

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ"
МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

НАУКА – ПРОИЗВОДСТВУ
МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
(Мурманск, 18–20 апреля 2018 г.)

Текстовое электронное издание

Мурманск
Издательство МГТУ
2018



УДК 001: [5 + 62] (08)
ББК 20 + 3я431
Н 34

Редакционная коллегия:

А. Б. Власов, д-р техн. наук, профессор (ответственный за выпуск);
Л. С. Баева, канд. техн. наук, профессор;
А. В. Власов, канд. техн. наук;
Ю. В. Романовская, канд. физ.-матем. наук;
Л. И. Хохлова, канд. филос. наук;
С. И. Позняков, канд. техн. наук

Н 34 Наука – производству [Электронный ресурс] : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 18–20 апреля 2018 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Электрон. текст. дан. (6,35 Мб). – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2018. – 1 опт. компакт-диск (CD-ROM). – Систем. требования: PC не ниже класса Pentium II 128, Windows 9x – Windows 10; свободное место на HDD 131 Мб ; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше.

ISBN 978-5-86185-975-2

В сборнике опубликованы доклады участников Международной научно-практической конференции "Наука – производству", которая состоялась 18–20 апреля 2018 г. в Мурманском государственном техническом университете. Тематика представленных докладов охватывает направления научных исследований Морского института университета.

Издание предназначено для научных, научно-педагогических работников, докторантов, аспирантов, специалистов, ведущих научные исследования по направлениям работы конференции.

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

PC не ниже класса Pentium II 128 MbRAM ; свободное место на HDD 131 Мб ;
привод для компакт дисков CD-Rom 2-х и выше

УДК 001: [5 + 62] (08)
ББК 20 + 3я431

© Мурманский государственный
технический университет, 2018

ISBN 978-5-86185-975-2

Текстовое электронное издание

Научное издание

Минимальные системные требования:

PC не ниже класса Pentium II 128 Mb RAM ; свободное место на HDD 131 Мб ;
Windows 9x–Windows 8 ; привод для компакт дисков CD-ROM 2-х и выше

Редакционная коллегия:

А. Б. Власов, д-р техн. наук, профессор (ответственный за выпуск);

Л. С. Баева, канд. техн. наук, профессор;

А. В. Власов, канд. техн. наук;

Ю. В. Романовская, канд. физ.-матем. наук;

Л. И. Хохлова, канд. филос. наук;

С. И. Позняков, канд. техн. наук

Компьютерная верстка Г. М. Плишко

Подписано к использованию 27.09.2018

Объем издания 6,35 Мб

Тираж 30 экз.

ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет»

183010, г. Мурманск, ул. Спортивная, 13.

Телефон: (8152) 25–40–72 Факс: (8152) 40–35–56

E-mail: office@mstu.edu.ru

<http://www.mstu.edu.ru>

СОДЕРЖАНИЕ

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

РАЗРАБОТКА АВТОНОМНОГО ИЗВЕЩАТЕЛЯ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СИСТЕМ СУДОВ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ	9
<i>Власов А. Б., Ерещенко В. В.</i>	
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИВОДНЫХ РЕМНЕЙ FDM/FFF 3D-ПРИНТЕРА	12
<i>Власов А. В.</i>	
ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОГРАММНОЙ КОРРЕКЦИИ ШАГА КВАНТОВАНИЯ В МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	17
<i>Власов А. В., Власова А. Р.</i>	
К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ЛАЗЕРОВ С ГЕТЕРОСТРУКТУРОЙ В ШИРОКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР	23
<i>Власова С. В.</i>	
АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ	30
<i>Вотинов М. В., Вотинова Е. М.</i>	
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ МОБИЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ПОД УПРАВЛЕНИЕМ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ANDROID	35
<i>Ерещенко В. В., Яценко В. В.</i>	
АВТОМАТИЗАЦИЯ АВТОКЛАВА АВК-30М ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ПАСТЕРИЗАЦИИ ПРОДУКТОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ	41
<i>Жук А. А., Кайченев А. В.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	46
<i>Жук А. А., Маслов А. А.</i>	
РАЗРАБОТКА WEB-ВИЗУАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	52
<i>Кайченев А. В., Яценко В. В., Кайченева А. И.</i>	
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУШИЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ	56
<i>Кайченев А. В., Борцов Г. И., Селяков И. Ю.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ШАГАЮЩЕГО МОБИЛЬНОГО ОБЪЕКТА	60
<i>Кулагина М. Д., Власов А. В.</i>	

РАДИОЧАСТОТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ГРАНИЦ РАЗДЕЛА МЕЖДУ КОМПОНЕНТАМИ ТРЕХКОМПОНЕНТНОЙ СРЕДЫ В ЕМКОСТИ	68
<i>Маслов А. А., Прохоренков А. М., Совлуков А. С., Яценко В. В.</i>	
ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ МОДЕЛИ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	77
<i>Потапов Н. С., Маслов А. А.</i>	
КОМПЛЕКС ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЭТАПА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ПОДБОРА РЕЖИМОВ СТЕРИЛИЗАЦИИ КОНСЕРВОВ ИЗ ГИДРОБИОНТОВ	85
<i>Столянов А. В., Кайченев А. В., Власов А. В.</i>	
ПРИМЕНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ СУДОВ	90
<i>Урванцев В. И., Мухалев В. А.</i>	
ПРОГРАММИРОВАНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ В ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ MeXBIOS	93
<i>Урванцев В. И., Мухалев В. А.</i>	
БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ	
ОПТИМАЛЬНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ РЕШЕНИЙ НАВИГАЦИОННЫХ ИЛИ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАДАЧ ПРИ НАЛИЧИИ ВАРИАЦИЙ В ДОСТОВЕРНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА	98
<i>Боев Н. В., Рудич А. С., Позняков С. И.</i>	
РЕКУРСИВНАЯ ПРОЦЕДУРА РАЗРАБОТКИ ИЕРАРХИИ ПЛАНОВ СУДОВЫХ ОПЕРАЦИЙ С УЧЕТОМ ПРОГНОЗИРУЕМЫХ РИСКОВ	101
<i>Вивиорра С. И., Карташов С. В., Меньшиков В. И.</i>	
ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ВЫБОРА РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ СОСТОЯНИЕМ СУДОВОЙ КЛЮЧЕВОЙ ОПЕРАЦИИ ПО ЗАДАННОЙ МАТРИЦЕ РИСКОВ	105
<i>Горбатенко Д. О., Лапин М. Г., Пеньковская К. В.</i>	
ОЦЕНКА ТРУДОЕМКОСТИ САМОКОНТРОЛЯ ВОСПРИЯТИЯ НАВИГАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	109
<i>Макаровский Е. А., Попович В. А., Шугай С. Н.</i>	
ВЕРОЯТНОСТЬ БЕЗОТКАЗНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ НЕСЕНИЯ ХОДОВОЙ ВАХТЫ	114
<i>Тагиев Т. Г., Сандалов А. С., Шутов В. В.</i>	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ИНТЕГРАЦИИ И АНАЛИЗА ДОСТИЖЕНИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ	119
<i>Баширова Ю. С., Качала В. В.</i>	
РАЗРАБОТКА ТРЕНАЖЕРА ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ СТОЛКНОВЕНИЯ СУДОВ	125
<i>Бурзун М. С., Ковальчук В. В.</i>	

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РИСКОВ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ	130
<i>Герасименко П. В.</i>	
СОЦИАЛЬНОЕ КАРТИРОВАНИЕ В СРЕДЕ СОЦИАЛЬНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ	135
<i>Гузева М. А.</i>	
ЗАДАЧА, ПРОБЛЕМА, КРИЗИС, КАТАСТРОФА	140
<i>Качала В. В.</i>	
АНАЛИЗ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ АДАПТИВНОЙ МОДЕЛИ ОБУЧЕНИЯ.....	147
<i>Качала Н. М.</i>	
НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКИМИ ТЕРРИТОРИЯМИ НА БАЗЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ.....	152
<i>Кузнецова О. Б.</i>	
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ С ЦЕЛЬЮ ВЫЯВЛЕНИЯ АНОМАЛЬНЫХ ВАРИАЦИЙ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ НАД СЕЙСМОАКТИВНЫМИ РЕГИОНАМИ.....	158
<i>Пархимович Е. В., Романовская Ю. В., Золотов О. В.</i>	
ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ИОНОСФЕРЕ	163
<i>Тихомиров А. Н.</i>	
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИНВЕСТИЦИЙ НА ЭКОНОМИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ СТРАНЫ	167
<i>Федоськов А. П., Неделько Н. С., Ковальчук В. В.</i>	
РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ВНЕДРЕНИЯ ERP-СИСТЕМЫ НА БАЗЕ "1С"	173
<i>Чехляева А. Л.</i>	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ ЗАЩИТНОГО ДЕЙСТВИЯ ГЕЛЕОБРАЗУЮЩИХ СОСТАВОВ, НАНЕСЕННЫХ НА ЗАЩИЩАЕМЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	180
<i>Шныпарков А. В., Копытков В. В.</i>	
ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЗАТРАТ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	186
<i>Круглова В. А., Неделько Н. С., Ковальчук В. В.</i>	
ДУАЛИЗМ НАУКИ И НРАВСТВЕННОСТИ В ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРА В РАМКАХ ВУЗА	191
<i>Мачкарина О. Д.</i>	
К ВОПРОСУ О ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ: КТО БУДЕТ ОСВАИВАТЬ ИННОВАЦИОННЫЕ СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ?	198
<i>Пашеева Т. Ю.</i>	
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВУЗе: ПРИМЕР ЗАНЯТИЯ ПО ТЕМЕ "СИНУСОИДАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ И СПОСОБЫ ИХ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ"	205
<i>Ромахова О. А.</i>	

ИНТЕРАКТИВНОЕ КОМПЬЮТЕРНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЕХФАЗНОГО СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА	212
<i>Саватеев Д. А.</i>	

ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА НАЗНАЧЕНИЯ АКАДЕМИЧЕСКОЙ СТИПЕНДИИ	218
<i>Скрябин А. В.</i>	

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА

ОСОБЕННОСТИ ТЕРМИЧЕСКОГО СТАРЕНИЯ СУДОВЫХ КАБЕЛЕЙ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ИЗОЛЯЦИИ	224
---	-----

Власов А. Б., Власова С. В., Мухалев В. А.

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В СУДОВЫХ ДВС НА ОСНОВЕ ТЕРМОГРАФИИ И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ	228
--	-----

Власов А. Б., Сергеев К. О., Соловьев Б. В.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ "ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ НА СУДАХ"	232
--	-----

Кучеренко В. В., Власов А. Б.

ИННОВАЦИОННЫЕ СВАРОЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ – ГАРАНТИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА	236
--	-----

Пашеева Т. Ю.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ СЭУ В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ.....	241
---	-----

Петров А. И.

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ ЗАЩИЩЕННОСТИ ЛЮКОВЫХ ЗАКРЫТИЙ ТРЮМОВ АТМОСФЕРНЫХ ВЛИЯНИЙ СИСТЕМОЙ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ТЕСТИРОВАНИЯ	246
---	-----

Петров А. Л., Баева Л. С., Петрова Н. Е., Кумова Ж. В.

ИЗМЕНЕНИЯ К РУКОВОДСТВУ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ПОЛОЖЕНИЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНВЕНЦИИ МАРПОЛ 73/78, 2017.....	253
--	-----

Петров А. Л., Баева Л. С., Петрова Н. Е., Кумова Ж. В., Орешкина В. М.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРИБОРА ПКЖ -904А ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ СУДОВЫХ РЕДУКТОРОВ.....	265
--	-----

Сергеев К. О., Брянкин А. Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОИНДИКАТОРА ФЧМ-П.....	271
---	-----

Сергеев К. О., Тарновский Р. И.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ АРКТИЧЕСКИХ СУДОВ	277
---	-----

Чибисов В. Ю., Димитриенко Ю. И.

СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ АЭРОЗОЛЬНОГО ОБЪЕМНОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ. СТРУКТУРА, ПРИНЦИП РАБОТЫ, ПРЕИМУЩЕСТВА.....	283
---	-----

Федич Р. М.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

Разработка автономного извещателя контроля состояния высоковольтных систем судов на основе тепловизионной диагностики

Власов А. Б., Ерещенко В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов)

Аннотация. Представлена блок схема извещателя для дистанционного контроля состояния электрооборудования высоковольтной установки судов на основе непрерывного тепловизионного контроля.

Abstract. A block diagram of the detector for remote monitoring of the electrical equipment condition of a high-voltage installation of vessels based on continuous thermal thermovision diagnostics.

Ключевые слова: извещатель, тепловизионная диагностика, высоковольтное оборудование, суда.

Key words: device, thermal imaging diagnostics, high-voltage equipment, vessels.

Распространение высоковольтных электроэнергетических систем на морских судах требует создания системы непрерывного мониторинга за техническим состоянием оборудования.

В высоковольтной энергетике активно применяются методы тепловизионной диагностики, регламентируемые соответствующими нормативными документами, однако, на судах применение тепловизионного контроля недостаточно развито.

В первую очередь это связано с особенностями конструкции комплектных высоковольтных блоков, применяемых на судах, в том числе, их герметичностью и, следовательно, затруднением открытого доступа к контролируемым узлам оборудования при проведении тепловизионного контроля.

Учитывая актуальность непрерывного мониторинга состояния высоковольтного оборудования на морских судах, представляется перспективным разработка автономного устройства (извещателя) для анализа реального технического состояния электрооборудования.

Реализация устройства предполагает использование малогабаритной тепловизионной камеры, помещаемой в корпус комплектного высоковольтного оборудования, под контролем которой находятся наиболее ответственные узлы высоковольтного блока.

Структурная схема разрабатываемого устройства для тепловизионной диагностики технического состояния высоковольтного судового электрооборудования представлена на рис. 1.

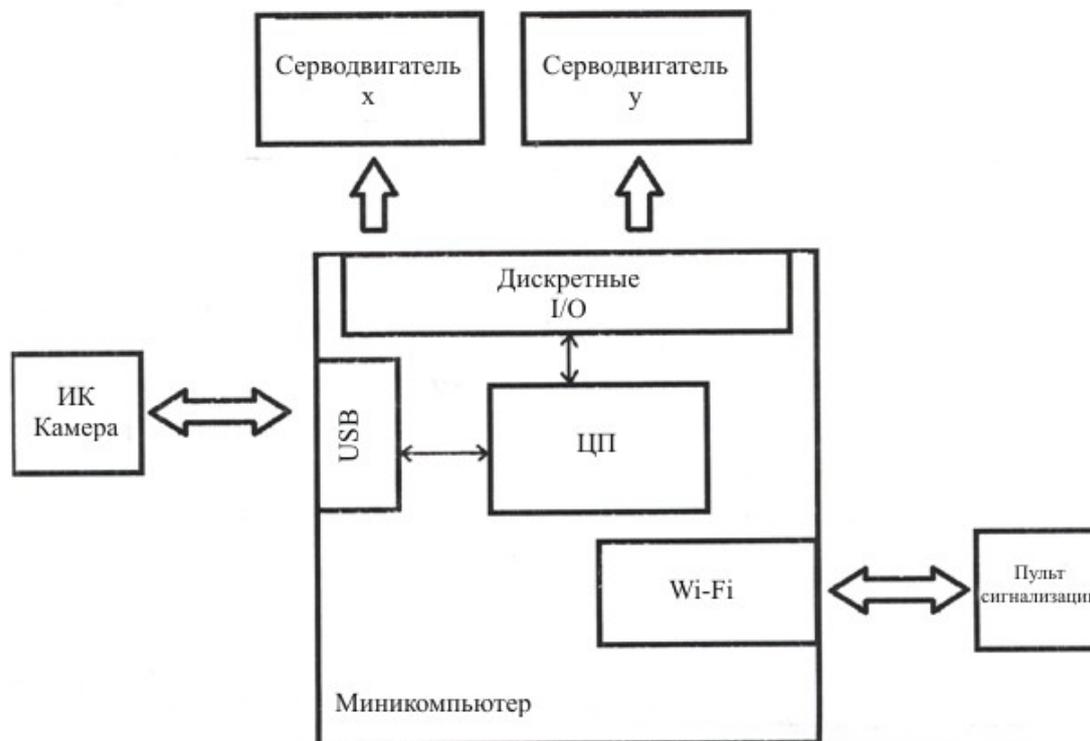


Рисунок 1 – Структурная схема устройства (извещателя) для диагностики технического состояния высоковольтного электрооборудования судов

Видеосигнал от малогабаритной тепловизионной камеры поступает в блок цифровой обработки микрокомпьютера, в задачу которого входит передача сигнала беспроводным способом в пульт сигнализации. Пульт сигнализации, в конечном счете, выдает информацию о текущем тепловом состоянии контролируемой зоны и экспертной оценке технического состояния оборудования.

При разработке программного обеспечения устройства решается задача корректного теплового отображения на термограмме, что непосредственно связано с корректной (адекватной) экспертной оценкой о техническом состоянии оборудования.

Отдельную задачу представляет ограничение влияний помех, возникающих в пространстве комплектного высоковольтного блока, на работу извещателя, связанного с внешним приемником информации дистанционным образом.

Разрабатываемое устройство (извещатель) предназначен для осуществления:

1. Непрерывного мониторинга температуры определенных элементов высоковольтной конструкции с указанием порога предельных температуры, свидетельствующих о нарушении режимов работы оборудования;
2. Блокировки комплектных элементов, в том числе, при появлении в зоне обзора излучения человека при неправомерном снятии высоковольтной защиты;
3. Оценки работоспособности оборудования при проведении оперативного, текущего или планового ремонтов.

Разработка способа определения состояния приводных ремней FDM/FFF 3D-принтера

Власов А. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники)

Аннотация. В статье приводится способ определения состояния приводных ремней FDM/FFF 3D-принтера, основанный на печати шаблона, состоящего из квадратных ячеек заданного размера.

Abstract. The article describes a method for determining the condition of the FDM/FFF 3D-printer's belt. This method is based on the printing of the squared cell template.

Ключевые слова: 3D-печать, ремни, диагностика, растяжение.

Key words: 3D-printing, FDM, FFF, belt, extension, diagnosis.

Последние несколько лет аддитивные технологии все чаще применяются для производства различных изделий. Не вызывают удивления дома, изготовленные при помощи 3D-печати, дизайнерская одежда или обувь, для создания которой использовался 3D-принтер [1, 2]. Зубные протезы и костные имплантаты, еда и детали автомобилей – области применения аддитивных технологий затрагивают практически все сферы деятельности человеческого общества [3, 4]. Согласно экспертным оценкам, в ближайшем будущем аддитивные технологии могут потеснить конвейерное производство изделий [5].

Современное состояние рынка 3D-принтеров таково, что пока не каждый может позволить себе приобрести качественный 3D-принтер, в первую очередь, вследствие высокой стоимости. Например, цена оборудования для SLM-печати (послойная лазерная плавка) как отечественного, так и зарубежного производства начинается от 15 миллионов рублей, а килограмм специального гранулированного металлического порошка в зависимости от материала оценивается от 7 до 60 тысяч рублей [6]. Цена фотополимерных SLA-принтеров колеблется в районе одного миллиона рублей, а стоимость фотополимера составляет несколько тысяч за литр.

На этом фоне оборудование и расходные материалы для FDM/FFF 3D-печати являются относительно достижимыми для рядового пользователя. В среднем, принтер оценивается от 50 до 150 тысяч рублей и от 500 до 2000 рублей за катушку пластика (которой хватает сравнительно надолго). Не-

удивительно, что FDM/FFF-технология аддитивной печати является одной из самых популярных во всем мире.

Относительно невысокая стоимость принтеров FDM/FFF достигается, в основном, за счет простоты конструкции и использования недорогих комплектующих. Однако сама технология содержит в себе ряд особенностей, препятствующих применению таких 3D-принтеров обычными потребителями. Печать больших изделий длится долго (десятки часов), при этом велика вероятность срыва процесса из-за засорения печатающей головки (экструдера), отслоения изделия от стола 3D-принтера или вследствие смещения слоев модели. Смещение слоев возникает вследствие пропуска импульсов шаговыми двигателями из-за перегрева драйверов или чрезмерного трения в движущихся частях.

Одной из основных проблем FDM/FFF-печати можно назвать отсутствие в системе главной обратной связи – по напечатанному к данному моменту результату. Вопросы наблюдения за процессом и внесения необходимой коррекции целиком находятся в ведении оператора 3D-принтера. Причиной тому является сложность реализации подобной обратной связи – необходимо применение систем компьютерного зрения и сложных алгоритмов обработки изображения, при помощи которых можно будет в автоматическом режиме определять состояние процесса печати.

Подобные проблемы встречаются в практике сотрудников кафедры Автоматики и вычислительной техники ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет" (ФГБОУ ВО "МГТУ"). Было принято решение о разработке системы управления процессом 3D-печати, содержащей в себе элементы компьютерного зрения.

Первым шагом в данной работе было создание способа оценки состояния приводов 3D-принтера. Перемещение экструдера в горизонтальной плоскости осуществляется двумя шаговыми двигателями посредством ременной передачи и направляющих. На одном из объектов исследования было обнаружено локальное растяжение приводных ремней, которое выразилось в нелинейной характеристике перемещения экструдера. Например, в одних точках печатающего стола окружности создавались нормально, а в других имели выраженную искаженную форму (рисунок 1).

Подобное состояние устройства является хорошей базой для реализации системы управления процессом 3D-печати. Если будет реализована

система контроля и управления перемещением экструдера, то влияние локального растяжения ремней будет скомпенсировано.

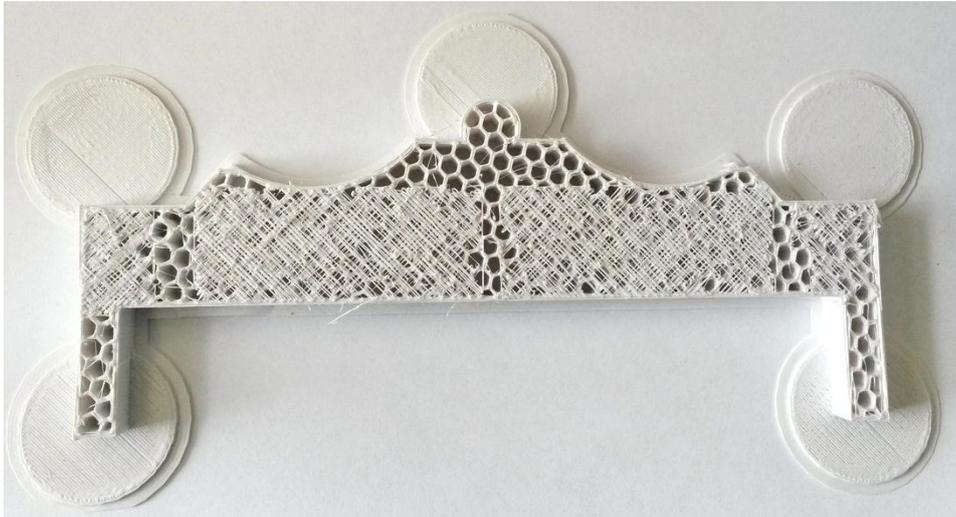


Рисунок 1 – Пример изделия с искажением окружностей в узловых точках

Первым шагом на пути к поставленной цели является разработка способа определения наличия и степени ухудшения параметров приводных ремней. Эта задача была поставлена в рамках выпускной квалификационной работы перед студентом Морского института ФГБОУ ВО "МГТУ". Необходимо разработать способ, позволяющий определить наличие и локализовать растяжения ремней 3D-принтера.

Для этого в свободно распространяемой САПР OpenSCAD был изготовлен шаблон детали размером несколько меньше площади печатающего стола 3D-принтера PICASO Desiner (20x20 см), состоящий из сетки с размером ячейки 18x18 мм (рисунок 2).

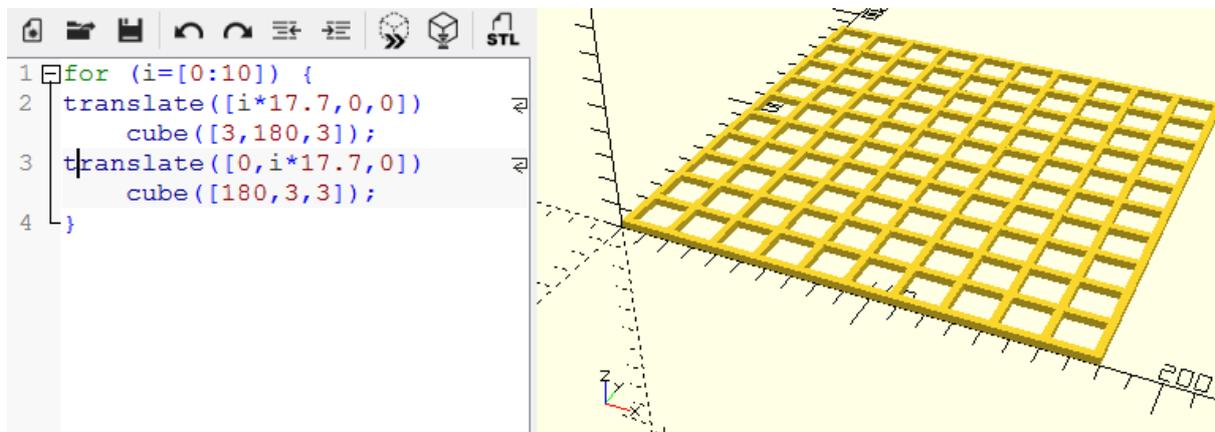


Рисунок 2 – Код и результат визуализации тестового шаблона

Данный шаблон был напечатан на исследуемом 3D-принтере и отсканирован при помощи обычного сканера для документов (рисунок 3). По ре-

зультатам анализа тестового шаблона можно сделать вывод, что фактическая область печати искривлена нелинейно. Это объясняется неравномерным растяжением приводных ремней, а также особенностями конструкции исследуемого 3D-принтера. Перемещения экструдера в продольном и поперечном направлениях выполняются за счет одновременной работы двух шаговых двигателей, а диагональные перемещения осуществляются только одним из двигателей (задействуется только один ремень).

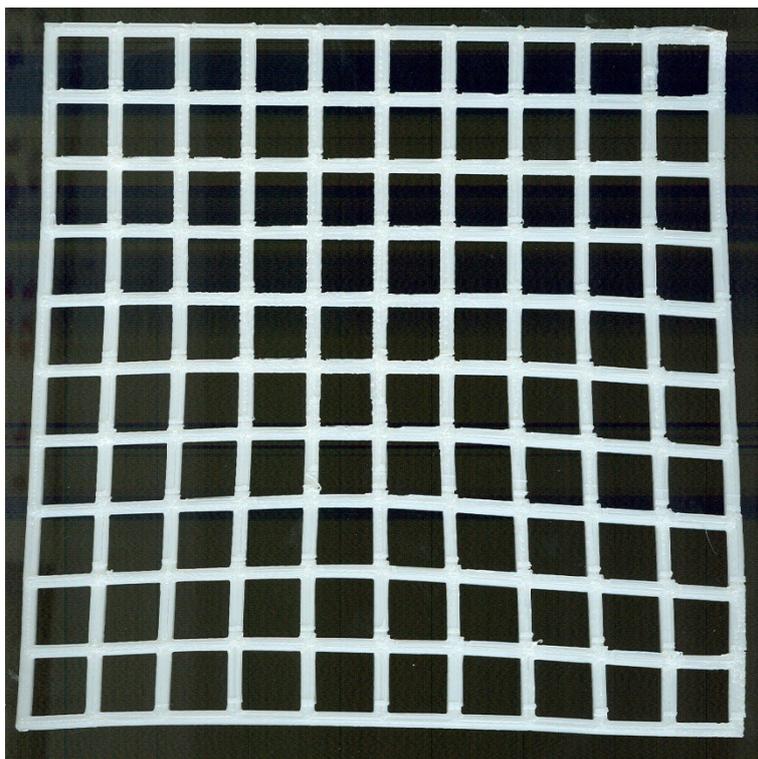


Рисунок 3 – Отсканированный результат печати тестового шаблона

Размер напечатанного шаблона отличается в большую сторону от программной модели, так как растянутые ремни перемещаются на большее расстояние на один оборот вала шагового двигателя. За счет того, что старение приводов 3D-принтера происходит сравнительно медленно, повторяемость эксперимента высокая.

