, усиление вертикали власти в ущерб использованию горизонтальных, рыночных связей регуляции хозяйственной деятельности. Вред от бюрократизма заключается и в том, что чиновничество превратилось в особый привилегированный слой, все более господствующий над экономикой, часто подменяющий национальные интересы своими корпоративными. Очевидно, что назрела реформа государственных институтов власти.

Таким образом, несомненно, что разбалансированность интересов препятствует экономическому развитию страны, снижает мотивацию хозяйствующих субъектов и граждан в увеличении производства и совершенствовании его, достижению конкурентоспособности выпускаемых товаров. Экономический интерес управляет поведением индивидов и государства. Действие, движимое интересом, требует экономической свободы и четких правил игры в рыночной экономике, требует справедливых законов и концентрации политики на национальных, а не узкоклассовых интересах. С позиции этой доктрины в настоящее время государство должно выработать способы координации хозяйственных интересов и действий на основе стимулирования новаторского предпринимательства, повышения эффективности производства и повышения доходов трудящихся. Если этого не сделать, кризисы будут изматывать экономику и общество, приведут к социальным протестам. Однако такая задача требует модернизации системы государственного управления, устранения сложившегося конфликта интересов между различными классами общества. В сущности, необходим процесс демократизации нашего общества, его политической и экономической сфер. Именно это может соединить интересы общества в совершенствовании экономики, усилить активность народа в переходе на инновационный путь развития.

**СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ  
И ИХ АДРЕСА**

**ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»**

414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

Тел.: 8 (8512) 61-43-00, 61-41-19

Факс: 8 (8512) 61-43-66

E-mail: post@astu.org

**ФГБОУ ВО «Уфимский государственный авиационный технический университет»**

450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. К. Маркса, д. 12.

Тел.: 8 (347) 272-63-07

E-mail: office@ugatu.su

**Институт горного дела ДВО РАН (ИГД ДВО РАН)**

680000, г. Хабаровск, ул. Тургенева, 51

Тел./факс: 8 (4212) 32-79-27

E-mail: adm@igd.khv.ru

**ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный университет экономики и управления»**

630099, г. Новосибирск, ул. Каменская, д. 52/1

Тел.: 8 (383) 211-05-00

E-mail: priemc@nsuem.ru

**ФГБОУ ВО «Омский государственный университет путей сообщения»**

644046, г. Омск, пр. Маркса, д. 35

Тел.: 8 (3812) 31-42-19

E-mail: omgups@omgups.ru

**ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»**

603950, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24

Тел.: 8 (831) 436-23-25

E-mail: nntu@nntu.ru

**Ответственный за выпуск**  
*Н.Г. Клочкова*

**НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ИННОВАЦИИ: ПУТИ РАЗВИТИЯ**

*Материалы*  
*Девятой всероссийской научно-практической конференции*  
*(22–24 мая 2018 г.)*

В авторской редакции  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина, Е.Е. Бабух

Подписано в печать 07.09.2018 г.  
Формат 61\*86/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 17,98 Уч.-изд. л. 18,37 Усл. печ. л. 22,08  
Тираж 100 экз. Заказ № 8

Издательство  
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ  
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35