Таким образом, разработан способ определения наличия и степени растяжения 3D-принтера с последующим переводом результата в цифровую форму. Дальнейшие исследования в данной области будут связаны с выбором модели, при помощи которой будет аппроксимироваться нелинейная зависимость результата от координат исходной детали. Наличие такой модели позволит компенсировать влияние растяжения приводных ремней на этапе создания трехмерной модели или непосредственно в G-кодах перед отправкой их 3D-принтеру.

Планируется разработка программных средств, которые будут в автоматическом режиме рассчитывать параметры аппроксимирующей модели по отсканированному изображению и осуществлять один из упомянутых выше видов коррекции.

Результаты данного исследования лягут в основу разработки системы автоматического контроля и управления процессом FDM/FFF-печати.

Библиографический список

1. Топ-6 строительных принтеров для 3D-печати домов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/pub/1718/top-6-stroitelnyh-printerov-dlya-3d-pechat-domov>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 02.04.2018.

2. Иванов, М. Одежда из 3D-принтера: почему производители до сих пор не сделали ее массовой? [Электронный ресурс] / М. Иванов. – Режим доступа: <https://rb.ru/story/truth-of-3d-printed-clothing/>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 02.04.2018.

3. 3D печать в медицине: имплантация зубов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habrahabr.ru/company/materialise/blog/91680/>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 02.04.2018.

4. Печать автомобиля на 3D принтере за 44 часа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.facte.eu/3d-ustroistva/avtomobil-3d-printere-za-44-chasa>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 02.04.2018.

5. Осьмаков, В. Аддитивные технологии и 3D-печать: в поисках сфер применения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.forbes.ru/tehnologii/342687-additivnye-tehnologii-i-3-d-pechat-v-poiskah-sfer-primeneniya>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 02.04.2018.

6. 3D принтер Russian SLM ProM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.printfuture.ru/shop/3d-printers/3d-printer-russian-slm-prom/>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 02.04.2018.

Практические аспекты программной коррекции шага квантования в микроконтроллерных системах автоматического управления

Власов А. В.¹, Власова А. Р.² (г. Мурманск, ¹ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: vlasovav@mstu.edu.ru; ²г. Мурманск ООО "Моргеокомплекс")

Аннотация. В статье приводится методика программной коррекции шага квантования микроконтроллерной системы на величину менее одного машинного цикла. Результат достигается за счет последовательного применения шагов различной длительности, дающих в пределах заданного числа шагов нужную среднюю арифметическую величину шага квантования.

Abstract. The article describes a method for software correction of the microcontroller system's step by value less than one software cycle. This result is being obtained by sequential use of the variable length steps. Given number of these steps produce the required mean value.

Ключевые слова: Квантование, период, программная коррекция, резонатор, микроконтроллер.

Key words: Quantization, period, software correction, resonator, microcontroller.

Локальный уровень современных систем автоматического управления часто основан на технических средствах, построенных с применением микроконтроллерной техники. Разработка системы с цифровым регулятором практически всегда сопряжена с решением проблемы задания и поддержания шага квантования системы. Существуют задачи, в которых требования к точности реализации шага весьма высоки. Обычно это системы автоматического управления малоинерционными объектами, где шаг квантования системы составляет единицы миллисекунд, а потому сравнительно малая погрешность в доли миллисекунды приводит к существенному снижению характеристик системы с точки зрения оптимальности ее работы.

С подобной задачей сталкиваются и смежные с автоматикой области науки. Например, в сейсмической геологоразведке регулярно возникает необходимость управления запуском и синхронизацией совместной работы нескольких геофизических устройств. Для этого используются аппаратные средства, обеспечивающие выделение длительности импульса входного импульсного сигнала и тиражирование его на выходах с заданными фазовыми сдвигами и делением частоты.

Структурная схема подобного устройства представлена на рис. 1.

В состав устройства (рис. 2) входят четыре идентичных канала, обеспечивающих фазовый сдвиг и деление частоты следования входных сигналов; один канал, выполняющий функции устройства аналоговых отметок; ЖК-дисплей и клавиатура для управления работой устройства. Устройство аналоговых отметок предназначено для генерации импульсов в соответствии с управляющим пакетом, принятым от персонального компьютера по интерфейсу RS-232C.

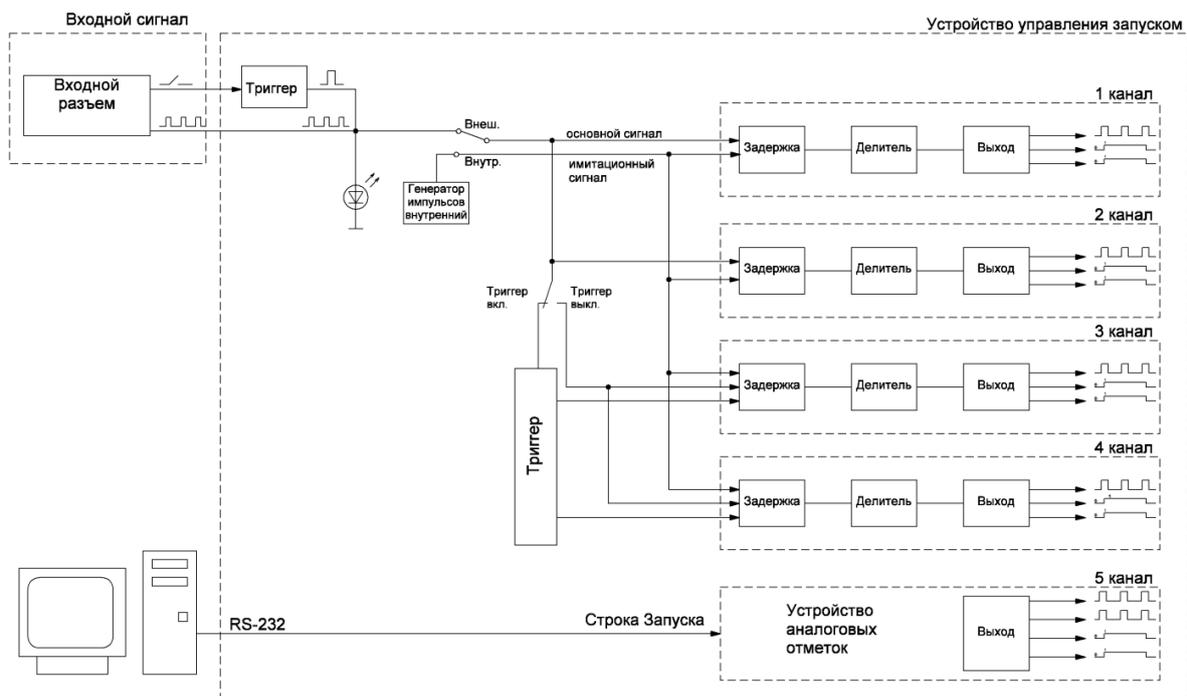


Рисунок 1 – Структурная схема системы с устройством управления запуском



Рисунок 2 – Лицевая панель устройства управления запуском

Устройство управления запуском работает в режиме трансляции входного сигнала с собственным фазовым сдвигом для каждого из четырех выходных каналов. Также устройство может выдавать периодический сигнал с заданными периодом и длительностью импульса от встроенного генератора.

Частота следования входного сигнала может быть поделена в 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 или 10 раз с сохранением фазовых сдвигов и длительности импульса. Настройки для каждого канала задаются независимо и могут изменяться "на лету". Запуск устройства осуществляется от внешнего потенциального сигнала амплитудой от 2 до 15 В с длительностью импульса не менее 1 мс или от срабатывания входа типа "сухой контакт". Диапазон регулирования фазового сдвига составляет от 0 до 9,99 секунд с шагом 1 мс.

Данное устройство разработано на базе микроконтроллера PIC18F6410 производства фирмы Microchip в среде MPLab IDE на языке C (компилятор MCC18). Тактовая частота устройства составляет 16 МГц. Работа программного алгоритма реализована с использованием прерывания от 16-разрядного таймера TMR1 с программным делителем. В прерывании осуществляется определение длительности входного импульса, подсчет фазового сдвига для каждого канала с последующим формированием выходных импульсов, пропуск нужного числа входных импульсов в случае деления частоты.

Отладка программного алгоритма проводилась с использованием встроенного в среду разработки симулятора MPLab SIM. Согласно данным симулятора, за счет коррекции программного делителя и стартового значения таймера после переполнения, обеспечена нулевая погрешность в программной реализации шага квантования – период работы обработчика прерывания составляет ровно 1 мс.

Однако в ходе экспериментов с реальным оборудованием при помощи высокоскоростного цифрового осциллографа было установлено, что при подаче на вход устройства периодического сигнала (один из режимов эксплуатации) наблюдается незначительная погрешность в периоде выходного сигнала, менее 1 % (рис. 3). Величина данной погрешности уменьшается с ростом периода следования входных импульсов, но при продолжительности работы устройства порядка нескольких часов и неодинаковых настройках каналов наблюдается значительная, порядка десятков миллисекунд, рассинхронизация выходных импульсов, что недопустимо.

Подобная ситуация наблюдалась как при обработке входных импульсов, так и при работе встроенного генератора. Так как у каждого из четырех созданных устройств величина погрешности незначительно отличалась при прочих равных параметрах, был сделан вывод о том, что причиной данной проблемы является погрешность частоты в частотоподающем контуре микроконтроллера, построенном на базе кварцевого резонатора Abracon ABLS-16MHz-L4Q. Погрешность частоты самого кристалла составляет

не более 0,015 % согласно документации [1]. Данная погрешность приводит к ошибке в расчете продолжительности шага квантования, которая накапливается в ходе работы устройства. На больших временных интервалах она приводит к описанному негативному эффекту.



Рисунок 3 – Осциллограмма выходного сигнала устройства при использовании встроенного генератора (задан период 100 мс, длительность импульса 50 мс)

Были рассмотрены варианты решения данной проблемы. Например, использование прецизионных термостатированных тактовых генераторов или синхронизация периода квантования с GPS/ГЛОНАСС, однако данные варианты было решено отвергнуть в силу возрастающей сложности (и как следствие – стоимости) устройства. Наилучшим был признан вариант решения с программной коррекцией величины шага квантования индивидуально для каждого устройства.

Была разработана методика коррекции величины шага квантования, заключающаяся в следующем. Вначале необходимо выяснить истинную частоту

кварцевого резонатора устройства. Для этого при помощи осциллографа выясняется текущий период импульсов от встроенного генератора на выходе устройства. Далее, пользуясь программным симулятором со встроенным секундомером StopWatch, следует подобрать частоту резонатора в программном симуляторе MPLab SIM (Debugger→Settings→Processor frequency) так, чтобы наблюдаемый в симуляторе период импульсов соответствовал данным с осциллографа. Значение частоты микроконтроллера в программном симуляторе следует задавать в Герцах, так как кГц и МГц округляются при вводе.

Так как в микроконтроллерах PIC18 одна команда выполняется за четыре такта (за 250 нс при 16 МГц), следует скорректировать стартовое значение в регистрах TMR1H:TMR1L так, чтобы период выполнения кода прерывания отличался от 1 мс в меньшую сторону не более, чем на 250 нс. Так реализуется первое приближение к шагу квантования 1 мс для заданного резонатора.

Дальнейшего улучшения точности можно достичь, корректируя шаг квантования (почти 1 мс) на величину, меньшую одного машинного цикла, с тем, чтобы компенсировать расхождение в величине шага. Для этого следует задаться количеством шагов квантования Z , на котором часть шагов X будет выполняться на один машинный цикл (250 нс при 16 МГц) дольше, чем оставшаяся часть шагов Y .

Например, если $Z = 10$ и $X = 3$, то в пределах десяти шагов (2500 нс) три шага (X) будут выполнены на 250 нс длинее, чем оставшиеся 7 (Y). Следовательно, общий период (по среднему арифметическому) будет скорректирован на 75 нс ($3/10$ от 250 нс) в сторону увеличения. Изменяя Z и X , можно достичь требуемой точности задания шага квантования.

Рассмотрим пример. Допустим, в ходе выполнения первого приближения было установлено, что истинное значение частоты резонатора устройства составляет 15,9932 МГц, при этом один машинный цикл выполняется за 250,106 нс. В ходе первого приближения также было установлено, что необходимо удлинить шаг квантования на 170 нс, чтобы достичь величины 1 мс. Доля шагов X в общем числе шагов Z вычисляется как

— —————

В зависимости от величины Z , можно обеспечить различную точность в реализации шага квантования. Результаты расчетов и оценка абсолютной погрешности величины шага квантования Δ_h сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Оценка зависимости Δ_h от Z

Z	10	100	1000	10000
X	7	68	680	6797
$\Delta_{\text{н}}$, нс	5,074	0,072	0,072	0,003

Следует отметить, что 8-разрядная природа микроконтроллера усложняет переход Z от 100 к 1000 и 10000. В ходе натуральных экспериментов оказалось, что при Z=100 достигается хорошая точность поддержания шага квантования. На интервалах порядка нескольких часов рассинхронизации между каналами с отличающимися настройками выявлено не было.

Программный код, обеспечивающий коррекцию продолжительности шага квантования, занимает 14 строк памяти программ (использовалась ассемблерная вставка) и использует 1 байт ОЗУ.

Таким образом, разработана и опробована эффективная методика программой коррекции шага квантования, требующая минимальных затрат для реализации. Полученные результаты позволяют рекомендовать ее к применению в случае разработки подобных систем с жесткими требованиями к поддержанию величины шага квантования. Предложенная методика является платформенно независимой и может быть реализована с применением различных языков программирования.

Библиографический список

1. HC49/US (AT49) low profile SMD microprocessor crystal [Электронный ресурс] / Abracon Corporation, 2011. – URL: <http://www.farnell.com/datasheets/1883671.pdf>. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 27.03.2018.

К вопросу об использовании полупроводниковых лазеров с гетероструктурой в широком интервале температур

Власова С. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра общей и прикладной физики)

Аннотация. В работе проведено экспериментальное исследование зависимости длины волны, излучаемой лазерным полупроводниковым диодом, изготовленным на основе твёрдого четверного раствора AlGaInP, от температуры, в интервале от 50 К до 300 К. Выполнены расчёты ширины запрещённой зоны материала лазера и обнаружено, что на зависимости ширины запрещённой зоны от температуры $E_g(T)$ существуют точки перегиба при температурах, примерно равных 130 К и 240 К. Было высказано предположение, что наблюдаемые перегибы связаны с изменением атомного упорядочения в структуре AlGaInP, происходящим при указанных температурах.

Abstract. In the work an experimental study was made of the dependence of the wavelength emitted by a laser semiconductor diode made from a quaternary solid solution AlGaInP from a temperature in the range from 50 K to 300 K. The widths of the forbidden band of the laser material was calculated. It was found that the dependence of the width of the forbidden band from the temperature $E_g(T)$ has inflection points at temperatures approximately equal to 130 K and 240 K. It has been suggested that the observed inflections are associated with a change in the atomic ordering in the structure AlGaInP, occurring at these temperatures.

Ключевые слова: полупроводниковые лазерные диоды, изготовленные из четверного твёрдого раствора AlGaInP, спектры излучения, ширина запрещённой зоны, влияние температуры.

Key words: the semiconductor laser diodes prepared from the quaternary solid solution of AlGaInP, radiation spectra, the width of the forbidden band, the temperature effects.

Лазерные полупроводниковые диоды (ЛПД) в последние десятилетия чрезвычайно широко используются в технике, науке, медицине. Эти устройства зачастую встраиваются в приборы, выполняя различные функции. Сфера использования ЛПД постоянно расширяется. Одной из важнейших характеристик ЛПД является длина волны излучения, которая, во многом, определяет сферу его использования. Но существуют и другие параметры излучения, важные для определённых областей использования. Это такие параметры, как: зависимость длины волны излучения от температуры; характер спектра излучения в эксплуатационном интервале температур, модовый состав излучения и другие. В литературе появляются предложения о новых возмож-

ностях использования ЛПД, например, в качестве датчика для измерения низких температур [1].

В работе исследовался серийно выпускаемый лазерный диодный полупроводниковый модуль (без драйвера) малой мощности, излучающий в красной области спектра, марки DMO 635-6d-5 со следующими основными характеристиками: длина волны 635 нм; выходная оптическая мощность менее 5 мВт; максимальный ток накачки менее 35 мА, рабочий ток менее 45 мА; рабочее напряжение менее 2,8 В, рекомендуемый интервал рабочих температур от -40 °С до 40 °С, изготовленный на основе твёрдого четверного раствора AlGaInP. Подобные малогабаритные модули используются достаточно широко: в физических и электронных приборах, науке и медицине, химической, строительной, деревообрабатывающей и других областях промышленности. Также они могут служить источниками света в оптических квантовых вычислительных системах, коммуникационных системах и использоваться для обмена данными между частями компьютерного чипа [2].

Допустим, что разработчик использует подобного рода полупроводниковый (п/п) лазер в качестве элемента в некотором измерительном приборе, который, предположительно, будет работать, как при отрицательных, так и при положительных температурах. Очевидно, для разработчика важно знать, как будет изменяться длина волны излучения с температурой. Известно, что в п/п лазерах генерация излучения осуществляется за счет вынужденного излучения фотонов при межзонных переходах электронов в условиях высокой концентрации носителей в зоне проводимости, т. е. из состояний у нижнего края зоны проводимости на состояния у верхнего края валентной зоны (переход "зона-зона"), а также за счёт экситонных переходов и переходов "зона-мелкая примесь". Таким образом, длина волны излучения п/п лазера λ приблизительно определяется по соотношению (1)

$$\lambda = \frac{hc}{E_g}, \quad (1)$$

где E_g – ширина запрещённой зоны, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме [3].

Очевидно, что соотношение (1) определяет ширину запрещённой зоны полупроводника в активном слое гетероструктуры, где осуществляется генерация излучения.

Из соотношения (1) следует, что предполагаемый разработчик прибора, зная ширину запрещённой зоны п/п в активном слое, может определить длину

волны излучения лазера (в пределах точности 2–3 % [3]), а также оценить изменение длины волны при изменении температуры, если известна зависимость ширины запрещённой зоны от температуры. Для ряда широко используемых п/п температурный коэффициент изменения ширины запрещённой зоны известен (см., например, [4]), в то время, как для твёрдых четверных растворов такая информация для различных температурных интервалов в литературе практически отсутствует. Кроме того, ширина запрещённой зоны существенно зависит от состава твёрдого раствора (конкретный состав является, по-видимому, коммерческой тайной и не указывается производителем).

В связи с отсутствием в литературе сведений о зависимости длины волны излучения от температуры для п/п лазера, используемого нами, а также отсутствием сведений о температурной зависимости ширины запрещённой зоны твёрдых четверных растворов AlGaInP различного состава, нами было выполнено измерение длины волны, излучаемой п/п лазерным диодом, изготовленным на основе твёрдого четверного раствора AlGaInP, в широком температурном интервале: от 50К до 300К (рис. 1). По данным, представленным на рис. 1, можно рассчитать относительное изменение длины волны, излучаемой ЛПД в изученном температурном интервале от 50К до 300К. Оказалось, что это изменение составляет примерно 4,4 %.

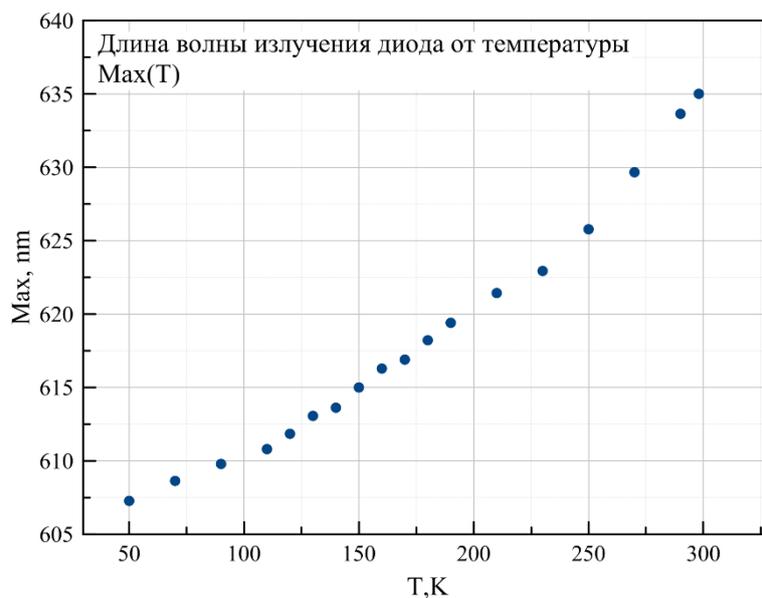


Рисунок 1 – Зависимость длины волны излучения п/п лазерного диода DMO 635-6d-5 от температуры

Были выполнены расчёты ширины запрещённой зоны по соотношению (1) и построена зависимость ширины запрещённой зоны материала полупроводника от температуры $E_g(T)$, которая представлена на рис. 2. Относительное изменение ширины запрещённой зоны в исследуемом температурном интервале от 50К до 300К составляет приблизительно 4,5 %. Количественно, воздействие температуры на ширину запрещённой зоны полупроводника оценивается температурным коэффициентом изменения ширины запрещённой зоны [4,5]:

$$\frac{E_{g2} - E_{g1}}{E_{g1}} = \alpha \cdot (T_2 - T_1), \quad (2)$$

где E_{g1} и E_{g2} – ширина запрещённой зоны полупроводника при температуре T_1 и T_2 , соответственно. Из рис. 2 видно, что на зависимости $E_g(T)$ можно выделить три температурных интервала с различной величиной коэффициента изменения ширины запрещённой зоны: первый от 50 К до примерно 120 К, второй от 130 К до примерно 230 К, третий от 240 К до 300 К. Коэффициент $\alpha = -2,04 \cdot 10^{-4}$ эВ/К для первого (низкотемпературного) участка; на втором участке (средний интервал температур) $\alpha = -3,2 \cdot 10^{-4}$ эВ/К; на третьем (высокотемпературном участке) $\alpha = -6,5 \cdot 10^{-4}$ эВ/К [5]. Из представленного графика $E_g(T)$ и приведённых численных значений видно, что величина α изменяется по абсолютной величине по мере роста температуры от 50 К до 300 К примерно в три раза.

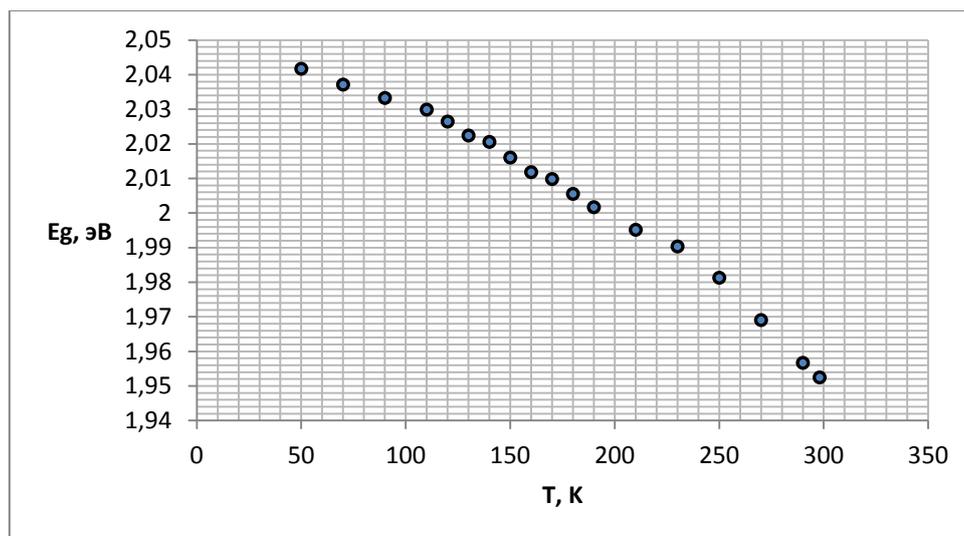


Рисунок 2 – Зависимость ширины запрещённой зоны п/п материала, из которого изготовлен лазер DMO 635-6d-5, от температуры

Отмечается, что ширина запрещённой зоны твёрдых тел зависит от ряда внешних параметров (температуры, давления и др.). Это связано с тем, что при изменении внешних условий в кристаллах могут наблюдаться как структурные, так и чисто электронные фазовые переходы (типа полупроводник-диэлектрик, либо полупроводник-металл), связанные с изменением ширины запрещённой зоны. Изменение E_g при фазовых переходах описывается соотношением [6]:

$$\frac{dE_g}{dT} = -\frac{C_v}{E_g} \quad (3)$$

где C_v – теплоемкость при постоянном объеме. Соответственно, E_g , подобно C_v , испытывает скачки при фазовых переходах I рода и точки перегиба для фазовых переходов II рода [6].

В работе [7] обращают внимание, что существует отличие между идеальными фазовыми переходами (ФП), рассматриваемыми в теории и реальными ФП. Во-первых, многие физические величины, которые, согласно термодинамической теории, в точке ФП должны стремиться к бесконечности, практически, остаются конечными. Во-вторых, ФП часто протекают не при одной строго определенной температуре, а в некотором интервале температур. Отмечается, что в последнее время термин ФП часто употребляется не в том строгом смысле, который придается ему классической термодинамикой, где условием ФП является разрыв какой-нибудь производной соответствующего термодинамического потенциала. Теперь в более широком смысле под ФП понимают изменение характера температурной зависимости любого измеряемого свойства, имея при этом ввиду, что этому соответствуют определенные изменения в структуре. Такие ФП получили общее название – размытые (РФП) [7].

В эксперименте мы наблюдаем перегибы на зависимости $E_g(T)$ при температурах примерно 130 К и 240 К. Возникает вопрос, какие размытые (как мы предполагаем) фазовые переходы второго рода могут происходить при этих температурах в четверном твёрдом растворе AlGaInP? Известно, что четверной твёрдый раствор AlGaInP можно получить путём замены некоторой части атомов Ga атомами Al (поскольку ковалентные радиусы атомов Ga атомов Al равны) в тройном растворе Ga_{0,5}In_{0,5}P, выращенном на подложке из GaAs [8]. Отмечается, что преимущество четырехкомпонентных твердых растворов (ЧТР) перед соответствующими трехкомпонентными

состоит в возможности сохранения периода кристаллической решетки при изменении ширины запрещенной зоны E_g [8].

В работе [9] отмечается, что изменение симметрии при фазовом переходе II рода может быть связано с изменением упорядоченности кристалла. Отмечается, что изменение симметрии тела при фазовом переходе II рода обладает следующим свойством: симметрия одной из фаз является более высокой, а симметрия другой фазы – более низкой по отношению друг к другу, причём ФП II рода из упорядоченного в неупорядоченное состояние происходит всегда при повышении температуры [9]. Нам не удалось найти в литературе сведения о влиянии упорядочения в четверных твёрдых растворах AlGaInP на физические свойства полупроводника. Тем не менее, в литературе имеются сведения о том, что появление атомного упорядочения при росте твердого раствора $Ga_xIn_{1-x}P$ (на подложке из GaAs) приводит к кардинальному изменению оптических свойств полупроводника по сравнению со свойствами неупорядоченных твёрдых растворов, среди которых уменьшение ширины запрещённой зоны полупроводника [10].

Нами высказывается предположение, что перегибы на зависимости $E_g(T)$, наблюдаемые в нашем эксперименте при температурах в районе 130 К и 240 К, могут связаны с упорядочением структуры четверного твёрдого раствора AlGaInP в области указанных температур. Можно предположить, что упорядоченность возникает за счёт разрушения экситонов. Ранее нами показано: в области температур 50–110 К энергия ионизации экситонов составляет порядка 0,07 мэВ; в интервале 130–230 К – (0,3–0,5) мэВ; а при $T > 130$ К энергия ионизации имеет значение (1,5–2) мэВ [5]. Высказанная гипотеза требует дальнейших экспериментов и теоретических разработок для своего подтверждения.

Библиографический список:

1. Власов А. Б., Деревянкин П. Г. Способ дистанционного измерения температуры среды. Патент РФ на изобретение. Заявка № 2013129258/28(0436110), МКП G01K11/00 (2006.01); G01J3/28 (2006.01); G01J5/0 (2006.01) от 25.06.2013
2. Электронный ресурс: <http://www.lascompany.ru>
3. Елисеев П. Г. Введение в физику инжекционных лазеров. – М. : Наука, 1983. – 294 с.

4. Гулямов Г., Шарибаев Н. Ю. Влияние температуры на ширину запрещенной зоны полупроводника // Физическая инженерия поверхности. 2011. Т. 9. № 1. С. 40.
5. Власова С. В., Власов А. Б., Шапочкин П. Ю. Особенности излучения лазерных диодов в различных температурных интервалах // Вестник МГТУ. 2017. Т. 20, № 4. С.697.
6. Фридкин В. М. Сегнетоэлектрики-полупроводники. – М. : Наука, 1976. – 408 с.
7. Алиев С. А. Размытие фазовых переходов в полупроводниках и высокотемпературных сверхпроводниках. Баку : Элм, 2007. – 286с.
8. Гермогенов В. П. Материалы, структуры и приборы полупроводниковой оптоэлектроники: учеб. пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2015. – 272 с.
9. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Статистическая физика. – М. : Наука, 1964. – 588 с.
10. Середин П. В., Голощапов Д. Л., Леньшин А. С., Лукин А. Н., Худяков Ю. Ю., Арсентьев И. Н., Tatiana Prutskij. Экспериментальные исследования влияния эффектов атомного упорядочения в эпитаксиальных твердых растворах GaIn_{1-x}P на их оптические свойства // Физика и техника полупроводников. 2017. Том 51, вып. 9. С. 1160.

Анализ развития и использования промышленных информационно-коммуникационных технологий в Мурманской области

Вотинов М. В.¹, Вотинова Е. М.² (¹г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: votinovmv@yandex.ru; ²г. Мурманск, Северо-Западный институт (филиал) Московского гуманитарно-экономического университета, факультет экономики и управления)

Аннотация. Статья посвящена анализу имеющихся у предприятий Мурманской области информационных технологий и развития промышленности в тренде современных информационных направлений.

Abstract. The article is devoted to the analysis of information technologies available at the enterprises of Murmansk region and development of industry in the trend of modern information directions.

Ключевые слова: информационно-коммуникационные технологии, виртуальное предприятие, Индустрия 4.0.

Key words: information and communication technologies, virtual enterprise, Industry 4.0.

Массовое и стремительное развитие информационных технологий во всех сферах деятельности человека, в том числе и в промышленности [1], привело к возникновению предприятия нового типа – виртуального. В виртуальном предприятии подразделения одной или нескольких удалённых друг от друга организаций формируют, с использованием информационных технологий, единое информационное пространство и функционируют как единое целое.

Стоит отметить, что виртуальное предприятие является ярким представителем третьей промышленной революции, которая зародилась в прошлом веке и связана с развитием электроники. Вместе с тем, уже сегодня многие учёные и исследователи начинают задумываться о вопросе формирования и становления в наши дни четвертой промышленной революции (Индустрия 4.0).

Одной из составляющих Индустрии 4.0 является стремление производителей к развитию и внедрению так называемого "умного производства",

промышленного интернета вещей [2] и других технологий, составляющих основу Индустрии 4.0, (рисунок 1).



Рисунок 1 – Технологии, составляющие основу Индустрии 4.0

Исследование развития промышленных информационно-коммуникационных технологий для каждого региона, в том числе для Мурманской области, является чрезвычайно актуальным вопросом. Только статистический анализ имеющихся у организаций информационных технологий и развития промышленности в тренде современных информационных направлений позволит принять правильные и обоснованные управленческие решения в этой сфере.

Федеральной службой государственной статистики (Росстат) ежегодно проводятся обследования организаций различных видов деятельности на предмет использования ими передовых производственных, информационных и коммуникационных технологий и осуществления инновационной деятельности [3].

Статистические данные показывают, что все больше организаций Мурманской области начинают использовать информационные и коммуникационные технологии. На рис. 2 приведена динамика использования орга-

низациями Мурманской области информационных и коммуникационных технологий с 2011 года.

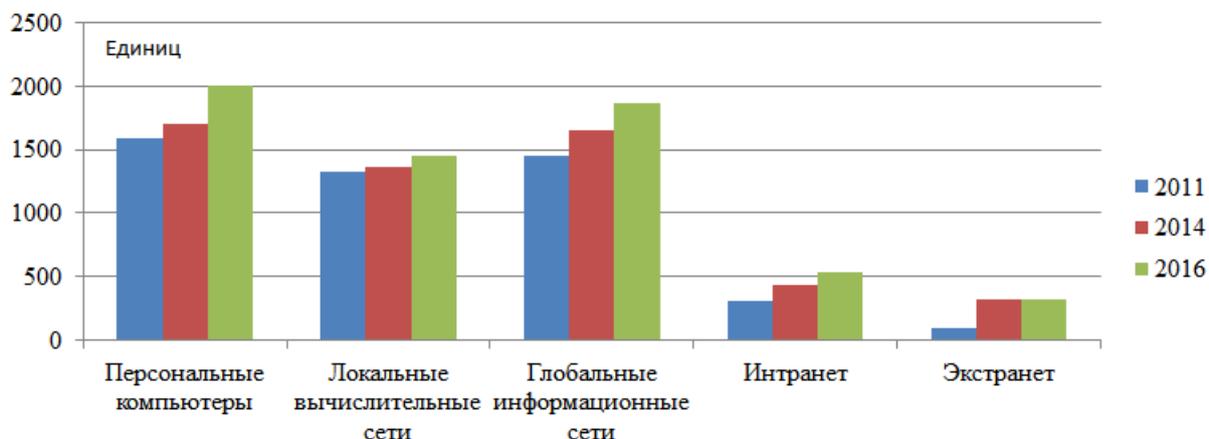


Рисунок 2 – Использование организациями Мурманской области информационных и коммуникационных технологий.

В Мурманской области по состоянию на 2016 год 2003 организации осуществляют свою деятельность с использованием персональных компьютеров, что на 417 организаций больше, чем в 2011 году. У 1450 организаций функционирует локальная вычислительная сеть (1330 в 2011 году), а 1870 организаций области подключено к глобальной вычислительной сети (1447 в 2011 году).

Среди промышленных организаций, по видам экономической деятельности "обрабатывающие производства", "добыча полезных ископаемых", "производство и распределение электроэнергии, газа и воды" 81,3–88,9 % (по видам деятельности) подключено к глобальной вычислительной сети.

Стоит отметить, что одним из показателей развития виртуальных предприятий в Мурманской области является формирование Инtranет- и Экстранет-сетей, как основных элементов единого информационного пространства. Так, по состоянию на 2016 год, на 535 организациях области функционирует Инtranет-сеть (304 в 2011 году), у 327 организаций настроены Экстранет-сети (97 в 2011 году).

Средствами электронной почты пользуется 1860 организаций, вместе с тем на 66,5 % обследуемых организациях Мурманской области применяются системы электронного документооборота с использованием электронной подписи. Доля организаций, использующих системы электронного документооборота, по обследуемым Росстатом видам экономической деятельности приведена на рис. 3.

Меньше всего системы электронного документооборота распространены в гостиничном и ресторанном бизнесе (48,2 %), наиболее востребованы – в государственном секторе (79,2 %). Рассматривая промышленные организации Мурманской области, можно сделать вывод о том, что они также хорошо оснащены современными информационными технологиями. Так, системы электронного документооборота используются на 61,1 –75,3 % (по видам деятельности) промышленных организаций области.

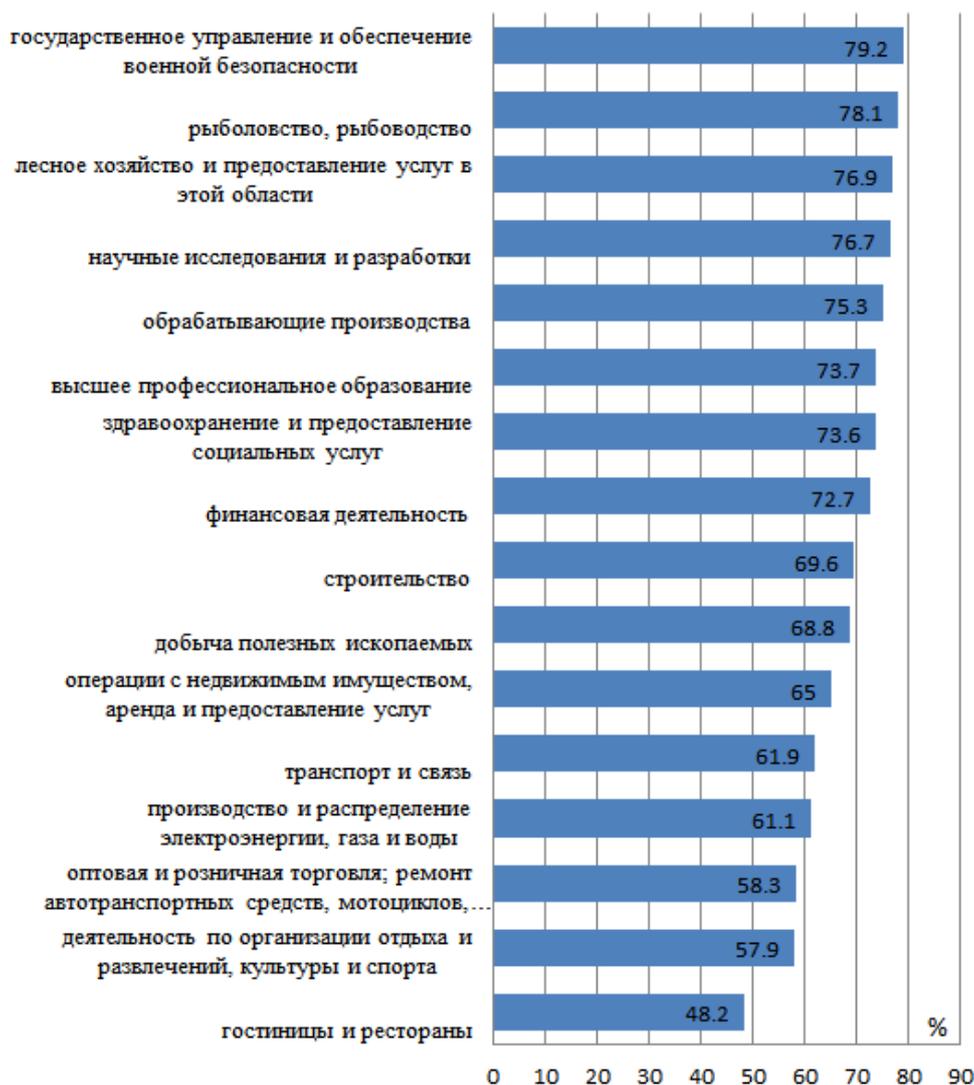


Рисунок 3 – Доля организаций Мурманской области, использовавших системы электронного документооборота, по обследуемым видам экономической деятельности

По данным статистики, на 1812 (86,6 % от общего числа) организациях Мурманской области используются специальные программные средства.

Некоторые из специальных программных средств составляют основу непрерывной поддержки жизненного цикла продукции и косвенно свидетель-

ствуют о процессах становления промышленных виртуальных предприятий в Мурманской области. К таким специальным программным средствам относятся системы проектирования (231 организация), CRM, ERP, SCM системы (319 организаций), системы (RFID) автоматической идентификации объектов (87 организаций).

Стоит отметить, что явление Индустрии 4.0 и развитие "умного производства" – сравнительно новая тенденция, поэтому она относительно слабо освещена в статистических обследованиях, проводимых Росстатом.

Одним из параметров, по которому можно оценить развитие Индустрии 4.0 в Мурманской области, является использование организациями облачных сервисов. Так, 361 организация использует в своей работе облачные технологии.

Таким образом, как показывает проведённый анализ, процессы развития и использования промышленных информационно-коммуникационных технологий в Мурманской области имеют положительную динамику. Ежегодно увеличивается число промышленных организаций, использующих в своей работе глобальные информационные сети, системы электронного документооборота. Развиваются технологии непрерывной поддержки жизненного цикла продукции, увеличивается использование облачных технологий.

Стоит отметить, что анализ имеющихся у предприятий информационных технологий и развития промышленности в тренде современных информационных направлений по регионам Северо-запада и России в целом является перспективной задачей, на решение которой будут направлены дальнейшие исследования авторов.

Библиографический список

1. Вотинов, М. В. Обеспечение систем автоматического управления современными информационными средствами удалённого доступа и мобильного контроля / М. В. Вотинов // Вестник ЮУрГУ. Серия "Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника". – 2017. – Т. 17, № 2. – С. 141–148.
2. Куприяновский В. П., Намиот Д. Е., Дрожжинов В. И., Куприяновская Ю. В., Иванов М. О. Интернет вещей на промышленных предприятиях / *International Journal of Open Information Technologies* vol. 4, no. 12, 2016
3. Наука и инновации в Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области. – Мурманск, 2017. – 74 с.

Система управления на базе мобильного устройства под управлением операционной системы Android

Ерещенко В. В., Яценко В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники)

Аннотация. В данной статье представлена реализация системы управления технологическим процессом на базе мобильного устройства под управлением операционной системы Android. Для реализации системы управления было разработано программно-аппаратное решение, которое позволяет обмениваться информацией с ModbusRTU-устройствами по беспроводному интерфейсу WiFi. Для разработки программного обеспечения были использованы открытые библиотеки Pascal SCADA, Lazarus Android Module Wizard и среда разработки Lazarus. Разработанное программное обеспечение позволяет использовать мобильные устройства вместо программируемого логического контроллера для управления технологическим процессом.

Abstract. This article presents the implementation of a process control system based on a mobile device running the Android operating system. To implement the control system, a software-hardware solution was developed that allows exchanging information with the ModbusRTU devices via the wireless WiFi interface. For the software development, the open Pascal SCADA library, Lazarus Android Module Wizard and Lazarus development environment were used. The developed software allows to use mobile devices instead of a programmable logic controller to control the technological process.

Ключевые слова: Android, системы управления, беспроводной интерфейс.

Key words: Android, control system, wireless interface.

Введение

В современных системах автоматизации, в результате постоянной модернизации производства, все чаще встречаются задачи организации связи нижнего и верхнего уровней АСУ ТП с использованием гибких протоколов передачи данных, поэтому в настоящее время чрезвычайно актуально внедрение современных беспроводных технологий в сетях промышленной автоматизации.

Протоколы разрабатываются с учетом особенностей производства и технических систем, обеспечивая надежное соединение и высокую точность передачи данных между различными устройствами. Наряду с надежностью работы в жестких условиях все более важными требованиями в системах АСУ

ТП становятся функциональные возможности, гибкость в построении, простота интеграции и обслуживания, соответствие промышленным стандартам.

При выборе беспроводной сенсорной технологии для сетей промышленного применения необходимо также учитывать: интенсивность обмена данными на полевом уровне; возможность использования автономных источников электропитания большой емкости; топологию построения радиосети. Нужно обеспечить избыточность связей, а также возможность самоорганизации сети. Это повысит надежность радиосети, а также упростит ввод в действие оконечных объектов (датчиков и исполнительных механизмов).

Система управления на базе мобильного устройства

В рамках научно-исследовательской работы кафедры АиВТ была разработана воздухосмешивающая система (рис. 1) для программно-аппаратного комплекса поиска оптимальных режимов холодной сушки гидробионтов.

Для реализации централизованного управления предусмотрена возможность подключения управляющей платы системы воздухосмешения к управляющему персональному компьютеру или программируемому логическому контроллеру по интерфейсу RS-485. Для организации обмена данными используется протокол Modbus RTU.

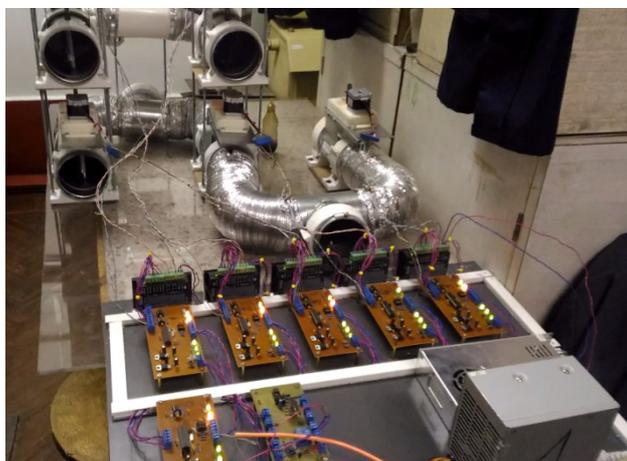


Рисунок 1 – Воздухосмешивающая система на этапе разработки

Для удаленного управления и возможности проведения экспериментов был написан программный продукт под ОС Android для управления воздухосмешивающей системой по беспроводному интерфейсу Wi-Fi (рис. 2).

Данный программный продукт обладает следующими функциональными особенностями:

- обеспечивает связь с системой воздухосмешения по беспроводному интерфейсу Wi-Fi;

- позволяет в ручном режиме задавать степень открытия заслонок;
- позволяет в ручном режиме включать/выключать холодильную машину;
- позволяет осуществлять управление в ручном или автоматическом режиме;
- позволяет задавать требуемые температуру и влажность в автоматическом режиме;
- осуществляет визуализацию технологических данных.

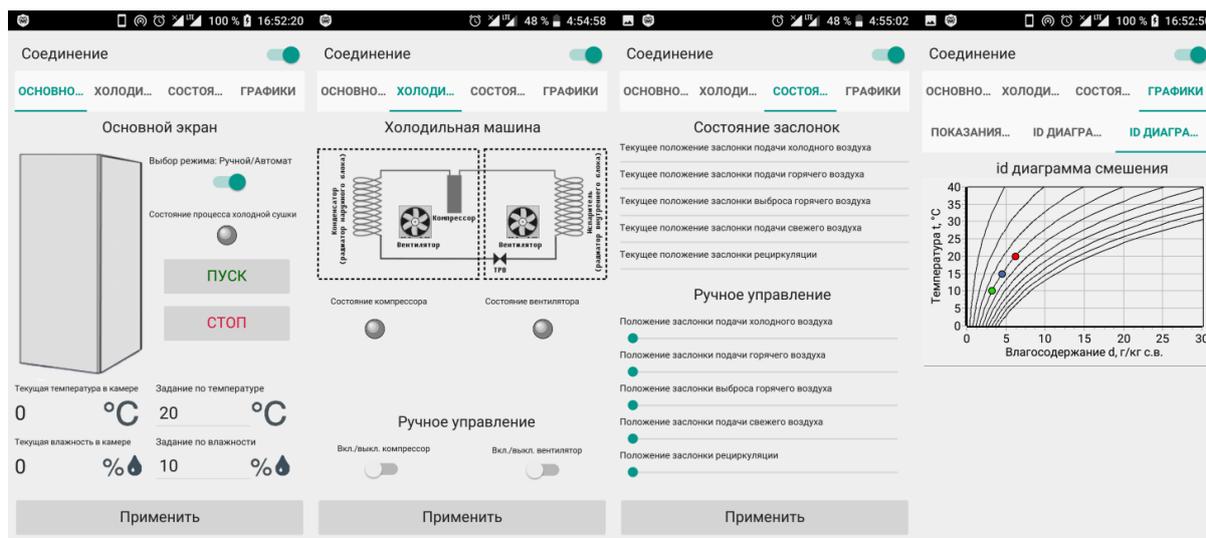


Рисунок 2 – Интерфейсные окна программы управления воздухосмешивающей системой

Представленное программное обеспечение было разработано с использованием среды разработки Lazarus 1.8.2, компилятора Free Pascal Compiler 2.7.1 и открытых библиотек Pascal SCADA и Lazarus Android Module Wizard. Lazarus является интегрированной средой разработки (IDE) для языка Object Pascal. Free Pascal Compiler – это компилятор, который делает упор на независимость и мультиплатформенность. Пакет PascalSCADA – это набор компонентов под Lazarus/Delphi, предназначенный для облегчения реализации промышленных приложений, взаимодействующих с различными ПЛК по последовательным интерфейсам. Lazarus Android Module Wizard – включает в себя несколько пакетов, содержащих компоненты, полезные для разработки Android-программ с Lazarus, с использованием интерфейса обращения к native-методам (JNI – Java Native Interface).

В рамках работы над программным продуктом решался ряд задач. Во-первых, были модифицированы модули PascalSCADA для возможности компиляции под операционную систему Android. Во-вторых, была написана

реализация протокола ModbusRTU через TCP соединение, поскольку в PascalSCADA данная возможность отсутствует. В-третьих, было разработано программно-аппаратное решение для объединения интерфейса RS-485 и TCP/IP без изменения существующего протокола. Принципиальная схема устройства представлена на рис. 3.

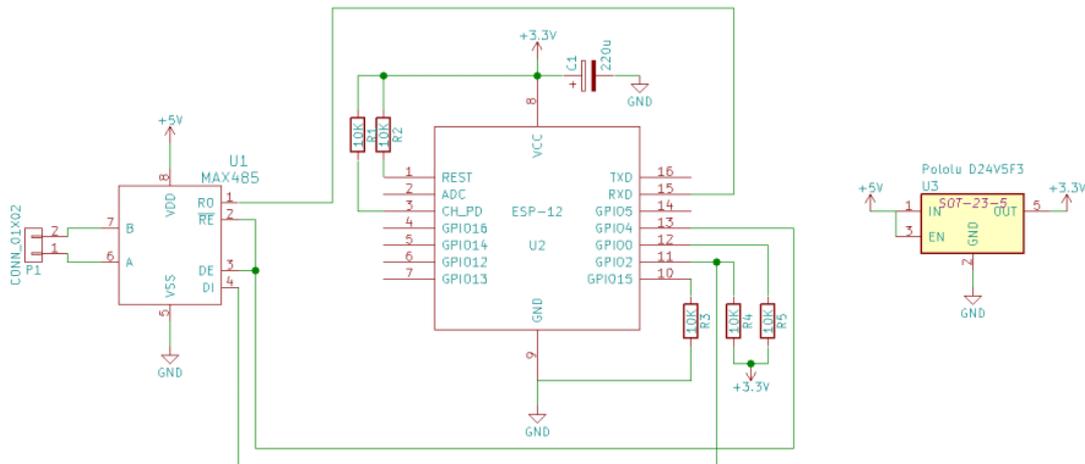


Рисунок 3 – Принципиальная схема конвертера RS-485 ↔ TCP/IP

Представленная реализация конфигурируемого преобразователя RS-485 ↔ TCP/IP состоит из микроконтроллера с интерфейсом Wi-Fi ESP8266, модуля преобразователя интерфейсов MAX485, а также специализированной программы-конфигуратора для настройки рабочих параметров преобразователя.

ESP8266 – микроконтроллер с интерфейсом WiFi, который имеет возможность исполнять программы из флеш-памяти. Данный контроллер обладает небольшим количеством внешних элементов и имеет следующие технические параметры: поддерживает Wi-Fi протоколы 802.11 b/g/n с WEP, WPA, WPA2; поддерживает внешнюю память до 16 МБ; необходимое питание от 2,2 до 3,6 В, потребляемый ток до 300 мА в зависимости от выбранного режима.

Особенности платы ESP8266:

- удобное подключение к компьютеру;
- наличие встроенного преобразователя напряжения 3,3В;
- наличие 4 Мб флеш-памяти;
- встроенные кнопки для перезагрузки и перепрошивки.

Микросхема MAX 485 является преобразователем интерфейса UART TTL уровня (транзисторно-транзисторная логика) в интерфейс RS-485.

Программа-конфигуратор была написана на языке высокого уровня Object Pascal и позволяет изменять различные параметры, относящиеся к работе преобразователя.

Разработанный преобразователь RS-485 ↔ TCP/IP позволяет создать транспарантный мост между последовательным портом и Wi-Fi, тем самым позволяя существующим устройствам без подключения к сети Wi-Fi осуществлять взаимодействие с беспроводными устройствами с использованием протокола Wi-Fi. На данный момент преобразователь поддерживает асинхронный протокол последовательной связи RS-485 и сетевой режим – TCP / IP-сервер. Различные параметры, относящиеся к работе преобразователя, так же могут быть изменены через web-интерфейс преобразователя.

Структурная схема системы управления технологическим процессом представлена на рис. 4. В этой системе мобильное устройство, имеющее разработанную программу управления, подключается к управляющей плате системы воздухоподогрева, используя разработанный преобразователь RS-485 ↔ TCP/IP. Таким образом, между мобильным устройством и системой воздухоподогрева устанавливается обмен данными.

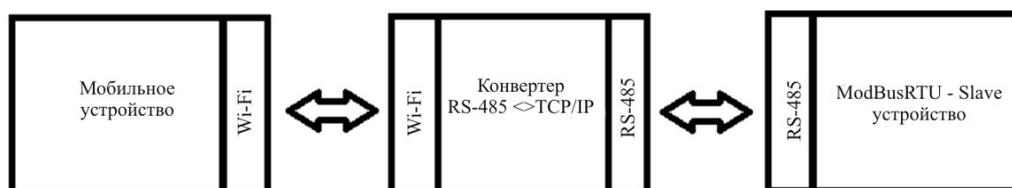


Рисунок 4 – Структурная схема системы управления

Заключение

Разработанное программно-аппаратное решение позволяет использовать мобильные устройства вместо программируемого логического контроллера для управления технологическим процессом.

Внедрение разработанного программно-аппаратного решения позволило реализовать систему управления процессом сушки пищевых продуктов с различными параметрами воздушной смеси, обеспечить одинаковые условия проведения технологических процессов при различных параметрах цехового воздуха (температура и влажность), производить экспериментальные исследования по поиску оптимальных технологических режимов сушки пищевой продукции, обеспечить оптимальное управление процессом для повышения энергоэффективности сушильной установки.

Библиографический список

1. Ерещенко В. В. Разработка исполнительных элементов воздухоосмешивающей системы для программно-аппаратного комплекса поиска оптимальных режимов холодной сушки гидробионтов / В. В. Ерещенко, В. В. Яценко // Наука-производству – 2017: материалы международной научно-практической конференции (4–19 апреля 2017 г) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.mstu.edu.ru/science/actions/conferences/files/17-03-2017-9.pdf> Мурманск: МГТУ, 2017

2. Маслов А. А. Малогабаритная сушильная установка для поиска оптимальных технологических режимов / А. А. Маслов, М. А. Ершов, И. Ю. Селяков, А. В. Кайченков, В. А. Аминов // Наука и образование – 2012: материалы международной научной, конференции (2–6 апреля 2012) [Электронный ресурс] / МГТУ. Электронные текстовые Данные (139 Мб) Мурманск: МГТУ, 2012.

3. Ерещенко В. В., Столянов А. В., Ершов М. А., Жук А. А. "Разработка климатической камеры для малогабаритной сушильной установки УПОР-М". Материалы международной научно-практической конференции "Наука-производству", Мурманск, 22–25 марта 2016 г. С. 43–47.

Автоматизация автоклава АВК-30М для проведения научных исследований в области пастеризации продуктов из гидробионтов

Жук А. А., Кайченев А. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО «Мурманский государственный технический университет», кафедра автоматике и вычислительной техники)

Аннотация. В статье предлагается обзор системы автоматизации автоклава АВК-30М, применяемого для проведения научных исследований. Рассматриваются проблемы научно-исследовательской деятельности в области пастеризации консервной продукции из гидробионтов (рыбы и морепродуктов).

Abstract. The article offers the review of «AVK-30M» autoclave automation system used for carrying out scientific researches. The problems of research activities in canned food pasteurization from hydrobionts (fish and sea products) are considered.

Ключевые слова: пастеризация, гидробионты, автоклав, АВК-30М, автоматизация, система управления.

Key words: pasteurization, hydrobionts, autoclave, AVK-30M, automation, control system

Введение

В учебно-экспериментальном цехе Мурманского государственного технического университета в качестве лабораторного оборудования для проведения научных исследований используется стерилизационная установка АВК-30М, которая позволяет разрабатывать режимы стерилизации консервов.

Такое направление деятельности является актуальной задачей, поскольку создание новых видов консервов и использование новых видов консервной тары предполагает разработку научно обоснованных формул стерилизации, утверждаемых в установленном порядке. Процедура разработки является трудоёмкой, поэтому для её упрощения используют метод численного моделирования процесса стерилизации [1].

Достаточно новым направлением технологий пищевых производств является разработка режимов пастеризации консервов. Научная новизна заключается в разработке способа автоматического управления процессом пастеризации продуктов из гидробионтов [2]. Следует отметить, что с целью обеспечения безопасности здоровья человека, для пастеризованных консервов также, как и для стерилизованных, требуется строгое научное обоснование режима тепловой обработки.

Авторами статьи было проведено исследование, которое показало возможность разработки режимов пастеризации консервов на лабораторном автоклаве АВК-30М с использованием средств и методов автоматизации [3]. Однако, была выявлена потребность в модернизации программного обеспечения системы управления.

Основная часть

Стерилизационная установка, изображённая на рисунке 1, представляет собой набор специализированного оборудования, который достаточно компактно установлен на стальную конструкцию в форме параллелепипеда. К используемым техническим средствам относятся: автоклав АВК-30М, компрессор, контактор, блок симисторов, манометры, датчики давления, датчики температуры, датчики уровня воды, клапаны с ручным и электромагнитным приводом, автоматический выключатель, шкаф управления и др.



а) – внешний вид установки; б) – шкаф управления
Рисунок 1 – Стерилизационная установка АВК-30М

Шкаф управления, изображённый на рисунке 1, содержит смонтированные технические средства автоматизации, к которым относятся: программируемый логический контроллер, сенсорная панель оператора, модули расширения каналов ввода / вывода, элементы световой индикации, блоки питания, соединительные клеммы и др.

Графический пользовательский интерфейс сенсорной панели оператора стерилизационной установки представлен на рисунке 2.



а) – стартовое меню; б) – мнемосхема технологического процесса

Рисунок 2 – Интерфейс сенсорной панели оператора

Эскиз функциональной схемы автоматизации автоклава АВК-30М изображён на рисунке 3.

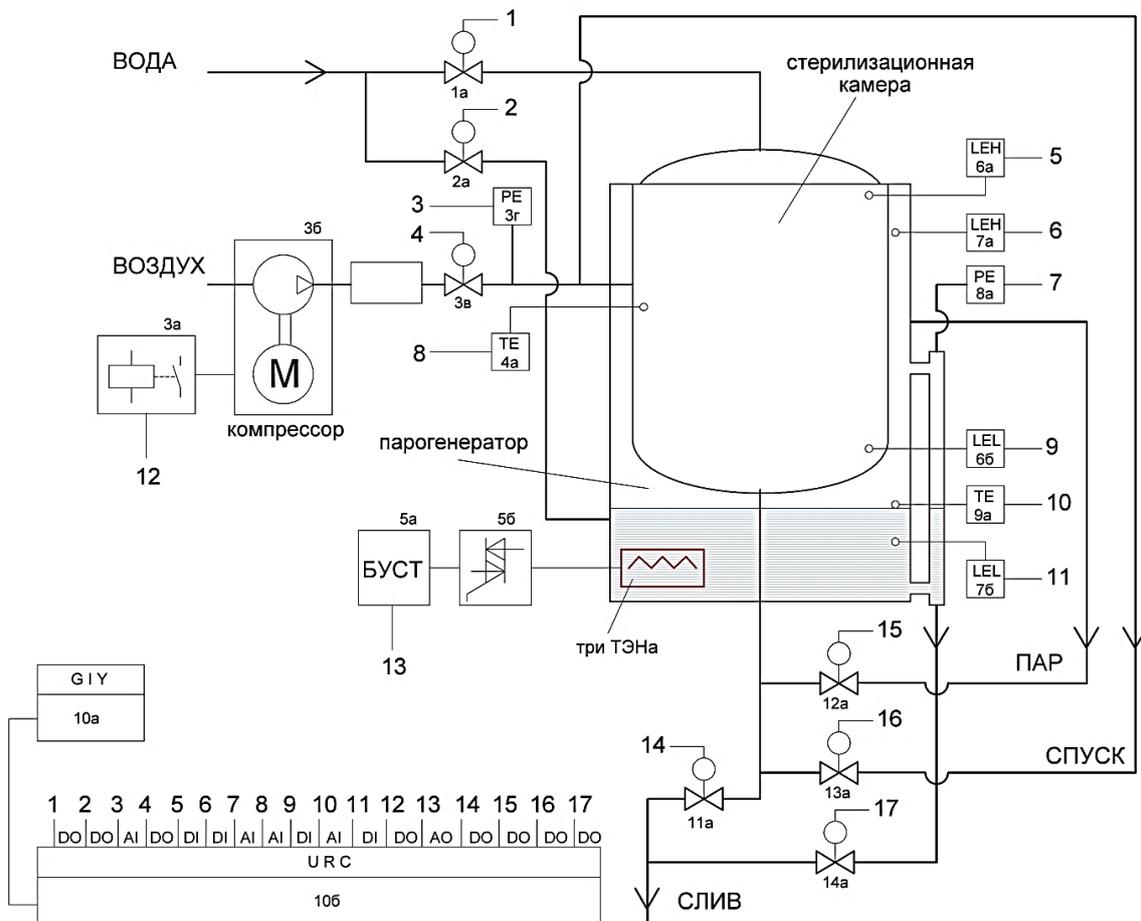


Рисунок 3 – Эскиз функциональной схемы автоматизации автоклава АВК-30М

Лабораторный автоклав АВК-30М состоит из теплоизолирующей рубашки, стерилизационной камеры и парогенератора с тремя трубчатыми электронагревателями (ТЭН), управляемыми симисторами 5б посредством блока управления симисторами и тиристорами (БУСТ) 5а.

Для наполнения стерилизационной камеры и парогенератора водой служат электромагнитные клапаны 1а и 2а соответственно, а для слива воды

используются аналогичные клапаны 11а и 14а. Также в установке используются клапаны подачи 3в и спуска 13а воздуха, клапан подачи / спуска пара 12а.

Для подачи воздуха в стерилизационную камеру, предварительно выполняется его закачка в ресивер, осуществляемая компрессором 3б, привод которого запускается контактором 3а.

Установка оснащена датчиками давления – 3г, 8а, температуры – 4а, 9а, верхнего уровня воды – 6а, 7а и нижнего уровня воды – 6б, 7б, которые измеряют параметры в стерилизационной камере и парогенераторе.

Управление системой осуществляют сенсорная панель (СП) оператора 10а и программируемый логический контроллер (ПЛК) 10б, связанные по промышленному интерфейсу RS-485.

Возможность проведения процессов пастеризации консервной продукции на установке АВК-30М может быть обеспечена модернизацией программного обеспечения существующей системы управления. Для этого требуется переписать управляющую программу ПЛК в среде разработки CoDeSys, расширив возможный температурный диапазон тепловой обработки. Также требуется добавить новые элементы человеко-машинного взаимодействия на интерфейс сенсорной панели оператора при помощи специального приложения-конфигуратора. Заключительным этапом является настройка взаимодействия ПЛК и СП с учётом внесённых изменений.

Заключение

Таким образом, представленная система автоматического управления автоклавом АВК-30М позволит провести научные исследования, поставить качественные эксперименты и решить конкретные задачи исследования в области пастеризации продуктов из гидробионтов, к которым относятся: получение модели «вход-выход» автоклава АВК-30М, получение модели продукта в консервной таре, подбор модели автоматического регулятора. Выполнение перечисленных задач в совокупности позволит разработать эффективный способ автоматического управления процессом пастеризации продуктов из гидробионтов.

Библиографический указатель

1. Кайченков, А. В. Разработка режимов стерилизации консервов из гидробионтов с использованием средств вычислительной техники / А. В. Кайченков, А. В. Власов, А. А. Маслов и др. // Вестник Мурманского государственного технического университета. – Изд-во МГТУ. – Мур-

манск, 2014. – № 1. – С. 46 – 52. – Режим доступа: http://vestnik.mstu.edu.ru/v17_1_n56/46_52_kayche.pdf

2. Жук, А. А. Пастеризация продуктов из гидробионтов: обзор современных исследований и проблематика [Текст] / А. А. Жук, А. В. Кайчев // Современные эколого-биологические и химические исследования, техника и технология производств : материалы между-нар. науч.-практ. конф., Мурманск, 7 апреля 2017 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. образования «Мурм. гос. техн. ун-т». – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. – Ч. 2. – С. 70 – 74.

3. Жук, А. А. Автоматическое управление процессом пастеризации продуктов из гидробионтов – перспективный метод разработки и производства полезной консервной продукции [Текст] / А. А. Жук, А. В. Кайчев, Л. К. Куранова // Наука производству : материалы между-нар. науч.-практ. конф., Мурманск, 14-19 апреля 2017 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. образования «Мурм. гос. техн. ун-т». – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. – С. 34 – 37.

Разработка программного обеспечения для численного моделирования систем автоматического управления

Жук А. А., Маслов А. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: zhukaa@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье предлагается обзор программного обеспечения "AutoCont Lite", разработанного авторами статьи на кафедре "Автоматики и вычислительной техники" ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет". Программа предназначена для исследования систем автоматического управления с использованием метода численного моделирования. Программный продукт может использоваться преподавателями и студентами в учебной и научно-исследовательской деятельности. Инженеры и другие специалисты могут применять программу для решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления.

Abstract. The article offers the review of "AutoCont Lite" software that is developed by authors of the article in "Department of automation and computer engineering" of FSEI HE "Murmansk State Technical University". The software is designed for investigation of automatic control systems with numerical modeling method. Teachers and students for learning and scientific research activities can use this application. Engineers and other specialists can use it for tasks decision of automatic control systems analysis and synthesis.

Ключевые слова: численное моделирование, система автоматического управления, метод Рунге-Кутты, ПИД-регулятор, "Автоконт".

Key words: numerical modeling, automatic control system, Runge-Kutta method, PID-regulator, "AutoCont".

Введение

Наиболее эффективным способом исследования различных объектов или процессов, представляющих интерес для человека с точки зрения теории управления, является метод численного моделирования. Его суть заключается в замене реального физического объекта или процесса математическими уравнениями, например, дифференциальными, решение которых вычисляет компьютер. Такой метод является достаточно простым и удобным, он позволяет проводить исследования в интерактивной форме при минимальных затратах ресурсов, поэтому широко распространён во многих областях науки и техники. Например, вышеуказанный метод применяют для исследования систем автоматического управления.

Для выполнения численного моделирования, многие учёные и специалисты используют известные зарубежные математические пакеты, такие

как Matlab, Mathematica, Vissim и др. Однако, большинство таких программ требовательны к ресурсам компьютера и имеют большую стоимость. Поэтому возникает необходимость разработки собственного специализированного программного обеспечения.

В 90-х годах на кафедре автоматики и вычислительной техники МГТУ был разработан программный пакет AutoCont (Automatic Control), который позволил анализировать и моделировать системы автоматического управления практически любой сложности. AutoCont рассчитан на низкопроизводительные ЭВМ: занимает менее 400 Кб дискового пространства, требует до 300 Кб оперативной памяти и работает под управлением операционной системы MS-DOS [1].

Спустя более 20 лет после создания, программа AutoCont продолжает быть актуальной и востребованной в учебном процессе и научно-исследовательской деятельности. Тем не менее, происходит интенсивное развитие компьютерной техники, выпускается новое программное и аппаратное обеспечение. Так, например, широко распространённые современные пользовательские операционные системы семейства Microsoft Windows не поддерживают приложения MS-DOS, также они не являются системами жёсткого реального времени и запрещают прямой доступ к оборудованию. Всё это накладывает ряд существенных ограничений и затрудняет возможность использования пакета AutoCont на современных компьютерах [2].

Учитывая вышеизложенное, авторами статьи было принято решение разработать простую и функциональную программу AutoCont Lite, отвечающую современным требованиям и выполняющую функции пакета AutoCont – моделирование систем автоматического управления.

Описание интерфейса программы

Главное окно программы разделено на четыре секции: 1 – элементы структурной схемы системы автоматического управления (САУ); 2 – элементы настройки параметров моделирования; 3 – элементы управления процессом моделирования; 4 – область построения графиков (временных зависимостей). Изображение графического пользовательского интерфейса программы AutoCont Lite представлено на рис. 1.

В программе дана классическая структурная схема САУ с принципом регулирования – по отклонению, состоящая из задающего устройства G , регулятора $W1$, исполнительного механизма $W2$, объекта управления $W3$, чув-

ствительного элемента (датчика) W_{oc} и элемента сравнения. Система может быть разомкнутой и замкнутой.

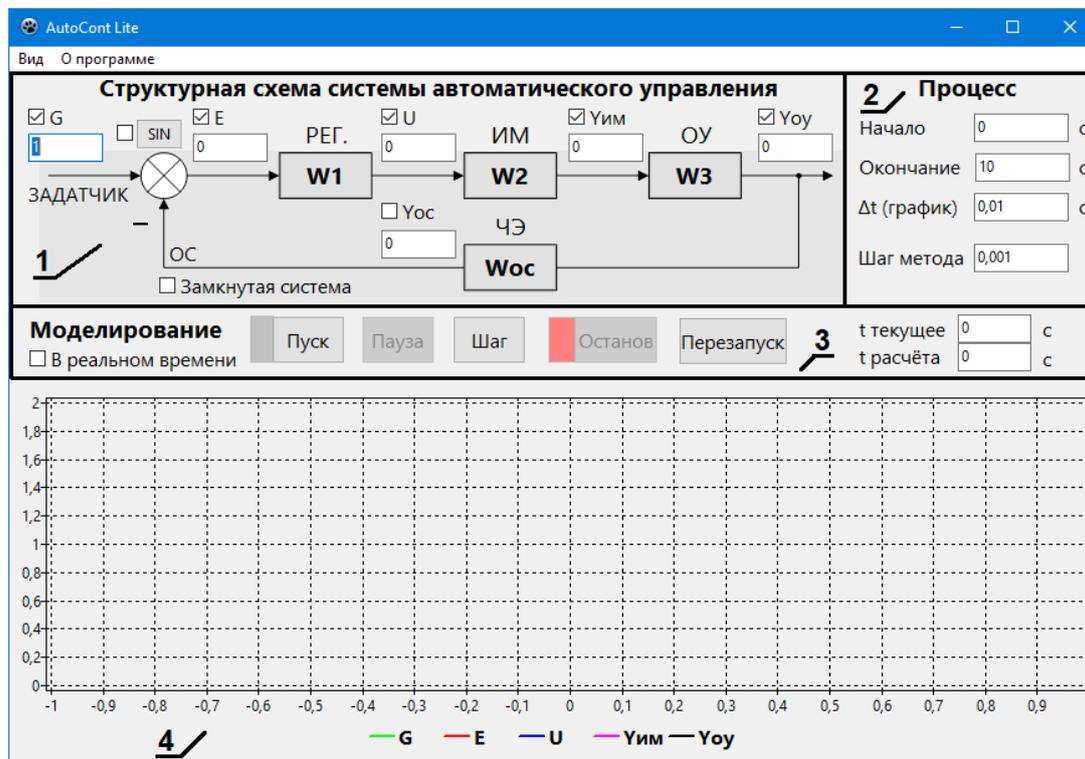


Рисунок 1 – Графический пользовательский интерфейс AutoCont Lite

При нажатии на один из блоков $W1$, $W2$, $W3$, W_{oc} открывается окно редактора динамического звена, изображённое на рис. 2.

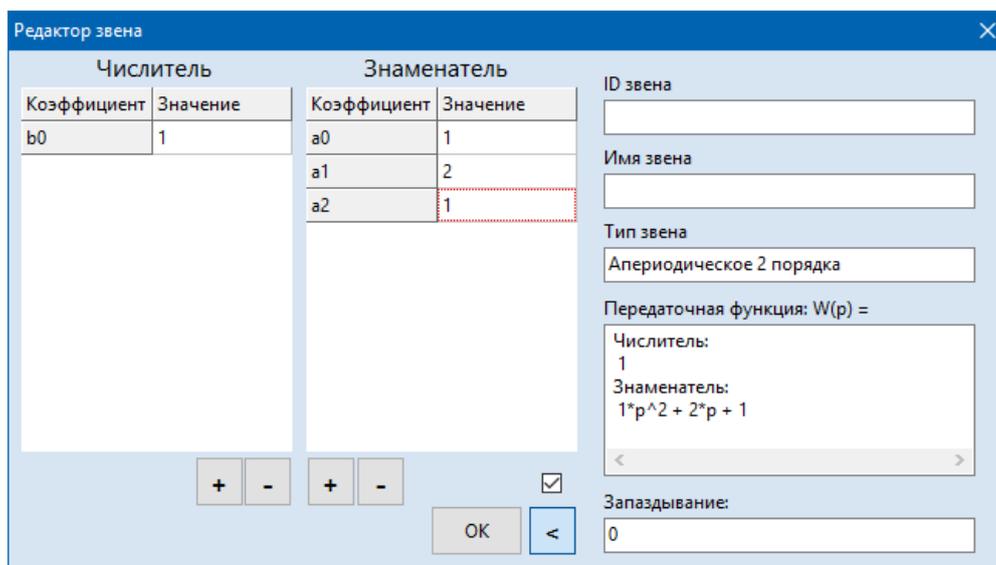


Рисунок 2 – Окно редактора динамического звена

В редакторе можно задать коэффициенты дифференциального уравнения, представленного в виде модели "вход-выход":

$$W(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_m p^m + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + \dots + a_1 p + a_0} \cdot e^{-\tau \cdot p}, \quad (1)$$

где $W(p)$ – передаточная функция; $X(p)$, $Y(p)$ – изображения Лапласа входного и выходного сигналов соответственно; $p = d / dt$ – оператор Лапласа; b_i – коэффициенты числителя; a_j – коэффициенты знаменателя; $i \in [0 ; m]$, $j \in [0 ; n]$ – индексы коэффициентов; m , n – порядок дифференциального уравнения числителя и знаменателя соответственно; τ – время запаздывания, с.

В секции 2 – "Процесс" – оператор задаёт время начала и окончания моделирования, а также указывает шаг времени по оси абсцисс для вывода значений на график и шаг численного метода.

Секция 3 – "Моделирование" – содержит кнопки запуска, паузы, пошагового исполнения, остановки и перезапуска процесса моделирования. Расчёт может производиться в "реальном времени".

Описание функциональных возможностей программы

Пакет AutoCont Lite позволяет получать решения дифференциальных уравнений, заданных в соответствии с формулой (1), численным методом Рунге-Кутты IV порядка и выводить их на график. Входным воздействием системы является либо ступенчатый сигнал (функция Хэвисайда), либо гармонический сигнал (синусоида).

В программе реализованы три режима работы:

- регулятор с корректирующим устройством, для которого оператор задаёт произвольные коэффициенты передаточной функции $W1$;
- аналоговый регулятор с пропорционально-интегрально-дифференциальным законом управления;
- цифровой пропорционально-интегрально-дифференцирующий (ПИД) регулятор с рекуррентным и нерекуррентным алгоритмами управления, зависящими и независимыми параметрами (по выбору).

Окно программы в режиме аналогового ПИД-регулятора представлено на рис. 3, в режиме цифрового – на рис. 4.

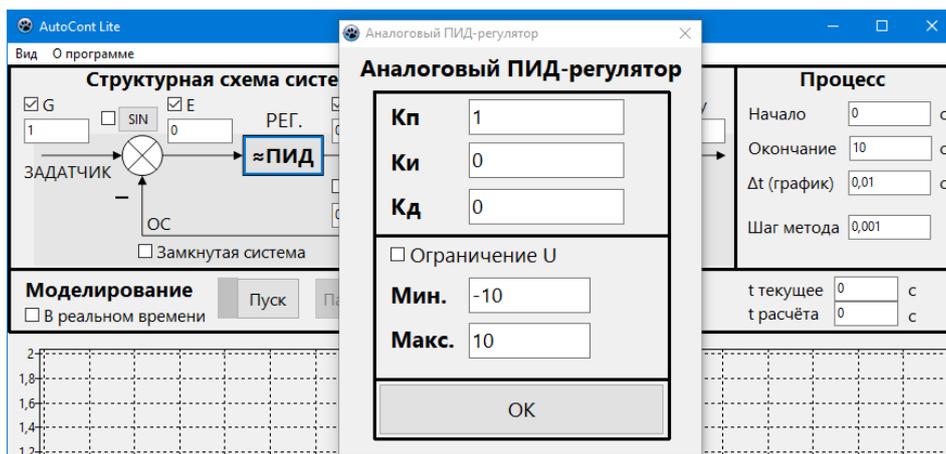


Рисунок 3 – Окно программы в режиме аналогового ПИД-регулятора

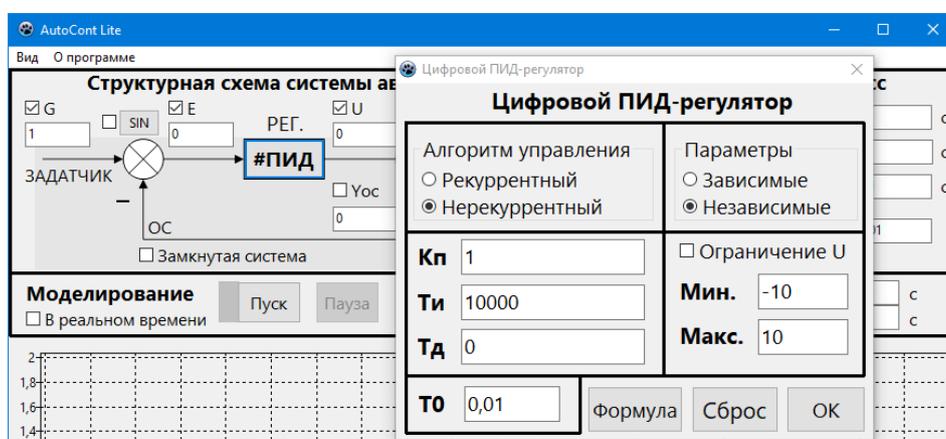


Рисунок 4 – Окно программы в режиме цифрового ПИД-регулятора

Заключение

Разработанная программа может использоваться в учебном процессе и научно-исследовательской деятельности преподавателями и студентами средних или высших образовательных учреждений для исследования поведения динамических звеньев, регуляторов, систем управления.

Инженеры по автоматизации и специалисты других отраслей могут использовать пакет AutoCont Lite для решения задач анализа и синтеза систем автоматического управления технологическими процессами и объектами.

Библиографический список

1. Маслов, А. А. Введение в Autocont с примерами моделирования систем автоматического управления : учебное пособие для вузов / А. А. Маслов, С. И. Ушаков, А. Ю. Висков. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2005. – 74 с.

2. Жук, А. А. Разработка программного обеспечения для моделирования динамических систем / А. А. Жук, А. А. Маслов // Научные труды SWorld. – Т. 2. – Выпуск 3 (44). – Иваново : Изд-во Научный мир, 2016. – С. 24–31.

Разработка Web-визуализации системы автоматического управления процессом стерилизации пищевых продуктов

Кайченов А. В., Яценко В. В., Кайченова А. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматической и вычислительной техники, e-mail: kaychenovav@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье описывается способ создания WEB-визуализации системы автоматического управления процессом стерилизации пищевых продуктов, разработанной на базе технических и программных средств автоматизации "ОВЕН".

Abstract. This article describes WEB-visualization of the automatic control system of the sterilization process of foods. The system based on the "OWEN" equipment.

Ключевые слова: система автоматического управления, процесс стерилизации, оборудование "ОВЕН".

Key words: automatic control system, sterilization process, "OWEN" equipment.

Введение

В 2016 году на кафедре АиВТ Мурманского государственного технического университета осуществлена разработка системы автоматического управления процесса стерилизации пищевых продуктов на базе технических средств автоматизации "ОВЕН". Разработка системы управления проводилась в рамках научно-исследовательской работы по созданию тренажера процесса стерилизации пищевых продуктов [1].

Система автоматического управления (САУ) процессом стерилизации реализована на базе современного отечественного оборудования автоматизации производственного объединения "ОВЕН" [2]. Система управления разработана для промышленного вертикального автоклава типа ИТА-602 и имеет в своем составе ряд модулей ввода-вывода (рис. 1).



Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматического управления

В систему управления приходят дискретные сигналы:

- наличия верхнего уровня;
- наличия воды;
- наличия пара;
- наличия воздуха;
- состояния открытия крышки.

С системы управления (модуль МК110-8Д.4Р и модуль МК110-4К.4Р) уходят 5 дискретных (релейных) сигнала о открытии/закрытии следующих клапанов (рис. 2):

- клапан подачи охлаждающей воды;
- клапан спуска;
- клапан слива;
- клапан подачи пара;
- клапан подачи воздуха.

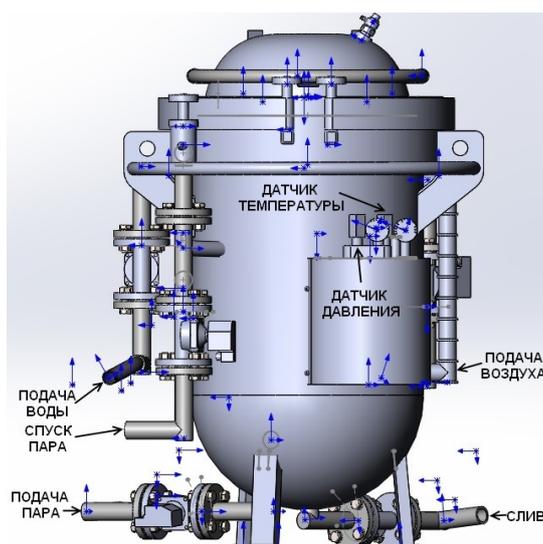


Рисунок 2 – 3D-модель автоклава ИТА-602

В систему автоматического управления поступают аналоговые сигналы с датчиков температуры и давления с диапазоном выходного токового сигнала 4-20 мА (модуль МВ110-2А).

Алгоритм работы САУ реализован на языках МЭК 61131-3 в панельном программируемом логическом контроллере ОВЕН СПК207 в среде разработки CoDeSys 3. Также в CoDeSys разработаны формы панели оператора автоклава.

Целью данной работы является проведение исследования возможности разработки WEB-визуализации системы автоматического управления процессом стерилизации пищевых продуктов.

Основная часть

В среде разработки CoDeSys 3 имеется возможность реализовать WEB-визуализацию форм оператора. Такую возможность имеют программируемые логические контроллеры ОВЕН СПК207.

WEB-визуализация становится доступна в среде CoDeSys 3, если при разработке вставлен объект WebVisualization. Целевая платформа контроллера СПК207 поддерживает Web-визуализацию и при разработке проекта в среде CoDeSys 3 становится доступен Web-сервер, обеспечивающий соединение между СПК и web-клиентом.

WEB-визуализация представляется в виде Java-апплета, который при запуске запрашивает отображаемую информацию с WEB-сервера. После этого изменения форм оператора передаются в циклическом режиме. При загрузке проекта визуализации в поддиректорию /visu целевой системы передаются все необходимые файлы для web-визуализации: Java-апплет, базовая HTML-страница (*.htm-файл) визуализации и все используемые формы отображения.

Конфигурация в системе программирования осуществляется через установки Web-визуализации, касающиеся передачи данных, размера отображения, стартовой визуализации и htm-файла, должны выполняться в Менеджере визуализации в подкатегории WebVisualization.

Вызов Web-визуализации в сети Internet осуществляется в браузере с помощью следующего адреса:

http://<IP-адрес web-сервера>:<порт web-сервера>/<webvisu>.htm

<webvisu>.htm – это htm-файл, заданный в менеджере визуализации, с помощью которого в окне браузера будет показана стартовая визуализация (рис. 3). После этого с визуализацией можно работать в самом браузере.

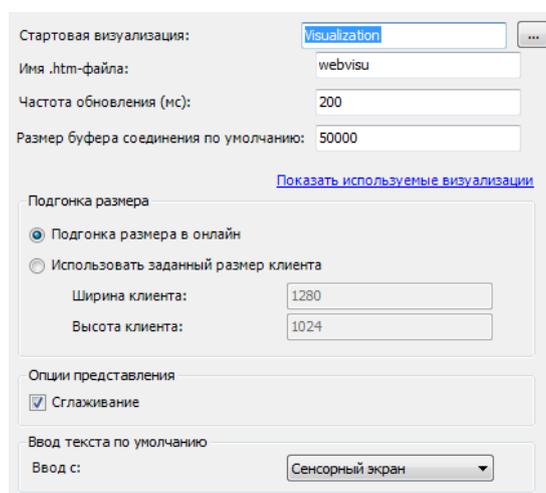


Рисунок 3 – Настройки WEB-визуализации в среде CoDeSys

Заключение

Разработка WEB-визуализации системы автоматического управления процессом стерилизации пищевых продуктов позволяет вести удаленный контроль. Реализация WEB-визуализации процесса позволит осуществлять работу с сенсорным программируемым контроллером с помощью стационарного персонального или планшетного компьютера.

Целью дальнейшей авторов разработки системы автоматического управления процессом стерилизации станет реализация удаленного контроля и управления с помощью облачного сервиса OwenCloud.

Библиографический список

1. Кайченoв, А. В. Разработка системы автоматического управления для тренажера процесса стерилизации пищевых продуктов на базе технических средств автоматизации "ОВЕН" / А. В. Кайченoв, И. Ю. Селяков, А. А. Маслов // Наука – производству : мат. междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 22–25 марта 2016 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – С. 60–64.

2. Кайченoв, А. В. Технические и программные средства "ОВЕН" в научной работе кафедры автоматики и вычислительной техники / А. В. Кайченoв, А. А. Маслов, А. А. Жук и др. // Наука и образование : мат. всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 1 ноября 2016 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – С. 74–80.

Модернизация системы автоматического управления сушильной установкой

Кайченов А. В., Борщов Г. И., Селяков И. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматике и вычислительной техники, e-mail: kaychenovav@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье описываются особенности модернизации системы автоматического управления сушильной установкой, разработанной на базе технических и программных средств автоматизации "ОВЕН".

Abstract. This article describes modernization of the automatic control system of the drying plant. The system based on the "OWEN" equipment.

Ключевые слова: система автоматического управления, сушильная установка, оборудование "ОВЕН".

Key words: automatic control system, drying plant, "OWEN" equipment.

Введение

Поиск оптимальных технологических режимов – необходимое условие повышения энергоэффективности работы промышленных установок, при этом данный процесс длителен и сам по себе энергозатратен. Поэтому на кафедре автоматике и вычислительной техники была разработана и создана малогабаритная четырехсекционная сушильная установка для поиска оптимальных технологических режимов обезвоживания продуктов из гидробионтов (рис. 1) [1].



Рисунок 1 – Сушильная установка для поиска оптимальных технологических режимов обезвоживания продуктов из гидробионтов

Структурная схема одного контура системы автоматического управления (САУ) сушильной установки представлена на рис. 2.

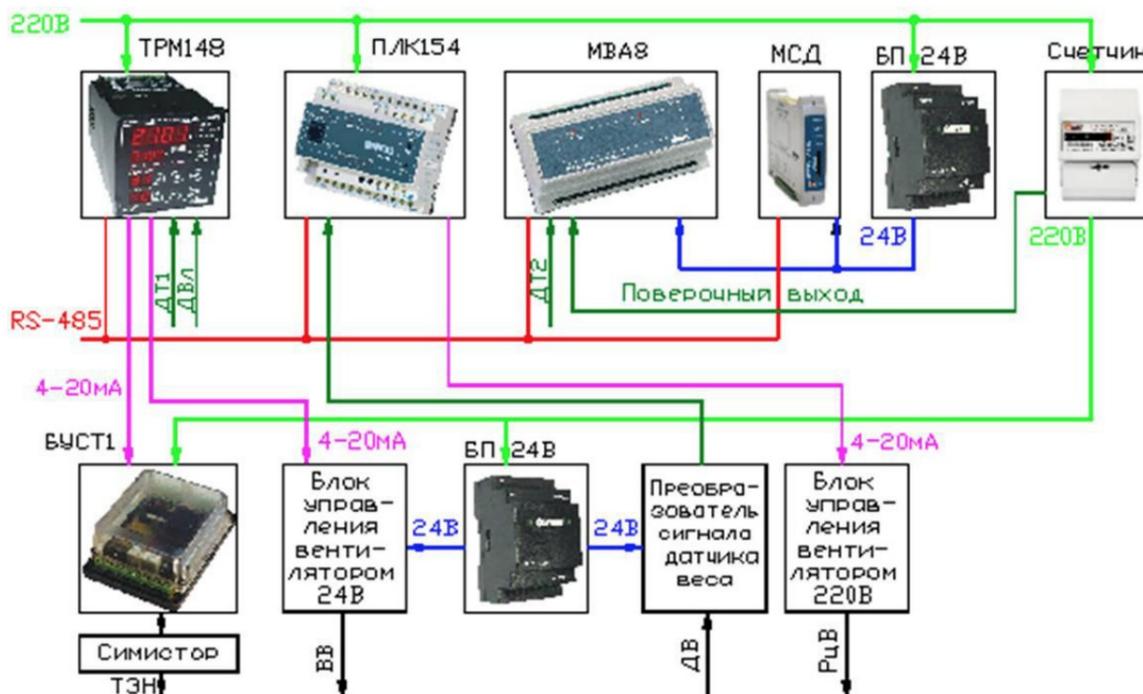


Рисунок 2 – Схема одного контура системы автоматического управления сушильной установки

Управление температурой и влажностью внутри секций осуществляется при помощи универсального восьмиканального микропроцессорного регулятора ОВЕН ТРМ148, установленного в блоке системы автоматического управления. Задающие значения температуры и влажности в микропроцессорный регулятор приходят по интерфейсу RS-485 с программируемого логического контроллера ПЛК154. Регулирование частоты вращения рециркуляционного РцВ вентилятора осуществляется программируемым логическим контроллером (ПЛК) с помощью блока управления вентилятором на 220В. Подсчет количества электроэнергии, затраченной на процесс, осуществляется однофазным счетчиком электроэнергии.

Данные по температуре, относительной влажности, изменению массы, потреблению энергии, обрабатываются программируемым логическим контроллером и записываются на карту памяти при помощи модуля сбора данных (МСД).

Задание технологических режимов обезвоживания для четырех секций (температуры влажности внутри секций, частоты вращения рециркуляционного вентилятора, периодов релаксации) осуществляется с помощью пер-

сонального компьютера (ПК) в среде разработки CoDeSys [2]. На экран ПК выводятся формы оператора, которые представлены в виде визуализаций в среде разработки. Контроль за процессом обезвоживания осуществляет оператор-технолог. В настоящий момент вопрос разделения прав доступа разных групп пользователей к программе управления не решен и существует возможность изменения оператором программного кода ПЛК. Это возможно, так как форма задания параметров обезвоживания и редактирования программы управления находится в одном программном пакете CodeSys. Работоспособность всей системы управления с внесенными изменениями в программный код может быть нарушена. Для обеспечения требуемой надежности работы системы специалистами кафедры автоматики и вычислительной техники было принято решение о модернизации существующей системы автоматического управления.

Основная часть

Модернизация системы управления в основном касается управляющего ПЛК. В новой версии структуры системы предлагается использовать сенсорный программируемый логический контроллер СПК207.

Модернизированная система автоматического управления сушильной установки представлена на рис. 3.

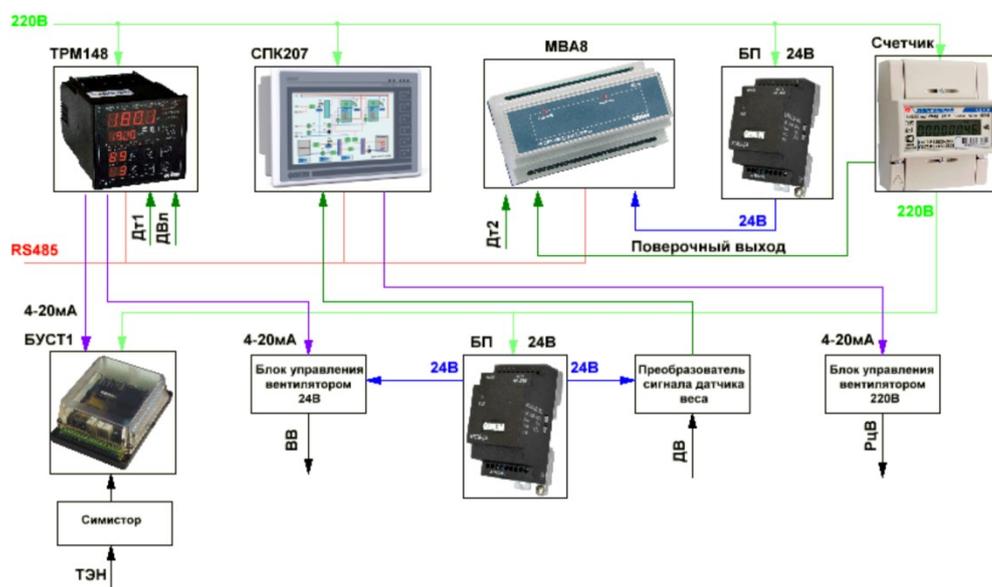


Рисунок 3 – Схема одного контура модернизированной системы автоматического управления сушильной установки

Отличительными особенностью СПК207 является наличие сенсорной панели оператора, наличие большого объема Flash-памяти, возможность

архивирования данных на SD-карте и возможность дистанционного управления сушильной установкой при помощи WEB-визуализации. Так же есть встроенная функция позволяющая хранить сохраненные данные в облачном хранилище Owen Cloud.

Заключение

Модернизация системы автоматического управления позволяет обеспечить удаленный контроль за процессом обезвоживания продуктов из гидробионтов, задание параметров технологического режима без использования персонального компьютера. Доступ оператора к формам WEB-визуализации возможен с использованием планшетного ПК. Это позволит уменьшить риск нарушения работы управляющей программы оператором-технологом и повысить работоспособность всей системы.

Библиографический список

4. Элементы теории "пунктирного" обезвоживания в процессах холодного копчения и вяления рыбы / Ю. Т. Глазунов, А. М. Ершов, М. А. Ершов, И. Ю. Селяков, В. А. Аминов // Вестник МГТУ. 2012. Т. 15, № 1. С. 015-020. URL: http://vestnik.mstu.edu.ru/v15_1_n47/articles/015_020_ershov.pdf.

5. Селяков, И. Ю. Аппаратный комплекс для исследования режимов обезвоживания рыбы // Наука – производству : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 24–27 марта 2015 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2015. – С. 49–54.

Исследование и разработка шагающего мобильного объекта

Кулагина М. Д., Власов А. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, e-mail: coolaginamaria@mail.ru)

Аннотация. В работе рассмотрена актуальность создания шагающих мобильных объектов, проведен обзор конструкции четырехногого шагающего робота и программного обеспечения, описаны подходы решения задачи построения области достижимости ступни ноги робота.

Abstract. The report examines the relevance of the walking mobile objects, reviews the construction of a four-legged walking robot and software, and describes the approaches to tackle the problem of constructing the reachability region of a foot of the robot.

Ключевые слова: шагающий робот, кинематика робота, область достижимости.

Key words: walking robot, the kinematics of the robot, reachability region.

В настоящее время практически в каждой области человеческой деятельности внедрены различные роботы. Роботы помогают человеку повысить точность работы, избавить его от монотонного и опасного труда, а также просто могут служить средством отдыха и развлечений.

В рамках данной статьи были поставлены следующие задачи:

- провести обзор области деятельности роботов;
- описать разработанную конструкцию шагающего робота, а также программное обеспечение;
- рассмотреть особенности прямой и обратной задач кинематики;
- отразить два подхода к построению теоретической модели робота, и далее к созданию области достижимости ступни конечности;
- подвести итоги уже выполненной работы и наметить ближайшие планы на дальнейшую разработку шагающего робота.

Область деятельности роботов очень многообразна и включает в себя:

- поисково-спасательные работы; автономные роботы или роботы, управляемые человеком, могут находиться в опасной и загрязненной среде, пробиваться сквозь завалы, преодолевать различные препятствия, анализировать и идентифицировать вредные газы, обнаруживать радиацию, проводить поиск выживших людей и оказывать им помощь;
- компьютерно-механическое дополнение человеческих возможностей; роботы позволяют человеку увеличить его силу и производительность; ро-

ботехнические технологии умножают присутствие, позволяя людям дистанционно чувствовать, наблюдать, анализировать и в определенной степени действовать в физической реальности [1];

- медицину; роботы помогают врачам проводить лечение и операции пациентам, являясь неким дополнением глаз и рук доктора; также роботы используются в протезировании;

- работу в космосе; космороботы помогают человеку осваивать новые пространства внеземных объектов, собирать образцы почвы и окружающей среды, находясь при этом в условиях повышенной радиации и экстремальных температур;

- систему безопасности; роботизированные устройства со специальными датчиками оперативно обнаруживают источники возникновения опасности и предотвращают их действие;

- авиацию; в недалеком будущем роботы смогут полностью заменить пилотов самолетов;

- промышленность; автоматизированные промышленные роботы выполняют монотонные и повторяющиеся операции, обеспечивая при этом высокую точность и увеличение производительности труда;

- помощь в повседневной жизни; данная область применения особо актуальна для пожилых людей, которым роботы помогают передвигаться, принимать пищу и служат им моторизованной инвалидной коляской; также данная область применения включает в себя роботов-пылесосов, роботов-газонокосильщиков, "умный дом" и т. д.;

- проведение презентаций; промороботы используются для обслуживания клиентов;

- социальное взаимодействие; роботы-игрушки стали очень популярны у детей и лиц пожилого возраста; такие модели обычно имеют вид животного и служат для терапии, успокоения и развлечения людей.

Исходя из вышеперечисленного можно сделать вывод, что разработка шагающих мобильных объектов является актуальной областью деятельности человека.

Внешний вид четырехногого шагающего робота, являющегося объектом данной работы, представлен на рис. 1.

Робот основан на интеллектуальных сервоприводах Dynamixel AX-12A (15 штук) и включает в себя четыре конечности-ноги, одну конечность-голову, корпус (платформа), напечатанные на 3D-принтере ступни и печатную плату,

осуществляющую управление роботом. Основное управление устройством выполняет микроконтроллер PIC16F876A.



Рисунок 1 – Шагающий четырехногий робот

Каждая конечность робота состоит из трех звеньев, причем точки крепления звеньев друг к другу имеют по одной степени свободы (рисунок 2). В точке крепления всей конечности к платформе (промежуточное звено) происходит вращение ноги вокруг вертикальной оси. В точке крепления друг к другу промежуточного звена и бедра, а также бедра и голени, осуществляется вращение вокруг горизонтальной оси.

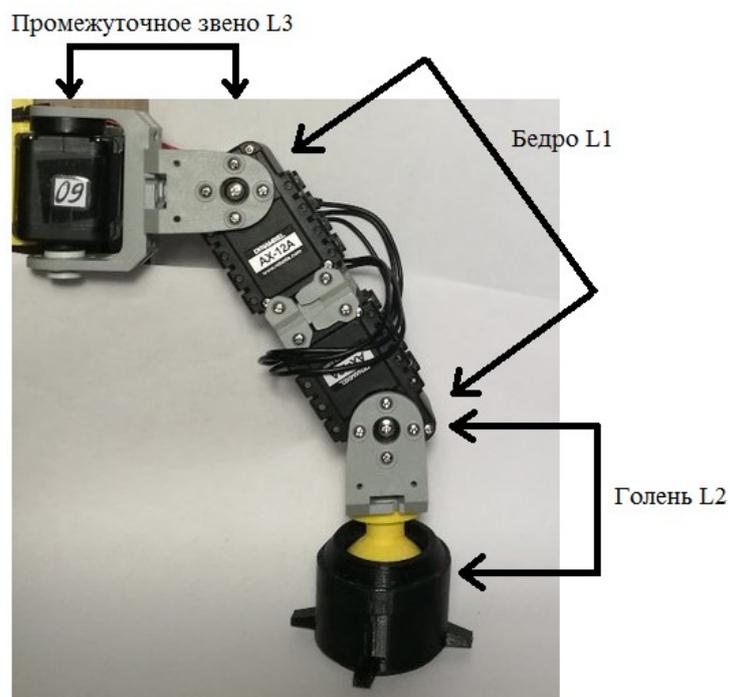


Рисунок 2 – Конечность робота

Все сервоприводы механически соединяются между собой с помощью специальных рамок, предоставляемых производителем в комплекте с приводами.

Работа программного обеспечения заключается в принятии посылок от компьютера микроконтроллером через программный модуль UART. Данный модуль реализован в каналах микроконтроллера RB0 и RB1. Принятая посылка должна иметь определенную структуру: первым символом является символ "*" (звездочка). Данный знак не применяется в шестнадцатеричной форме записи числа и означает начало посылки. После "*" идут информационные байты, такие как ID сервопривода (-ов), которому (-ым) передается посылка; длина посылки; номер инструкции (PING, READ DATA, WRITE DATA, REG WRITE, ACTION, RESET и SYNC WRITE, которые используются для управления сервоприводом (-ами)); передаваемые параметры; контрольная сумма, которая вычисляется как инверсия суммы всех байтов, начиная с ID привода и заканчивая последним параметром. Завершающим байтом всей посылки является символ "\$" (доллар), который означает, что вся посылка принята и готова к отправке.

Программный алгоритм проверяет принятый байт на начальный и конечный символы, сохраняет байты с помощью регистра FSR в адреса, начиная с 0x30, вычисляет контрольную сумму и сверяет ее с принятым значением контрольной суммы. Если контрольная сумма сошлась и пакет полностью корректен, то происходит его отправка сервоприводу (-ам), не беря во внимание символы "*" и "\$", а также добавляя в начале два байта FF (данная структура необходима для работы сервопривода). Отправка посылки сервоприводу (-ам) осуществляется через физический модуль USART. Если же контрольная сумма не сошлась или пакет был некорректен, то данная посылка без символов "*" и "\$" отправляется обратно оператору для дальнейшего анализа ошибки.

В робототехнике есть две основные задачи кинематики: прямая и обратная. В рамках прямой задачи производится вычисление координат положения рабочего органа объекта по его кинематической схеме и заданной ориентации его звеньев. В обратной задаче вычисляются углы поворота звеньев рабочего органа по заданному конечному положению объекта. Таким образом, решение прямой задачи говорит о том, где будет находиться рабочий орган объекта при заданных углах его суставов, тогда как обратная задача, наоборот, говорит о том, как нужно повернуться всем сочленениям конечности, чтобы оказаться в заданном положении.

Для того, чтобы решить данные задачи, в первую очередь необходимо построить кинематическую модель объекта. Кинематическая модель представляет собой совокупность уравнений, описывающих перемещения объекта без силового взаимодействия. В данной модели не учитываются вес звеньев и динамические связи между ними, а сам робот рассматривается как совокупность материальных точек (узлов). Существует несколько подходов к построению кинематической модели шагающего робота, из которых можно выделить два основным метода: с описанием платформы и без [2]. В первом случае составляются уравнения, задающие положение платформы робота в пространстве. В данном методе используются координаты центра платформы,

а также параметры ее плоскости. В целом первый подход является довольно громоздким и сложным, поэтому в данной работе использовался второй метод, в котором исключаются уравнения платформы. При построении модели использовались три системы координат: система координат конечностей, система координат робота и неподвижная система для отображения движения робота в пространстве. На рис. 3а представлена геометрическая модель конечности робота. Центр системы координат расположен в точке крепления ноги к платформе, плоскость Z_n совпадает с плоскостью платформы, ось X_n направлена от центра платформы к точке крепления промежуточного звена к платформе, ось Z_n – вертикально вверх.

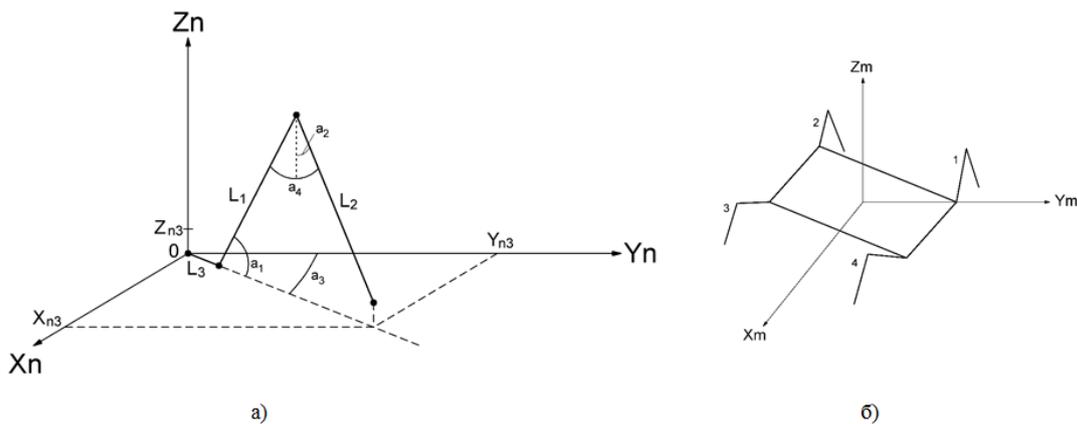


Рисунок 3 – Геометрическая модель конечности робота (а) и система координат робота (б)

На рис. 3б представлена система координат робота, центр которой расположен в центре четырехугольной платформы. Плоскость Z_m совпадает с плоскостью платформы, ось X_m направлена в точку крепления первой ноги, ось Z_m – вертикально вверх.

Неподвижная система координат XYZ служит для моделирования перемещения робота в пространстве. Все системы координат – правые.

Далее составляются уравнения модели конечности робота в проекциях на собственную систему координат, после чего определяется область достижимости каждой из ступней робота. Область достижимости ступни определяется длинами звеньев ноги (бедро и голени), а также допустимыми углами отклонения. Так как все конечности одинаковы и симметричны, строится область достижимости только для одной ноги. Для этого необходимо закрепить в предельном положении один из сервоприводов и варьировать угол второго сервопривода в рамках допустимых значений. На рис. 4 представлена область достижимости ступни робота в системе . Все размеры представлены в сантиметрах.

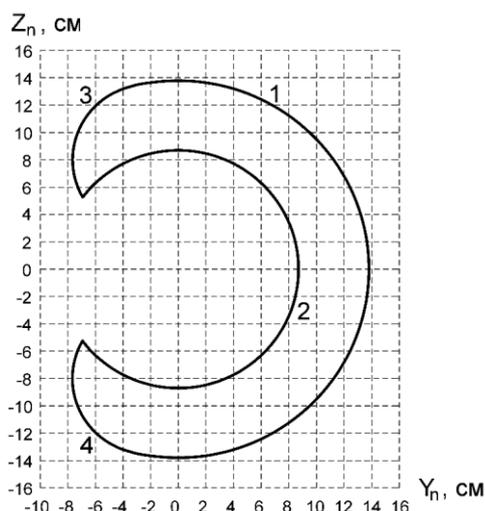


Рисунок 4 – Область достижимости ступни робота

Полная область достижимости ступни в трехмерном пространстве образуется поворотом полученного криволинейного четырехугольника вокруг вертикальной оси (рис. 5).



Рисунок 5 – 3D-модель области достижимости ступни робота

На рис. 5 видно, что в зависимости от высоты платформы, область достижимости ступни может меняться.

На данном этапе разработки четырехногого шагающего робота выполнены следующие задачи:

- обоснована актуальность данного исследования и проведен обзор области деятельности роботов;
- выбрано оборудование и создана конструкция объекта;
- разработана часть программного обеспечения, осуществляющего передачу посылок между оператором и сервоприводами с помощью микроконтроллера;
- разработано теоретическое описание четырехногого шагающего робота с помощью математических уравнений и кинематической модели его конечности;
- определена области достижимости ступни робота.

В дальнейшем планируется работа с передвижениями в пространстве модели робота, подключение акселерометра для его ориентации, а также продолжение написания программного продукта, осуществляющего управление роботом.

Библиографический список

1. Джон Дж. Роботы / Джон Джордан : Пер. с англ. – М. : Издательская группа "Точка", Альпина Паблишер, 2017. – 272 с. : ил.

2. Михайлов В. В. Моделирование кинематики шагающего робота / В. В. Михайлов, Т. Н. Соловьева, В. П. Попов // Информационно-управляющие системы. – 2015. – № 6 – С. 50–56.

Радиочастотный метод определения положения границ раздела между компонентами трехкомпонентной среды в емкости

Маслов А. А.¹, Прохоренков А. М.¹, Совлуков А. С.^{1,2}, Яценко В. В.¹
(¹г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматизации и вычислительной техники, ²г. Москва, Институт проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН)

Аннотация. Рассматривается радиочастотный метод определения положения двух границ раздела трехкомпонентной среды в емкости, в частности воздуха и двух несмешивающихся жидкостей. Метод реализуется с применением отрезка длинной линии и измерением временной характеристики распространения видеопульсов вдоль отрезка длинной линии и его резонансной частоты электромагнитных колебаний.

Abstract. Radiofrequency (RF) method for determination of two interface positions between components of a three component medium in a tank, of air and two non-mixed liquids in particular, is considered. The method is realized via application of a section of RF transmission line, and measurement of a temporal characteristic of propagation of video pulses along the line section and of its resonance frequency of electromagnetic oscillations.

Ключевые слова: емкость, трехкомпонентная среда, границы раздела, измерение, радиочастотный.

Key words: tank, three-component medium, interface positions, measurement, radiofrequency.

Во многих отраслях промышленности необходимо осуществлять высокоточное определение положения границ раздела различных многокомпонентных веществ в емкостях. В частности, часто на практике требуется определять положение границ раздела трехкомпонентных сред, расположенных одна над другой и образующих две границы раздела: воздух – жидкость – жидкость, например, воздух–нефть (нефтепродукт) – вода.

Для решения наиболее часто встречающейся на практике задачи для измерения положения границы раздела двух сред в емкостях находит успешное применение радиочастотный метод измерения, основанный на применении радиочастотных датчиков в виде отрезков длинных линий (коаксиальной линии, двухпроводной линии и др.) в качестве чувствительных элементов [1–4]. Такой отрезок длинной линии размещается вертикально в емкости с контролируемыми средами, образующими в емкости границу раздела. Измеряя какой-либо его информативный параметр, в частности, резонансную частоту

электромагнитных колебаний, можно определить положение границы раздела двух сред.

Рассмотрим применение данного подхода, базирующегося на применении отрезков длинной линии, к решению рассматриваемой здесь задачи, характеризуемой наличием не одной, а двух границ раздела между средами. Рассматриваемый здесь радиочастотный метод измерения может быть применен для высокоточного одновременного определения положения границ раздела между компонентами трехкомпонентной среды, находящейся в какой-либо емкости, одна компонента над другой, и образующих плоские границы раздела, в частности воздуха и двух несмешивающихся жидкостей с разной плотностью.

Известны способы и устройства для измерения положения границ раздела между компонентами многокомпонентной, в частности трехкомпонентной, среды, компоненты которой расположены в содержащей среду емкости вертикально друг над другом, радиотехническими средствами, с применением отрезков длинной линии [5,6] В этих способах измерения о положении границ раздела судят по времени, затраченному электромагнитными видеосигналами на распространение вдоль отрезка длинной линии, расположенного вертикально в емкости с контролируемой многокомпонентной средой, до неоднородностей – скачков волнового (характеристического) сопротивления на границах раздела соответствующих компонент среды, и отражение от них.

Известен также метод измерения положения границ раздела между компонентами многокомпонентной среды отрезок длинной линии располагают вертикально в емкости с контролируемой средой, обеспечивают с помощью импульсного генератора распространение видеоимпульсов в отрезке длинной линии, принимают отраженные от границ раздела между компонентами среды видеоимпульсы, обеспечивают выделение соответствующих отраженных видеоимпульсов и судят о положении границ раздела по времени, затраченному видеоимпульсами их на распространение до соответствующих границ раздела и отражение от них [7]. Данный метод измерения, несмотря на применение для его реализации всего одного отрезка длинной линии, обладает рядом существенных недостатков. Процесс измерения здесь достаточно сложен, поскольку реализация метода предполагает наличие громоздкой и сложной вторичной аппаратуры, предназначенной для приема отраженных от границ раздела видеосигналов, выделение каждого из них, соответ-

ствующего определенной границе раздела, и дальнейшего функционального преобразования для получения интересующей информации в удобной для регистрации форме. При этом процесс измерения может быть существенно затруднен вследствие возможной малости амплитуд сигналов, отраженных от второй (и последующих) границ раздела и ослабленных из-за переотражений на границах раздела вышележащих компонент среды.

Этот метод не характеризуется высокой точностью измерения. При сближении границ раздела имеет место взаимное влияние информативных отраженных видеосигналов, приводящее к искажению формы импульсов и, следовательно, к снижению точности измерения.

Рассмотрим радиочастотный метод измерения, который характеризуется упрощением процесса измерения и повышением точности измерений по сравнению с известными методами, в частности с вышерассмотренным методом.

Для осуществления данного метода определения положения границ раздела между компонентами трехкомпонентной среды в емкости здесь так же, как и в [7], для получения информации используют один отрезок длинной линии. Однако, теперь в качестве информативных сигналов используют не видеосигналы, отраженные от соответствующих границ раздела, а два различных информативных параметра – это, во-первых, какая-либо временная характеристика распространения видеосигналов вдоль отрезка длинной линии (например, период или частота повторения последовательности видеоимпульсов) и, во-вторых, резонансная частота электромагнитных колебаний отрезка длинной линии. Комбинация этих двух зависимостей от величин контролируемых границ раздела, каждая из которых выражается соответствующим уравнением, позволяет после решения системы таких уравнений получить требуемую информацию.

Что касается временной характеристики распространения видеосигналов, то в предлагаемом методе информативными сигналами служат видеосигналы, прошедшие через все три компонента среды до нижнего конца отрезка длинной линии и отраженные от этого конца ко входу отрезка длинной линии. Для того, чтобы отраженные видеосигналы имели значительную амплитуду, отрезок длинной линии можно выполнить разомкнутым или короткозамкнутым на нижнем конце.

На рис. 1 схематично изображена функциональная схема устройства для реализации данного метода. Здесь в емкости, содержащей трехкомпонент-

ную среду с компонентами 1, 2 и 3, размещен вертикально отрезок длиной, в частности коаксиальной, длинной линии 4. К его верхнему концу подключен электронный блок 5, в котором производятся все операции, необходимые для реализации данного способа: попеременное функционирование отрезка длинной линии как резонатора с измерением резонансной частоты f (в первом режиме), обеспечение распространения в нем видеосигналов и измерения времени t этого распространения (во втором режиме) и последующее совместное преобразование f и t согласно полученным соотношениям для определения координат z_1 и z_2 границ раздела компонент трехкомпонентной среды. Для упрощения вида функций f и t для их совместного преобразования к верхнему концу отрезка длинной линии также может быть подключено индуктивное сопротивление (для обеспечения равномерного распределения энергии электромагнитного поля вдоль отрезка длинной линии, выполняемого в этом случае короткозамкнутым на нижнем конце).

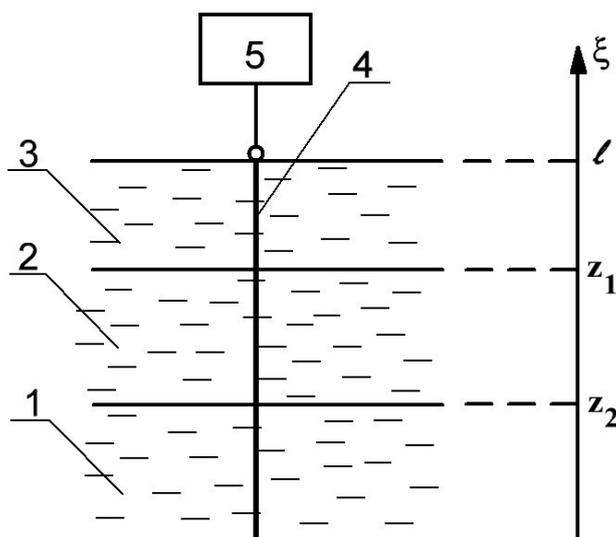


Рис. 1. Функциональная схема радиочастотного устройства для измерения положения границ раздела трех сред. 1, 2 и 3 – компоненты трехкомпонентной среды, 4 – отрезок длинной линии, 5 – электронный блок

Рассмотрим, как следует совместно преобразовать в электронном блоке устройства, реализующего данный метод, временную характеристику видеосигналов, характеризуемую, в конечном счете, суммарным временем t их прямого (до нижнего конца отрезка длинной линии) и обратного (ко входу отрезка длинной линии) распространения, и резонансную (собственную) частоту электромагнитных колебаний отрезка длинной линии. Для этого будем считать, что содержащиеся в емкости компоненты 1, 2 и 3 трехкомпонент-

ной среды являются диэлектрическими средами, характеризуемыми величинами относительных диэлектрических проницаемостей ε_1 , ε_2 и ε_3 , соответственно, нижележащей, промежуточной и верхней компонент среды (рис. 1). На рис. 1 также изображены отрезок длиной линии 4 длиной l и координаты z_1 и z_2 границ раздела, считая от нижней (оконечной) нагрузки отрезка длиной линии; считается, что нижний конец отрезка длиной линии совмещен с дном емкости.

Тогда суммарное время t прямого и обратного распространения видеосигнала вдоль отрезка длиной линии является в этом случае следующим:

$$t = \frac{2z_1\sqrt{\varepsilon_1}}{c} + \frac{2(z_2 - z_1)\sqrt{\varepsilon_2}}{c} + \frac{2(l - z_2)\sqrt{\varepsilon_3}}{c}, \quad (1)$$

где c – скорость света.

Для резонансной (собственной) частоты f электромагнитных колебаний основного типа TEM отрезка однородной длиной линии имеем в данном случае следующее выражение (это вытекает, например, из [1] с учетом специфики рассматриваемой здесь задачи:

$$\frac{f}{f_0} = \left[\varepsilon_3 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_3) \varphi(z_1) + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \varphi(z_1, z_2) \right]^{-1/2}, \quad (2)$$

где f_0 – начальное (при отсутствии в емкости всех трех компонент среды, образующих границы раздела, т. е. в отрезке длиной линии с воздушным заполнением) значение резонансной частоты f ;

$$\varphi(z_1) = \int_0^{z_1} U^2(\xi) d\xi / \int_0^l U^2(\xi) d\xi; \quad \varphi(z_1, z_2) = \int_{z_1}^{z_2} U^2(\xi) d\xi / \int_0^l U^2(\xi) d\xi; \quad U(\xi) - \text{напряжение}$$

в точке с координатой ξ отрезка линии, возбуждаемого на резонансной частоте f ; l – длина отрезка длиной линии.

Соотношения (1) и (2) будем рассматривать как систему уравнений относительно неизвестных z_1 и z_2 . Величина $U(\xi)$ в (2) зависит от конструктивных особенностей отрезка длиной линии, от нагрузочных элементов и может быть выбрана желательным образом. С точки зрения простоты функции в (2) и целесообразности наиболее просто решить систему уравнений (1) и (2) функцию $U(\xi)$ можно сделать постоянной величиной: $U(\xi) \equiv const$, что соответствует равномерному характеру распределения энергии электромагнитного поля вдоль отрезка длиной линии. Такое распределение можно создать, например,

сделав отрезок длиной линии разомкнутым на нижнем конце и подключив к его входу индуктивное сопротивление достаточно большой величины.

С учетом сказанного соотношение (2) принимает в этом случае следующий вид:

$$\frac{f}{f_0} = \left[\varepsilon_3 + (\varepsilon_1 - \varepsilon_3) \frac{z_1}{l} + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \frac{z_2 - z_1}{l} \right]^{-1/2}. \quad (3)$$

Уравнения (1) и (3) после преобразований можно записать, соответственно, так:

$$\left(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2} \right) \frac{z_1}{l} + \left(\sqrt{\varepsilon_2} - \sqrt{\varepsilon_3} \right) \frac{z_2}{l} = \frac{t}{t_0} - \sqrt{\varepsilon_3}, \quad (4)$$

$$(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \frac{z_1}{l} + (\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \frac{z_2}{l} = \frac{f_0^2}{f^2} - \varepsilon_3. \quad (5)$$

В формуле (4) $t_0 = 2l/c$ – начальное (при отсутствии в емкости всех трех компонент среды, образующих границы раздела, т. е. в отрезке длиной линии с воздушным заполнением) значение времени t .

Рассматривая уравнений (4) и (5) как систему уравнений относительно z_1 и z_2 и решая ее, получим

$$\frac{z_1}{l} = \frac{(\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \left(\frac{t}{t_0} - \sqrt{\varepsilon_3} \right) - \left(\sqrt{\varepsilon_2} - \sqrt{\varepsilon_3} \right) \left(\frac{f_0^2}{f^2} - \varepsilon_3 \right)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \left(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2} \right) - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \left(\sqrt{\varepsilon_2} - \sqrt{\varepsilon_3} \right)}; \quad (6)$$

$$\frac{z_2}{l} = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \left(\frac{t}{t_0} - \sqrt{\varepsilon_3} \right) - \left(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2} \right) \left(\frac{f_0^2}{f^2} - \varepsilon_3 \right)}{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) \left(\sqrt{\varepsilon_2} - \sqrt{\varepsilon_3} \right) - (\varepsilon_2 - \varepsilon_3) \left(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2} \right)}. \quad (7)$$

Эти решения можно записать также так:

$$\frac{z_1}{l} = \frac{k_1}{\Delta} \left(m \frac{t}{t_0} - 1 \right) - \frac{k_2}{\Delta} \left(n \frac{f_0^2}{f^2} - 1 \right); \quad (8)$$

$$\frac{z_2}{l} = \frac{k_3}{\Delta} \left(m \frac{t}{t_0} - 1 \right) - \frac{k_4}{\Delta} \left(n \frac{f_0^2}{f^2} - 1 \right). \quad (9)$$

В этих формулах введены следующие обозначения для констант k_1, k_2, k_3, k_4, m, n и Δ – величин, зависящих от значений диэлектрической прони-

цаемости компонент среды, считающихся известными (справочными значениями или значениями, измеренными перед началом измерения z_1 и z_2):

$$k_1 = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_3}}(\varepsilon_2 - \varepsilon_3); \quad k_2 = \frac{1}{\varepsilon_3}(\sqrt{\varepsilon_2} - \sqrt{\varepsilon_3}); \quad k_3 = -\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_3}}(\varepsilon_1 - \varepsilon_2);$$

$$k_4 = -\frac{1}{\varepsilon_3}(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}); \quad m = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon_3}}; \quad n = \frac{1}{\varepsilon_3};$$

$$\Delta = (\varepsilon_2 - \varepsilon_3)(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}) - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)(\sqrt{\varepsilon_2} - \sqrt{\varepsilon_3}).$$

Таким образом, измерив резонансную частоту f электромагнитных колебаний основного типа TEM отрезка длиной линии и время t распространения вдоль него электромагнитного видеосигнала и преобразовав эти измеренные величины в электронном блоке устройства, реализующего данный способ, согласно соотношениям (8) и (9), получим в явном виде информацию о координатах z_1 и z_2 границ раздела компонент трехкомпонентной среды. Как видно из (8) и (9), эта информация получается в линейном виде, что практически является важным и устраняет необходимость применения специальных линеаризаторов выходных характеристик.

Поскольку, как показывает опыт, измерить резонансную частоту f и время t можно с высокой точностью, то также будем с высокой точностью получать информацию о координатах z_1 и z_2 . При этом два режима функционирования отрезка длиной линии, а именно, режим возбуждения в нем электромагнитных колебаний и измерения резонансной частоты f и режим распространения в нем видеосигналов и измерения времени t этого распространения являются независимыми, в то время как в способе-прототипе взаимное влияние отражаемых от границ раздела видеосигналов приводит к снижению точности измерения.

Выше было проведено рассмотрение данного способа при наличии в емкости среды, все компоненты которой являются диэлектриками. Однако, данный способ применим без какого-либо изменения его сущности и для сред с компонентами, имеющими произвольные электрофизические параметры (диэлектрическую проницаемость, электропроводность). Для контроля таких сред достаточно покрыть, по меньшей мере, один из проводников отрезка длиной линии диэлектрической оболочкой соответствующих толщины и материала, при которых как амплитуда отраженных видеосигналов, так и добротность отрезка длиной линии как резонатора имеют достаточную для регистрации величины [1]. Диэлектрические проницаемости ε_1 , ε_2 и ε_3

компонент среды в приведенных выше соотношениях следует заменить их эффективными значениями $\varepsilon_{эфф1}$, $\varepsilon_{эфф2}$ и $\varepsilon_{эфф3}$ двухслойных диэлектриков (контролируемой компоненты и диэлектрической оболочки проводника отрезка длинной линии), соответственно, определяемыми совокупностью электрофизических параметров контролируемой среды и параметрами отрезка длинной линии.

В наиболее часто встречающейся задаче самая верхняя компонента трехкомпонентной среды является воздухом. При этом в вышеприведенных формулах следует записать $\varepsilon_3 = 1$. Тогда соотношения (6) и (7) записываются так:

$$\frac{z_1}{l} = \frac{(\varepsilon_2 - 1)\left(\frac{t}{t_0} - 1\right) - (\sqrt{\varepsilon_2} - 1)\left(\frac{f_0^2}{f^2} - 1\right)}{(\varepsilon_2 - 1)(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}) - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)(\sqrt{\varepsilon_2} - 1)}; \quad (6)$$

$$\frac{z_2}{l} = \frac{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)\left(\frac{t}{t_0} - 1\right) - (\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2})\left(\frac{f_0^2}{f^2} - 1\right)}{(\varepsilon_1 - \varepsilon_2)(\sqrt{\varepsilon_2} - 1) - (\varepsilon_2 - 1)(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2})}. \quad (7)$$

и, соответственно, в формулах (8) и (9) константы имеют следующие значения:

$$k_1 = \varepsilon_2 - 1; \quad k_2 = \sqrt{\varepsilon_2} - 1; \quad k_3 = -(\varepsilon_1 - \varepsilon_2); \quad k_4 = -(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}); \quad m = 1; \quad n = 1;$$

$$\Delta = (\varepsilon_2 - 1)(\sqrt{\varepsilon_1} - \sqrt{\varepsilon_2}) - (\varepsilon_1 - \varepsilon_2)(\sqrt{\varepsilon_2} - 1).$$

При контроле трехкомпонентных сред, у которых верхняя среда есть воздух, а хотя бы одна из остальных компонент не является хорошим диэлектриком, следует использовать, как это отмечено выше, отрезок длинной линии с диэлектрическим покрытием, по меньшей мере, одного из его проводников, контактирующих со средой. При этом в соотношениях (6) и (7). (8) и (9) следует вместо ε_2 и ε_3 компонент среды использовать значения $\varepsilon_{эфф2}$ и $\varepsilon_{эфф3}$. В этом случае возможно измерение положения границ раздела воздуха и нижерасположенных компонент с произвольными электрофизическими параметрами.

Таким образом, данный метод позволяет с высокой точностью положение границ раздела между компонентами трехкомпонентной среды в емкости. Этот метод достаточно прост в реализации, которая осуществима на основе одного отрезка длинной линии.

Библиографический список

1. Викторов В. А., Лункин Б. В., Совлуков А. С. Высокочастотный метод измерения неэлектрических величин. – М. : Наука, 1978. – 280 с.
2. Викторов В. А., Лункин Б. В., Совлуков А. С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. – М. : Энергоатомиздат. 1989. – 208 с.
3. Прохоренков А. М., Совлуков А. С., Терешин В. И., Яценко В. В. Радиочастотное устройство для индикации уровня и положения границы раздела веществ в емкостях // Датчики и системы. 2014. № 10. – С. 41–45.
4. Маслов А. А., Прохоренков А. М., Совлуков А. С., Яценко В. В. Радиочастотный метод измерения положения границы раздела двух сред в емкости // Наука – производству : мат. междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 14–19 апреля 2017 г. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. – С. 43–49.
5. Petrick J. R. System for sensing levels and electrical characteristics of fluent materials. Патент США № 3474337.1969.
6. De Carolis M. Apparatus for measuring the levels of fluids and the dielectric constants of the same. Патент США № 3812422.1974.
7. Ross G. F. Apparatus and method for measuring the level of a contained liquid. Патент США № 3832900.1974.

Оценка адекватности модели адаптивной системы управления с применением средств математического моделирования

Потапов Н. С., Маслов А. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматике и вычислительной техники)

Аннотация. В статье описываются результаты опытов по оценке адекватности комплексной адаптивной системы управления (КАдСУ) на базе лабораторного стенда "АСР частоты вращения двигателя постоянного тока". Проводится сравнительный анализ переходных процессов физической модели системы и ее математической интерпретации, созданной в программном пакете MatLab.

Abstract. This paper reviews the results of adequacy evaluation experiments for a complex adaptive control system (CAAdSys) based on an "ACS of DC Motor Rotational Speed" laboratory stand. Comparative study of transfer processes of system's physical model and its mathematical implementation created in MatLab software solution is provided.

Ключевые слова: адаптивная система, физическая модель, адекватность, математическое моделирование, программный пакет MatLab.

Key words: adaptive system, physical model, adequacy, mathematical modeling, MatLab software solution.

В рамках дипломной работы на базе кафедры автоматике и вычислительной техники разрабатывается комплексная адаптивная система управления (КАдСУ), общая схема которой представлена на рис. 1. С технической точки зрения система состоит из следующих компонентов:

– Лабораторный стенд "АСР частоты вращения двигателя постоянного тока" – самостоятельная система с настраиваемой структурой, позволяющая осуществлять как внутреннее управление объектом (через встроенный ПИД-регулятор), так и внешнее управление (от контроллера);

– Контроллер i7188EXD – программируемая микропроцессорная система со встроенной платой ввода-вывода, осуществляющая связь между АСР и ПК (передача информации об объекте от АСР, выработка управляющего сигнала от ПК с математическими преобразованиями);

– IBM-совместимый компьютер с операционной системой MS Windows XP – система с установленной на ней программой управления КАдСУ.

Ориентированная на расширение имеющейся лабораторной базы, система формируется таким образом, что она позволяет осуществлять процес-

сы идентификации исследуемого процесса и управления объектом при помощи регулятора состояния [1].

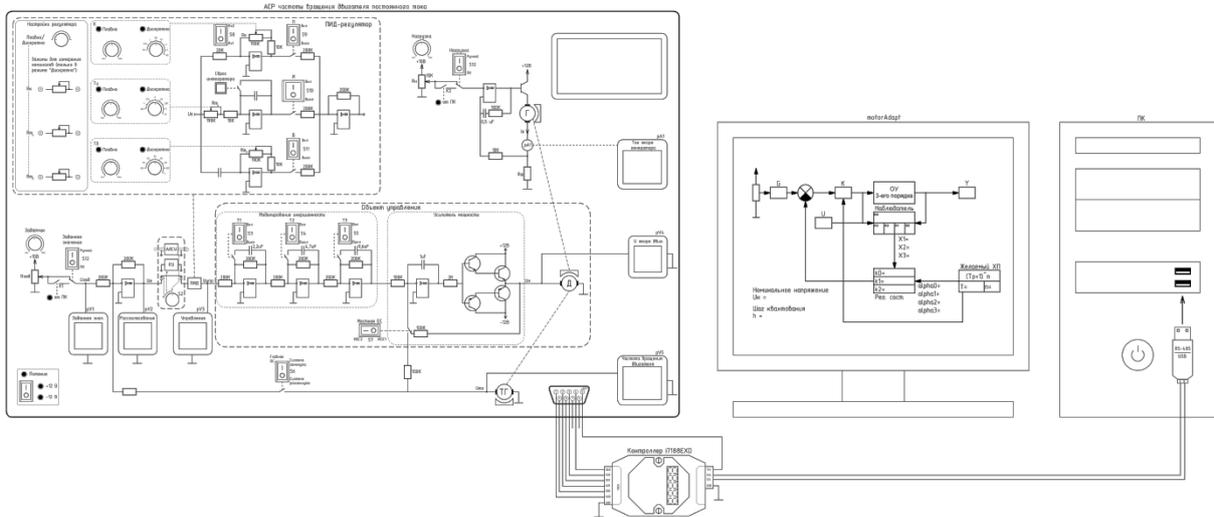


Рисунок 1 – Комплексная адаптивная система управления

Работа системы построена на основе схемы взаимодействия таких элементов, как объект управления, самонастраивающаяся система идентификации с эталонной обратной моделью, а также регулятор состояния. Система рассчитана на оценивание динамических и статических свойств системы и формирование таких контролируемых воздействий, что система самопроизвольно приближается к заданному эталону – в данном случае, обратной модели с изменяемыми коэффициентами [2] Каждый из элементов системы может быть описан математически и смоделирован с использованием специализированного программного обеспечения.

Основной задачей ставилось сопоставление характеристик системы в тех случаях, когда в качестве объекта управления выступало реальное физическое устройство (лабораторный стенд) или математическая модель, описываемая заранее известной передаточной функцией. В частности, предполагалась оценка адекватности модели КАДСУ применительно к реальному объекту с учетом следующих условий и допущений:

– Система работает в двух режимах: идентификации при постоянном входном управляющем сигнале $U = 1$ отн. ед. и адаптивное управление посредством регулятора состояния при постоянных коэффициентах обратной эталонной модели;

– На вход подается единичная ступенька длительностью 10 секунд с последующим сбросом и восстановлением через 10 секунд. Всего фиксируется 10 итераций – реакций на возбуждающий сигнал;

Изначально требовалось получить приблизительную передаточную функцию объекта. Для этого на лабораторном стенде были подобраны следующие параметры: номинальное напряжение 3,0932 В, инерционности T1+T2. После этого была проведена идентификация со следующими настройками: L1 = L2 = L3 = 1, C = 1, C_{A0} = 0,002; C_{A1} = 4; C_{A2} = 1; C_{A3} = 2. Начальные коэффициенты обратной модели и результаты идентификации сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Идентификация физической модели

Шаг	B0	A0	A1	A2	A3
1	2,5	4	5,8	2,9	1
2	2,599	4,158	6,046	2,997	1
3	2,719	4,349	6,34	3,114	1
4	2,844	4,549	6,644	3,237	1
5	2,981	4,768	6,977	3,375	1
6	3,131	5,008	7,339	3,529	1
7	3,306	5,288	7,761	3,714	1
8	3,484	5,572	8,188	3,9	1
9	3,675	5,878	8,645	4,102	1
10	4,094	6,547	9,646	4,547	1

Последние полученные коэффициенты были использованы как коэффициенты передаточной функции ОУ математической модели. После этого был проведен процесс идентификации на ее базе с теми же параметрами. Результат идентификации приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Идентификация математической модели

Шаг	B0	A0	A1	A2	A3
Исх.	4,094	6,55	9,5	4,75	1,63
1	4,094	6,55	9,5266	4,7494	1,4928
2	4,094	6,55	9,5474	4,7489	1,3858
3	4,094	6,55	9,5636	4,7485	1,3022
4	4,094	6,55	9,5732	4,7481	1,2371
5	4,094	6,55	9,586	4,7477	1,1862
6	4,094	6,55	9,5937	4,7474	1,1465
7	4,094	6,55	9,5997	4,7471	1,1155
8	4,094	6,55	9,6043	4,7468	1,0913
9	4,094	6,55	9,608	4,7465	1,0724
10	4,094	6,55	9,6108	4,7462	1,0576

Графики изменения коэффициентов передаточной функции для физической и математической моделей представлены на рис. 4.

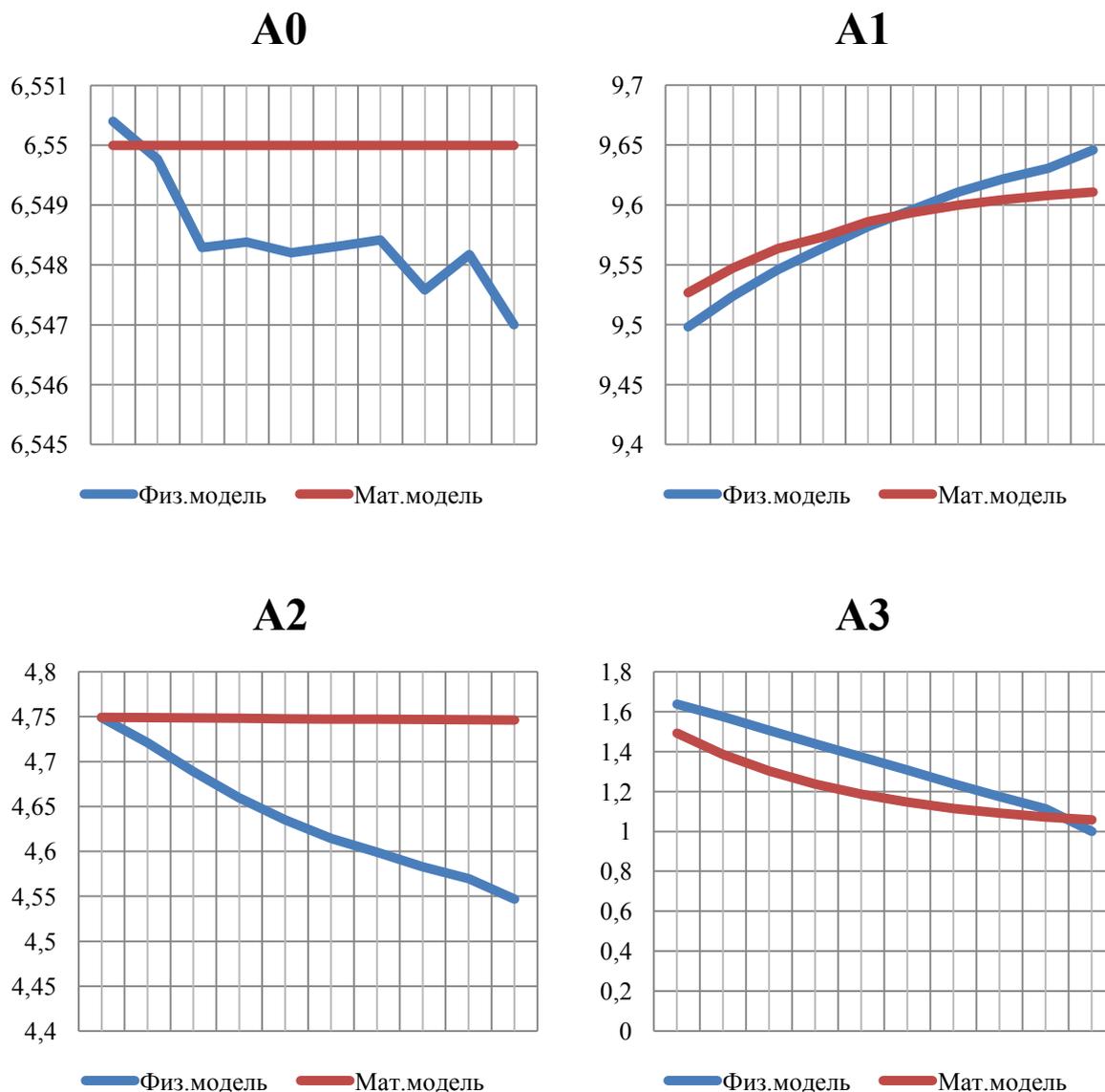


Рисунок 4 – Графики изменения коэффициентов передаточных функций физической и математической моделей

При настройке коэффициентов A0 и A2 наблюдаются расхождения в вычисляемых значениях. Это обуславливается несколькими факторами – от допущенной погрешности при задании коэффициентов математической модели до косвенного влияния реального объекта на процесс идентификации. Максимальное отклонение коэффициентов не превышает 6 %; эта ошибка может быть скомпенсирована путем увеличения числа итераций идентификационного процесса. В целом динамика изменений коэффициентов в случаях с физической и математической моделями практически идентичны.

На рис. 5 показан график изменения невязки для математической модели. Здесь видно, что на каждой итерации уменьшается пиковая величина невязки, что свидетельствует о корректной работе алгоритма настройки. Этот же результат с небольшими допущениями можно соотнести и с реальным объектом.

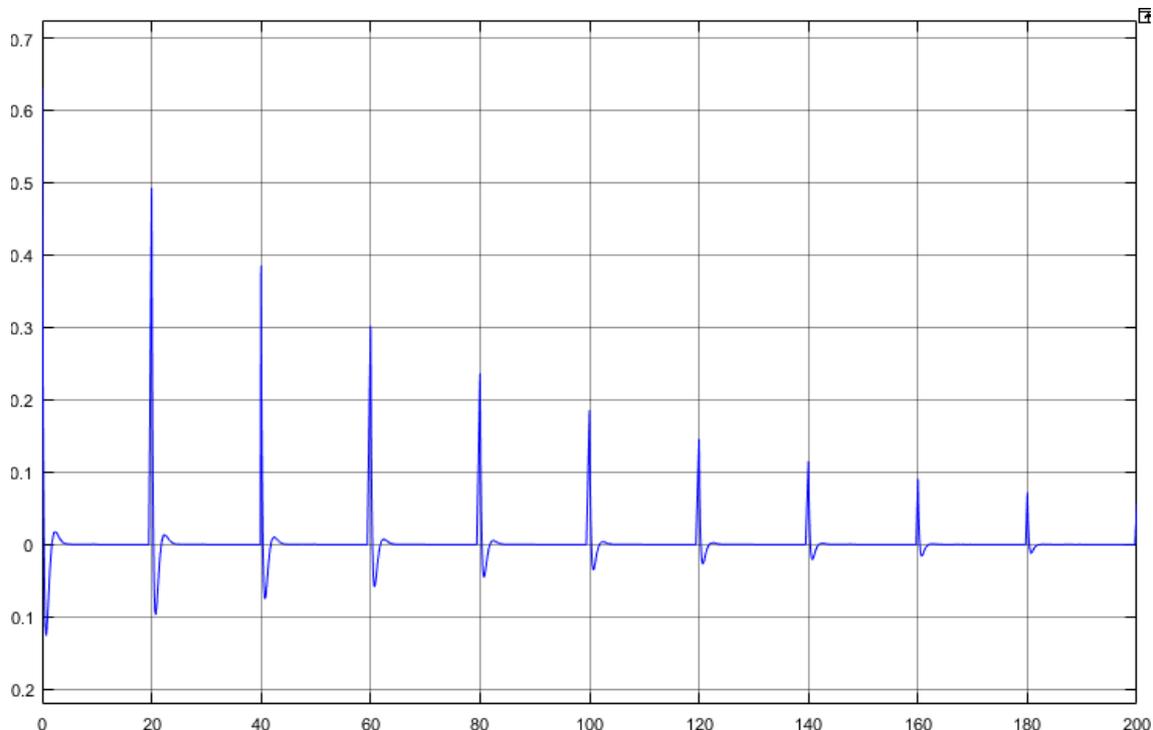


Рисунок 5 – График изменения невязки для математической модели

После получения передаточных функций были проведены опыты по адаптивному управлению. Были настроены регуляторы состояния на желаемый характеристический полином, описываемый уравнением:

$$(1)$$

В результате были получены переходные процессы физической и математической моделей КАДСУ, представленные на рисунках 6 и 7 соответственно.

Из результатов видно, что процессы моделей практически идентичны друг другу как по переходным характеристикам, так и по форме управляющего сигнала.

По итогам опытов, можно заключить, что расчетная модель, применяемая в составе разрабатываемой КАДСУ, в целом адекватна. Уже на текущем этапе разработки система способна с достаточной точностью воспроизводить адаптивные процессы, в то время как алгоритмы идентификации требуют незначительной наладки и доработки.

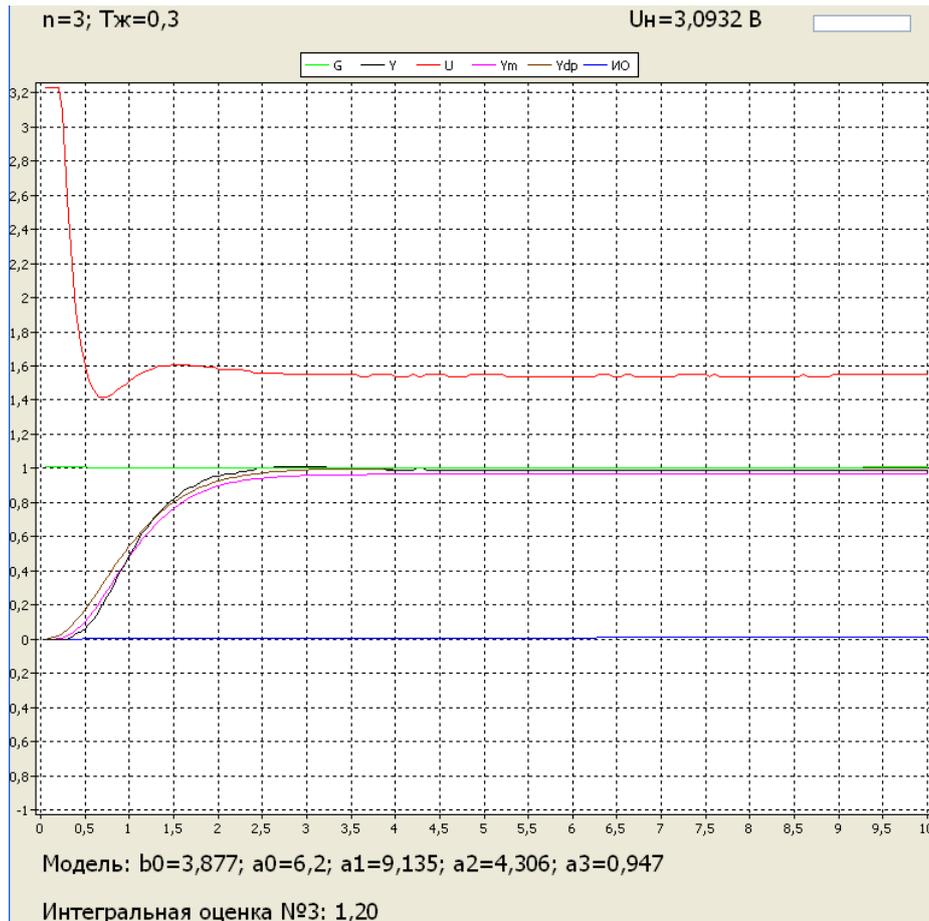


Рисунок 6 – Переходный процесс физической модели
КАДСУ с регулятором состояния ($T = 0,35; n = 3$)

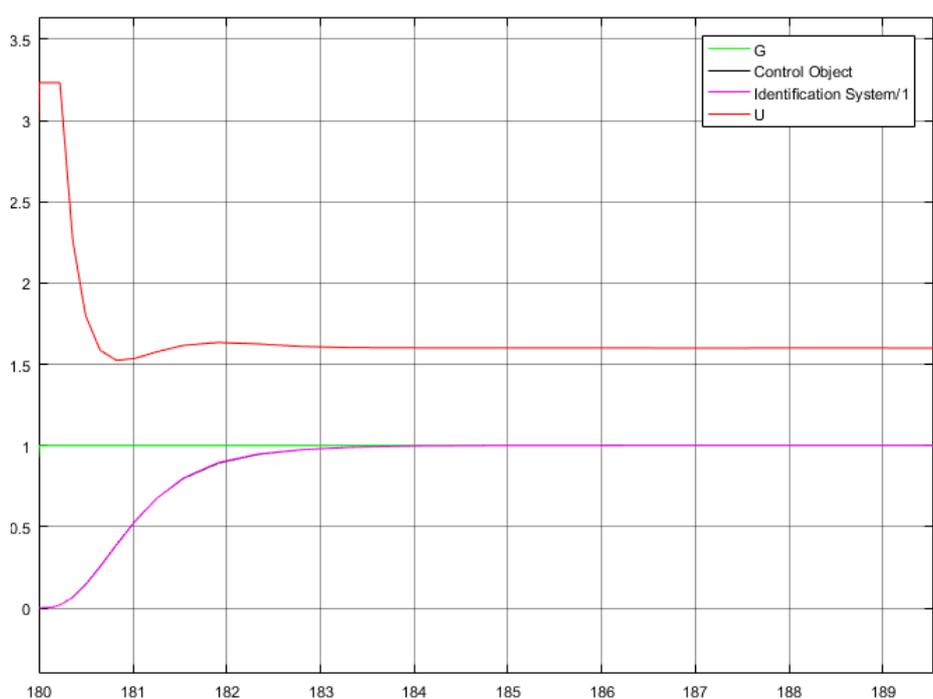


Рисунок 7 – Переходный процесс математической модели
КАДСУ с регулятором состояния ($T = 0,35; n = 3$)

Библиографический список

1. Маслов А. А. Беспойсковая система идентификации динамических объектов [Текст] / А. А. Маслов, ЦНИИТЭИП. – М., 1985. – 11 с.

2. Теория автоматического управления : учебник для вузов по спец. "Автоматика и телемеханика". В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А. А. Воронов, Д. П. Ким, В. М. Лохин [и др.] ; Под ред. А. А. Воронова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1986. – 504 с., ил.

3. Маслов А. А. Оптимальные и адаптивные системы управления [Текст] : Методические указания по курсам "Теория автоматического управления" и "Теория специальных систем управления" для специальности (направления) "Автоматизация технологических процессов и производств" / А. А. Маслов ; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. – 35 с. : ил.

Комплекс программных средств для оптимизации этапа предварительного подбора режимов стерилизации консервов из гидробионтов

Столянов А. В., Кайченев А. В., Власов А. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра автоматики и вычислительной техники, e-mail: ptfaivt@mstu.edu.ru)

Аннотация. В статье описан комплекс программного обеспечения, используемого на этапе предварительного подбора режимов стерилизации консервов из гидробионтов. Рассмотрены основные функции программ. Представлены планы по совершенствованию программного комплекса.

Abstract. Software complex used on the preliminary selection stage of sterilization regimes for canned food from hydrobionts is described. The main functions of programs are considered. Plans for improving the software complex are presented.

Ключевые слова: режим стерилизации, модель продукта, комплекс программного обеспечения.

Key words: sterilization regime, product model, software complex.

Разработка новых режимов тепловой стерилизации консервной продукции из гидробионтов – одна из важных задач рыбной промышленности России.

Однако, процесс разработки режима стерилизации консервов является достаточно длительным и трудоемким, поскольку состоит из следующих этапов:

- предварительный подбор режима;
- лабораторное испытание;
- производственная проверка;
- оформление;
- согласование;
- представление на утверждение.

Наиболее продолжительным этапом при разработке режима стерилизации является этап предварительного подбора режима. На сегодняшний день не существует специальных программных продуктов, позволяющих

единовременно решать большинство реальных задач на этапе предварительного подбора режима стерилизации консервов.

С этой целью на кафедре АиВТ ведется разработка комплекса программных средств для оптимизации создания режимов стерилизации продуктов. Данный комплекс состоит из программ "Thermal processing modeller" и PRSC, оптимизирующих затраты рабочего времени разработчика на этапе предварительного подбора режима стерилизации консервов из гидробионтов.

Программное обеспечение "Thermal processing modeller" позволяет (рис. 1):

- подбирать численные модели температурного процесса до третьего порядка включительно, происходящего в банке с продуктом, для этапов нагрева и собственно стерилизации, а также для этапа охлаждения;
- использовать файл *.txt, экспортированный из программы ValSuite, для отрисовки профилей температур каждого из датчиков Ellab TrackSense PRO;
- отображать графики температур автоклава, реального и моделируемого теплового процесса в банке с продуктом и их невязки;
- выводить значения фактического стерилизующего эффекта (F-эффекта) реального и моделируемого теплового процесса в банке с продуктом и их отличие для всего процесса и отдельных этапов стерилизации;
- задавать начальные коэффициенты численной модели для дальнейшего подбора с помощью начальной температуры продукта при нагреве или охлаждении и определенного количества звеньев первого порядка ($Tp+1$) в зависимости от выбранного порядка модели;
- вычислять интегральную оценку, равную интегралу от суммы модуля рассогласования температур реального и моделируемого теплового процесса в банке с продуктом и модуля производной рассогласования тех же величин;
- сохранять полученные графики в формате *.jpeg;
- рассчитать среднеобъемное сохранение тиамин (в процентах от сто-процентного начального) для банки № 3;
- вычислить F-эффект в пересчете на 100 градусов Цельсия.

Математическое моделирование на этапе предварительного подбора режимов стерилизации производится в программном продукте PRSC (рис. 2). Данная программа позволяет подобрать оптимальный режим сте-

рилизации консервов для определенных видов продукции и стерилизационного оборудования.

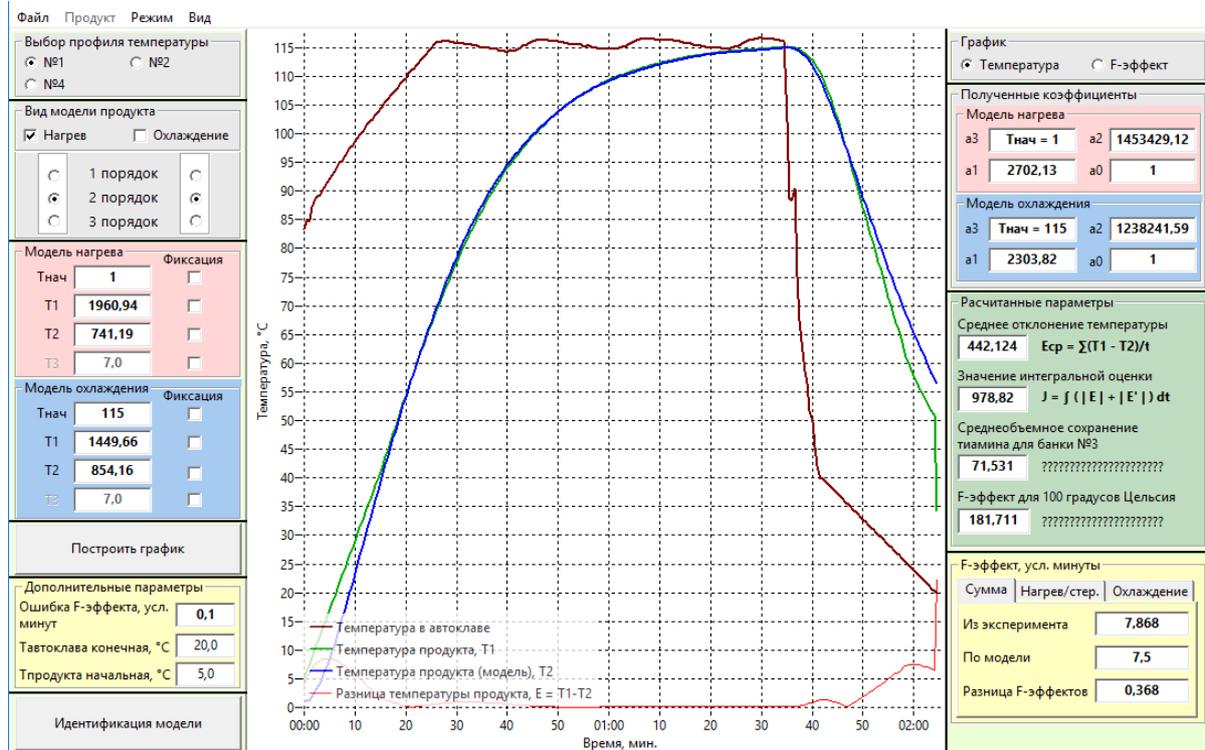


Рисунок 1 – Внешний вид окна программы "Thermal processing modeller"

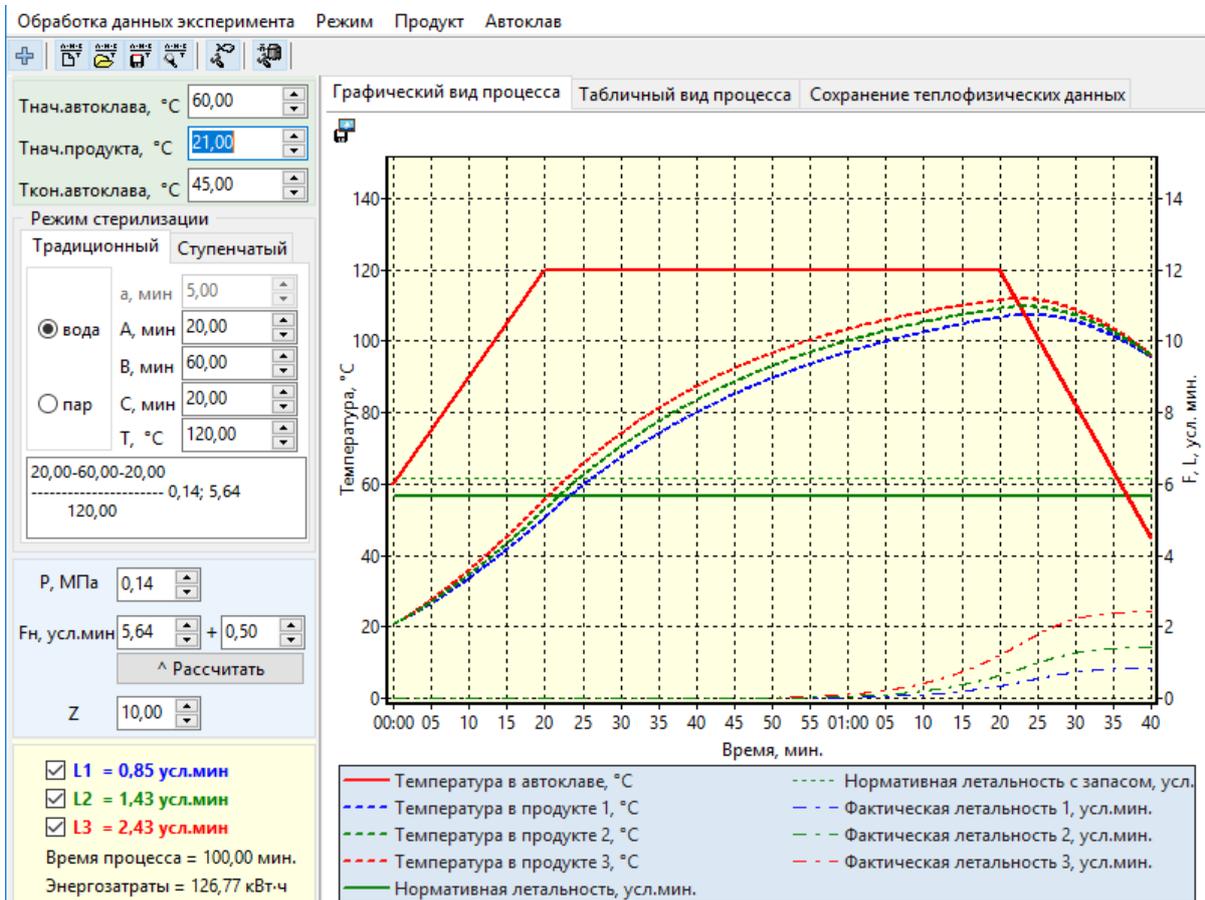


Рисунок 2 – Основное окно программы PRSC

Сначала в программу вводятся параметры модели продукта и автоклава (рисунок 3), начальные и конечные условия, вид процесса стерилизации (паровая или водная среда). Далее программа позволяет рассчитать температурную кривую в стерилизационной установке, а также кривые температур в трех областях автоклава.

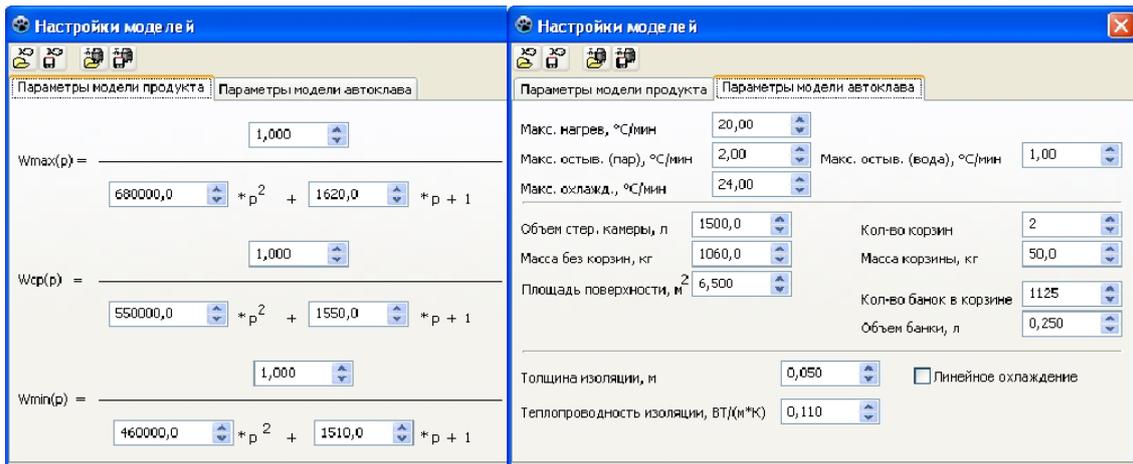


Рисунок 3 – Окно настройки моделей автоклава и продукта

Используя полученные данные, для заданного режима стерилизации вычисляются значения фактических летальностей и энергозатраты на процесс. После этого программный продукт PRSC с помощью метода адаптивного симплекса позволяет подобрать оптимальные по заданным критериям параметры режима стерилизации.

За время разработки комплекса программных средств, оптимизирующих время на этапе предварительного подбора режима стерилизации, в программный продукт PRSC также были добавлены следующие ключевые функции:

- вывод в графическом или табличном виде теплового процесса с выбранной моделью продукта;
- отображение формулы традиционного режима стерилизации;
- моделирование любого вида режима стерилизации (традиционного, ступенчатого, модернизированного и переменного) при использовании экспериментальных данных о профиле температуры автоклава;
- создание документа о теплофизическом исследовании выбранного режима стерилизации по пяти моделируемым автоклававаркам.

Использование этого незначительного набора функций программного комплекса на этапе предварительного подбора режима стерилизации консервов из гидробионтов позволило сократить количество пробных автоклавоварок с 5–7 до 3–5. Это, в среднем, на 2 автоклавоварки меньше, чем необходимо согласно инструкции по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов.

Авторами статьи планируется дальнейшее совершенствование программного комплекса, чтобы обеспечить следующий функционал:

- расчет других интегральных оценок;
- расчет энергозатрат для любого режима стерилизации с учетом профиля температуры в стерилизационной камере;
- создание документа о теплофизическом исследовании с учетом не только моделируемых, но и реальных автоклавоварок.

Совершенствование функционала комплекса программного обеспечения в дальнейшем позволит создать систему автоматизированного проектирования режимов стерилизации консервов из гидробионтов на этапе предварительного подбора режима.

Библиографический список

1. Столянов А. В., Жук А. А., Ерещенко В. В. Компьютерное моделирование как перспективное направление оптимизации процесса тепловой стерилизации консервной продукции. Обзор существующих решений // Наука – производству : материалы междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 24–27 марта 2015 г. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2015. – С. 59–63.

2. Столянов А. В., Кайченев А. В. Разработка программного обеспечения для оптимизации этапа предварительного подбора режимов стерилизации консервов из гидробионтов // Наука – производству : мат. междунар. науч.-практ. конф., Мурманск, 14–19 апреля 2017 г. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2017. – С. 77–81.

3. Инструкция по разработке режимов стерилизации консервов из рыбы и морепродуктов / Утв. Ком. Рос. Федерации по рыболовству. – СПб. : Гипрорыбфлот, 1996. – 42 с.

4. ГОСТ 30425-97 "Консервы. Метод определения промышленной стерильности". Дата переиздания: 02.08.2011.

Применение отечественных микропроцессорных средств при модернизации судов

Урванцев В. И., Мухалев В. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов)

Аннотация. Представлен анализ и перспективы работы микропроцессорных устройств ОВЕН при модернизации судов.

Abstract. The analysis and prospects of work are presented. microprocessors devices of ONEN during the modernization of ships.

Ключевые слова: Микропроцессор, модернизация средств автоматизи.

Key words: scientific functioning, device, modernization of ships.

К преимуществам микропроцессорных измерителей регуляторов относятся их универсальность и гибкость. Один и тот же регулятор может быть использован для измерения, регистрации и регулирования различных параметров судовых технологических процессов. Электронные измерители регуляторы компактны и могут быть установлены на необходимом расстоянии от объекта управления. У них отсутствует сложная механическая кинематика в измерительной части. Они не требуют сложной настройки.

Измерители регуляторы, выпускаемые российскими предприятиями, обладают функциональными возможностями, удовлетворяющими требованиям по управлению широким перечнем судовых механизмов и устройств.

В комплекте с ПК на основе специализированных прикладных программ регуляторы могут быть интегрированы в единую (судовую) информационно – измерительную систему.

Наличие сертификата Российского Морского Регистра Судоходства допускает применение измерителей – регуляторов компании ОВЕН, при модернизации судов с недостаточным уровнем автоматизации.

Это позволяет повысить общую эффективность и надежность эксплуатации судового оборудования, путем оптимизации режимов работы и организации контроля за качеством технологических процессов и техническим состоянием оборудования.

Микропроцессорные измерители – регуляторы предназначены для измерения, регистрации, регулирования температуры, давления, влажности,

расхода и др. величин характеризующих ход технологического процесса и формирования сигналов управления внешними исполнительными механизмами и устройствами в соответствии с заданными пользователем законами и параметрами.

Приборы позволяют производить:

- производить конфигурирование функциональной схемы и установку программируемых рабочих параметров с помощью встроенной клавиатуры управления;
- измерение физических параметров первичными преобразователями с учетом нелинейности их номинальных статических характеристик (НСХ);
- цифровую фильтрацию измеренных параметров от промышленных импульсных помех;
- коррекцию измеренных параметров для устранения погрешностей первичных преобразователей;
- отображение результатов измерений на светодиодном индикаторе; – формируют аварийный сигнал при обнаружении неисправности первичных преобразователей;
- формирование сигналов управления внешними исполнительными механизмами;
- отображение на индикаторе заданных параметров регулирования;
- команды ручного управления исполнительными механизмами и устройствами с клавиатуры приборов;
- передачу компьютеру информации о значениях контролируемых датчиками величин и установленных рабочих параметрах, прием от него данные на изменение этих параметров;
- сохранение заданных программируемых параметров в энергонезависимой памяти при отключении напряжения питания.

Программное обеспечение SCADA-система *OWEN Process Manager OPM v.1*, *OPM v.2* выполняет моделирование сети, состоящей из одного или нескольких адаптеров *AC3*, *AC4* и подключенных к ним приборов ОВЕН (рис. 1), а также схемы технологического процесса на мониторе ПК.

Может быть реализовано:

- ведение постоянного контроля работы приборов;
- регистрация на ПК данных;

- отображение текущих показаний приборов в цифровом или графическом виде на экране ПК;
- сообщение о выходе контролируемых величин за заданные границы.

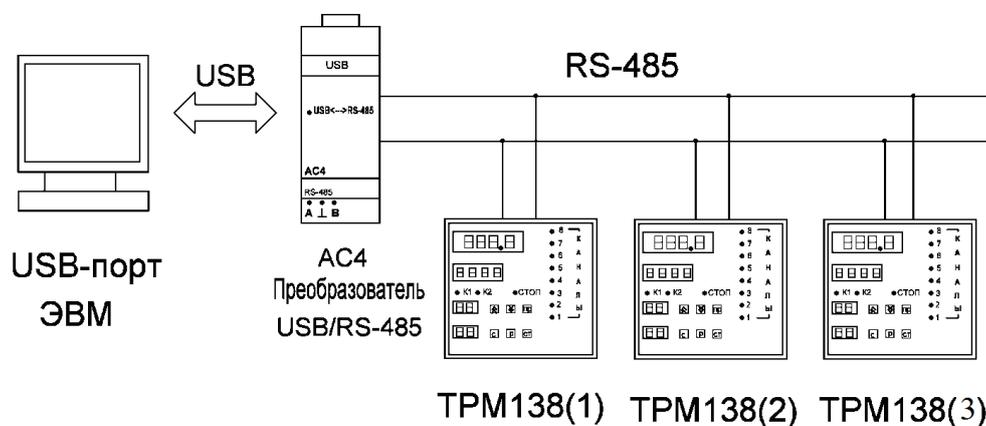


Рисунок 1 – Связь приборов ОВЕН с персональным компьютером

Обеспечена возможность просмотра архива измерений за любой промежуток времени в табличном и графическом виде с помощью подсистемы *OWEN REPORT VIEWER (ORV) v.1, ORV v.2*.

OPM v.1, ORV v.2 используются для создания схемы технологических процессов на мониторе ПК и сохранения этой схемы на диске для последующего использования.

При запуске *OPM* тестирует рабочий компьютер и автоматически определяет свободные COM-порты, к которым через адаптер интерфейса могут быть подключены приборы ОВЕН. Информация о COM-портах выводится на экран ПК в главном окне программы. Программа позволяет следить за нахождением измеряемого параметра в заданном диапазоне значений.

Описанные характеристики актуальны для применения приборов при создании систем централизованного контроля параметров судовых дизелей, судовых котлоагрегатов, управления опреснительной установкой, судовыми компрессорными агрегатами и другими судовыми механизмами, системами и устройствами.

Программирование микроконтроллеров в виртуальной среде разработки MexBIOS

Урванцев В. И., Мухалев В. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов)

Аннотация. Рассмотрены особенности программирования микроконтроллеров в виртуальной среде разработки MexBIOS.

Abstract. Features of programming of microcontrollers in the virtual development environment MexBIOS.

Ключевые слова: программирование, микроконтроллеры, виртуальная среда, MexBIOS.

Key words: microcontrollers, MexBIOS.

Обучение программированию микроконтроллеров в интегрированных средах разработки, такие как *IAR Workbench*, *CodeCompouserStudio*, *AVRStudio* и других на языках C, C++, ассемблере затруднительно, поскольку требует значительного количества учебных часов на их изучение.

Для программирования микроконтроллеров на кафедре электрооборудования судов используется визуальная среда разработки MexBIOS, разработчик которой является "Мехатроника-Про". К достоинствам виртуальной среды *MexBIOS*, например, в сравнении с *Simulink (Matlab)* относятся:

- незначительное время для освоения *MexBIOS* студентами;
- справочная документация издана на русском языке;
- программное обеспечение для работы с ОЗУ предоставляется бесплатно;
- техническая поддержка оказывается во всех случаях обращения к специалистам "Мехатроника-Про".
- *MexBIOS* предназначена для моделирования встроенного программного обеспечения систем управления электродвигателями и технологическими комплексами.

Существует два режима работы виртуальной среды: моделирования и обмен данными с микроконтроллером.

Режим моделирования предназначен для имитации работы созданной программы на компьютере. Для режима моделирования создана специаль-

ная библиотека *Models*, которая предназначена для создания математических моделей объектов регулирования

Для примера рассмотрим схему (рис. 1) скалярного управления асинхронным двигателем с обратной связью по скорости. В блок схеме можно выделить:

- *TRACKBAR* – управляющий сигнал;
- блок формирования задания на напряжение из задания на частоту согласно заданному закону изменения U/f ;
- блок координатного преобразования из двухфазной вращающейся системы координат в двухфазную неподвижную систему координат (обратное преобразование ПАРКА);
- блок генерации пилообразного сигнала заданной амплитуды и частоты;
- блок пропорционально-интегрально-дифференциального (ПИД) регулятора;
- блок масштабирования и смещения входного сигнала;
- универсальный блок параметров двигателя;
- блок координатного преобразования из двухфазной симметричной системы координат в трехфазную симметричную систему координат (обратное преобразование Кларка);
- *TRACKBAR Mc* – сигнал задания статического момента нагрузки на валу двигателя.

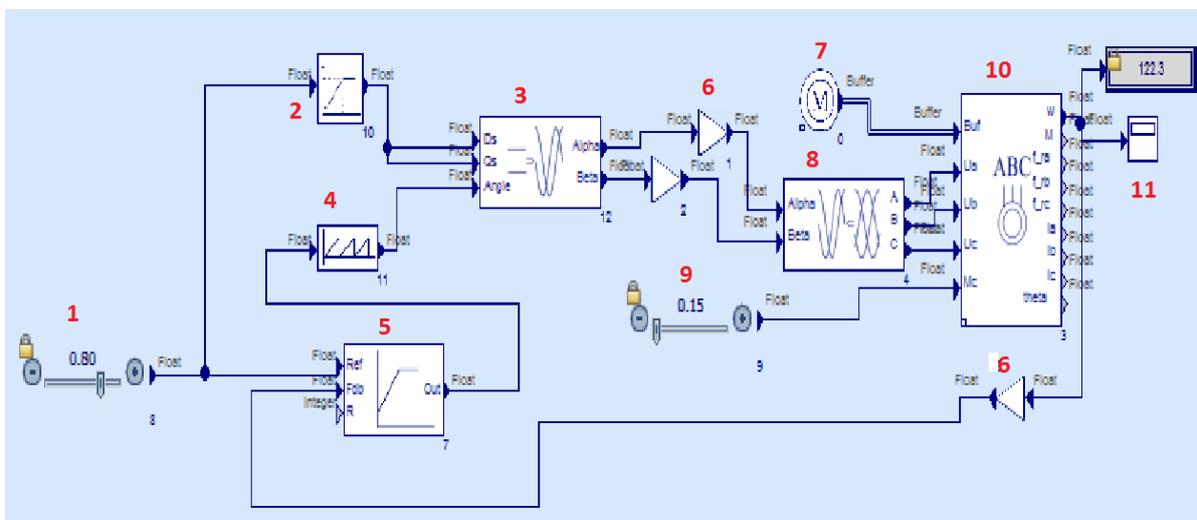


Рисунок 1 – Моделирование трехфазного асинхронного двигателя

При моделировании использованы математическая модель трехфазного асинхронного двигателя в неподвижной системе координат; виртуальный осциллограф.

Для начала моделирования записываются паспортные параметры асинхронного двигателя (рис. 2), рассчитываются или подбираются параметры *PI*-регулятора (рис. 3).

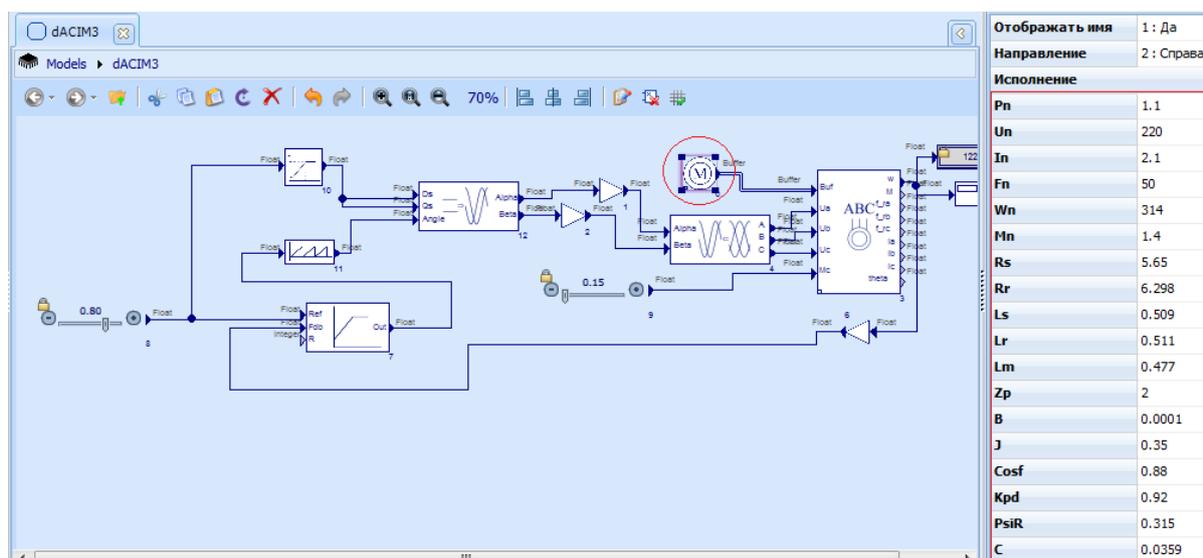


Рисунок 2 – Учет параметров *PI*-регулятора

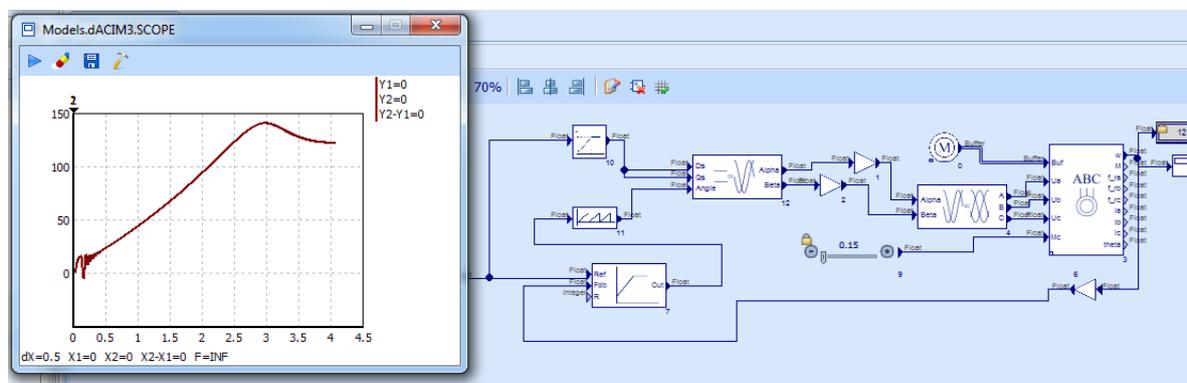


Рисунок 3 – Показания виртуального осциллографа

На рис. 3 представлена зависимость изменение скорости при пуске двигателя как показания виртуального осциллографа.

Алгоритм работы можно описать следующим образом.

Набирается схема обмена данными с микроконтроллером TMS320F28335. Управляющий сигнал TRACKBAR и сигнал обратной связи по скорости теперь подаются с АЦП микроконтроллера.

Математическая модель трехфазного асинхронного двигателя заменяется на драйвер шестиканальной ШИМ PWM6.

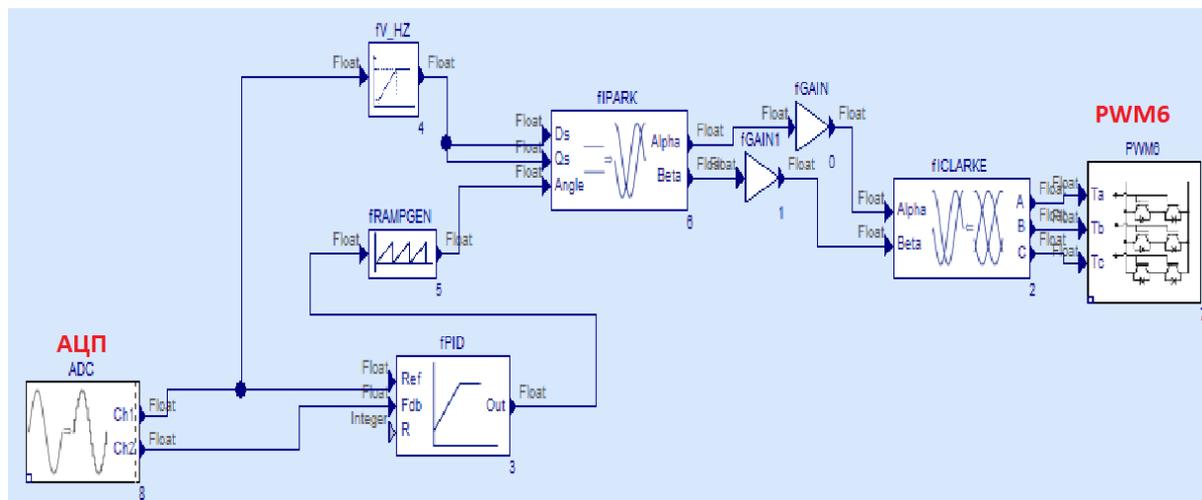


Рисунок 4 – Моделирование асинхронного двигателя

В меню "Параметры" устанавливаем COM порт, к которому подключен TE-TMS320F28335, загружаем программу в ОЗУ микроконтроллера.

Выводы

Визуальное программирование позволяет выполнять разработку системы управления инженерам, не имеющим профессионального опыта программирования. Проектирование на уровне блок-схем, алгоритмов является признанной тенденцией, упрощающей процесс разработки.

Библиографический список

1. Модуль TE-TMS320F28335 – <http://j.mp/TE-TMS320F28335>
2. Н. Гусев, А. Каракулов, Г. Родионов Delfino™ и студия MexBIOS ускоряют разработку промышленных систем Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – 15 с.
3. www.mechatronica-pro.com

БЕЗОПАСНОСТЬ МОРЕПЛАВАНИЯ

Оптимальная организация решений навигационных или промысловых задач при наличии вариаций в достоверности информационного потока

Боев Н. В., Рудич А. С, Позняков С. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения)

Аннотация. Рассматривается задача оптимальной организации решения навигационной или промысловой задачи при наличии ошибок "человеческого элемента" в интерфейсе эргатической системы "судно – оператор" и возможности варьирования количеством информации, поступающей к лицу принимающего решения (ЛПР).

Показано, что ошибка, требующая для своей идентификации только априорной информации, не способна изменить величину функции готовности "человеческого элемента" в интерфейсе эргатической информационной системы.

Показано, что при ошибке "человеческого элемента" требующий для своей идентификации избыточности информации, свидетельствуя об обесцененности потоков данных, требует при решении задачи должно происходить восстановление всей промежуточной информации, полученной к моменту ее последнего использования.

Abstract. The problem of the optimal organization of a navigation or fishing problem solution is considered in the presence of errors of the "human element" in the interface of the ergative system "ship-operator" and the possibility of varying the amount of information coming to the person of the decision-maker (DM).

It is shown that an error requiring only a priori information for its identification is not able to change the value of the "human element" availability function in the interface of the ergative information system.

It is shown that, when an error of the "human element" requires information for its redundancy in order to identify itself, evidencing the depreciation of data flows, it requires the restoration of all intermediate information received by the time of its last use when solving the problem.

Ключевые слова: интерфейс эргатической системы, априорная информация, избыточная информация, ошибки человеческого фактора, функция готовности к ошибке.

Key words: interface of the ergatic system, a priori information, redundant information, errors of the human factor, function of readiness for error.

Оптимальная организация решения навигационной или промысловой задачи при наличии ошибок "человеческого элемента" в интерфейсе эргатической системы "судно – оператор" зависит от степени варьирования количеством информации, поступающей к лицу принимающего решения (ЛПР). Так пусть в момент $t = 0$ в эргатической системе с функцией готовности "человеческого элемента" к ошибке выбора ошибочного решения $Q(t)$ приступает к решению некоторой навигационной или промысловой задачи, на которую,

с учетом дефицита времени, судовому специалисту необходимо затратить T единиц "чистого" навигационного или промыслового времени. При решении такой задач возможны ошибки восприятия навигационной или промысловой информации "человеческого элемента", наличие которых судовой специалист определяет или по избыточной информации, или, привлекая априорную информацию [1; 2].

Готовность "человеческого элемента" к выбору ошибочных решений $Q(t)$ в эргатической системе (рис. 1) будет состоять в том, что в любой момент времени лицо, принимающее решение (ЛПР), может остановить ход решения задачи для контроля по избыточной или априорной информации, полученной или имеемой на этот момент. Если далее через $\delta(t)$ обозначить некоторое управление, то при решении навигационной или промысловой задачи это управление можно рассматривать как правило, определяющее марковские моменты остановок решения задачи в рамках эргатической системы с функцией готовности "человеческого элемента" к ошибке вида $Q(t)$.

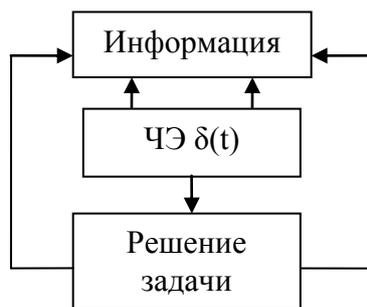


Рисунок 1

Рассмотрим класс (правило) управлений вида $\delta(t)$, выбрав некоторое целое значение $n \geq 1$ и представив время решения задачи T так

$$T = \sum_{i=1}^n t_i$$

где t_i – некоторые временные интервалы.

Если в момент t имеем

$$Q(t) = \sum_{i=1}^n t_i$$

причем

$$Q(t - 0) < \sum_{i=1}^k t_i \quad (k = 1, 2, \dots, n - 1),$$

то на интервале $(t, t + \eta_0)$ должно происходить использование избыточной или априорной информации, накопленной к моменту t , (η_0 – некоторая случайная величина) [3].

Процесс поддержания готовности "человеческого элемента" к выбору ошибочных решений $Q(t)$ в эргатической системе (рис. 1) в течение всего времени решения задачи обозначим через $\delta(t_1, \dots, t_n)$. В этом случае исходная задача по поддержанию величины $Q(t)$ можно разбивается на n сегментов t_1, t_2, \dots, t_n причем использование априорной информации для контроля хода решения задачи производится всякий раз, как, только заканчивается выполнение какого-либо сегмента и если ошибка "человеческого элемента" произошла в момент t' , а восстановление – в момент $t'' > t'$, то в случае привлечения априорной информации для функции готовности можно записать равенство вида

$$Q(t'' + 0) = Q(t'' - 0).$$

Следовательно, ошибка требующая для своей идентификации только априорной информации, не способна изменить величину функции готовности "человеческого элемента" в интерфейсе эргатической информационной системы.

Ошибки "человеческого элемента" требующие для своей идентификации избыточности информации свидетельствуют об обесцененности потока данных и при решении задачи в момент t'' должно происходить восстановление всей промежуточной информации, полученной к моменту ее последнего использования.

Библиографический список

1. Никитцев А. С. Задачи по обеспечению безопасности навигации, решаемые в структурах проблемных промысловых ситуаций / А. С. Никитцев, А. С. Хроненко, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 3. – С. 86–88.
2. Никитин Н. И. Структурная идентификация и разрешение проблемных промысловых и навигационных ситуаций / Н. И. Никитин, И. И. Зива, С. И. Позняков, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 5. С. 94–96.
3. Гладышевский М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.

Рекурсивная процедура разработки иерархии планов судовых операций с учетом прогнозируемых рисков

Вивиорра С. И., Карташов С. В., Меньшиков В. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения)

Аннотация. Предложено процедуру разработки планов судовых операций интерпретировать как процесс синтеза планов навигационных операции с идентифицированными рисками, основанный на свойстве рекурсивности, используемой в качестве исходной гипотезы. Процедура состоит из последовательного решения так называемых обратных задач и задач векторной оптимизации. Такие процедурные задачи, как правило, трудно поддаются решению, зачастую оказываются некорректными, т. е. нуждаются в регуляризации и весьма изощренных способах решения, которые доступны лишь программному продукту используемому, например, в экспертных вычислительных системах. Однако свойство рекурсивности промысловой операции позволяет процесс выбора плана предстоящей промысловой операции с наилучшим результатом значительно упростить, так как в определенном смысле такой выбор только на первом уровне лишен каких-либо трудностей.

Abstract. The procedure for developing ship operations plans is interpreted as a process of synthesizing plans for navigational operations with identified risks, based on the recursiveness property used as the initial hypothesis. The procedure consists of a consistent solution of the so-called inverse problems and vector optimization problems. Such procedural problems, as a rule, are difficult to solve, often are incorrect, that is, they require regularization and very sophisticated methods of solution, which are available only to the software product used, for example, in expert computer systems. However, the recursiveness property of the fishing operation allows the process of selecting the plan for the forthcoming fishing operation with the best result to be considerably simplified, since in a certain sense this choice only has no difficulties at the first level

Ключевые слова: планирование промысловых операций, промысловые риски, рекурсивность, обратные задачи, задачи векторной оптимизации.

Key words: planning of fishing operations, trade risks, recursiveness, inverse problems, vector optimization problems.

Схема планирования составлена в предположение о том, что существует множество эффективных векторных вариантов навигационных переходов, а так же множество векторных навигационных рисков определенных на множестве Парето. Схема оформлена в виде рекурсивной процедуры по выбору иерархии планов навигационного перехода с учетом прогнозируемых рисков, которая состоит из последовательного решения обратных задач и задач

векторной оптимизации. Свойство рекурсивности планов судовых операций позволяет существенно упростить процесс выбора иерархии планов таких операций с наилучшим результатом уже на уровне первой итерации без каких-либо существенных трудностей. Схематично методика разработки иерархии планов навигационной операции с учетом действия рисков может выглядеть следующим образом.

Необходимо образовать множество $Z^0_\pi \subset E^N$ (где через E^N обозначено евклидово пространство размерности N), векторов $z(0)$, которое является описанием множества вариантов планов навигационных операций на уровне детализации, необходимых для использования в реальности. Затем следует решить задачу по отысканию множества эффективных векторов Z^0_π соответствующих вектору рисков $u^0[z(0)]$ и сопутствующим процессу выполнения навигационной операции. Если, при столь детальном описании плана промысловой операции его разработка оказывается невозможной, то следует выполнить описание плана промысловой операции только на первом уровне

$$z(1) \in Z^1, \quad Z^1 \subset E^{N_1}, \text{ при } N_1 < N_0,$$

где $z(1) = f_1[z(0), 1]$, $Z^1 \equiv f_1(Z^0)$ – образ Z^0 в отображении f_1 .

Затем следует ввести набор навигационных рисков первого уровня $u^1[z(1)]$. Если на этом уровне задача построения множества эффективных вариантов планов навигационной операции Z_π является еще слишком сложной, то следует вводить следующий уровень агрегирования и так далее до некоторого m -го уровня:

$$\begin{aligned} z(m) \in Z^m, \quad Z^m \subset E^{N_m}, \quad N_m < N_{m-1}; \\ z(m) = f_m[(m-1)], \quad Z^m \equiv f_m\{Z^{m-1}\}, \end{aligned}$$

когда задача построения множества Z^m_π окажется доступной для решения в условиях реализации навигационного процесса.

После выполнения всех этапов агрегирования, т. е. введения $z(k)$, Z^k , $u^k[z(k)]$, $0 \leq k \leq m$ задачу планирования навигационной операции с учетом группы возможных рисков можно решать следующим образом. Так если предварительно ввести обозначение:

$$Z^k_\pi = \Omega(u^k, Z^k).$$

то можно найти множество эффективных векторов $\Omega(u^k, Z^k)$ и все решения уравнений

$$f_m[z(m-1)] = z(m)$$

из множества Z^{m-1} , когда вектор $z(m)$ пробегает $\Omega(u^k, Z^k)$, причем эти решения можно представить так:

$$Z^*_{m-i} = f_m^{-1} [\Omega(u^k, Z^k)].$$

где через $f_m^{-1}[\Omega]$ обозначен полный прообраз векторного множества Ω при отображении f_m .

Если далее решить задачу по нахождению множеств

$$\begin{aligned} &\Omega(u^{m-1}, Z^*_{m-1}), \\ Z^*_{m-2} &= f_{m-1}^{-1} [\Omega(u^{m-1}, Z^*_{m-1})], \end{aligned}$$

то через m шагов можно придти к задаче отыскания

$$\Omega(u^0, Z^*_0) = \Omega_0.$$

Тогда процесс поиска множества возможных навигационных операций отягощенных рисками Ω_0 с положительными исходами можно представить в виде следующей рекуррентной последовательности:

$$\begin{aligned} \Omega_k &= \Omega[u^k, f_{k+1}^{-1}(\Omega_{k+1})], \\ k &= m-1, m-2, \dots, 1, 0; \\ \Omega_m &= \Omega(u^m, Z^m) \end{aligned} \tag{3}$$

Из этой рекуррентной последовательности, очевидно, следует, что на каждом шагу решения уравнения (3) происходит отбор, приводящий, вообще говоря, к сокращению числа вариантов проектов приемлемых навигационных операций, учитывающих выбранные группы рисков $u_n \in U_\pi$ и подвергаемых детализации по этим рискам на следующем шаге, так как

$$\Omega_k \subseteq Z^k \quad 0 \leq k \leq m-1.$$

Процесс решения уравнений (3) естественно интерпретировать как процесс синтеза планов навигационных операции с идентифицированными рисками, основанных на свойстве рекурсивности, используемой в качестве исходной гипотезы. Этот процесс состоит из последовательного решения так называемых обратных задач и задач векторной оптимизации. Однако такие задачи, как правило, трудно поддаются решению, зачастую оказываются некорректными, т. е. нуждаются в регуляризации и весьма изощренных способах решения, которые доступны лишь программному продукту используемому, например, в экспертных вычислительных системах.

В тоже время свойство рекурсивности навигационной операции позволяет процесс выбора плана предстоящей навигационной операции с наилуч-

шим результатом значительно упростить, так как в определенном смысле такой выбор только на первом уровне лишен каких-либо трудностей. Так если апробирован план промысловой операции $z(0)$ выбрана группа рисков $u^o [z(0)]$ для предыдущей навигационной операции, то функцию выбора плана реализации операции $z(1)$ вахтенным помощником капитана можно составить, привлекая упрощенную последовательность вида (3):

$$z(1) = f_1[z(0)].$$

с последующим агрегированием производственного риска $u^1 [z(1)]$.

Выражение для упрощенной последовательности, которая определяет процесс планирования будущей навигационной операции, вообще говоря, неоднозначна. Неоднозначность упрощенной последовательности, связана с тем, что функция выбора плана навигационной операции предусматривает соответствие между планом и рисками. В тех же случаях, когда соответствие нарушено, т. е. неудачно выбраны отображение и риски первого уровня, то может оказаться, что множество возможных навигационных операций отягощенных рисками, полученное в результате реализации навигационной операции, не будет содержать ни одного плана операции дающего положительный результат. Это означает проигрыш в эффективности планирования будущей навигационной операции с учетом появления возможных рисков, что, естественно, является нежелательным.

Библиографический список

1. Эксплуатация добывающего судна в навигационно-промысловых структурах / А. Н. Анисимов, В. И. Меньшиков, В. Я. Сарлаев; под общ. ред. В. И. Меньшикова. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2009. 175 с.
2. Гермейер Ю. Б. Введение в теорию исследований операций. – М. : Наука, 1971.

Оценка надежности выбора решений при управлении состоянием судовой ключевой операции по заданной матрице рисков

Горбатенко Д. О., Лапин М. Г., Пеньковская К. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения)

Аннотация. Показано, что выделение подмножества управлений по заданному подмножеству рисков является той основой, по которой судовой специалист принимает окончательное решение по безопасному выполнению операции, а специфика выделения состоит в том, что весовые коэффициенты не могут быть определены заранее и на значительный временной интервал, например, на весь период рейса. При этом показано, что весовые коэффициенты должны назначаться оперативно для каждого конкретного состояния судовой операции, а задачей судового специалиста является сопоставление состояний судовой операции множеству рисков и назначить их весовые значения.

Abstract. It is shown that the selection of a subset of controls for a given subset of risks is the basis on which the ship's specialist takes the final decision on the safe operation of the operation, and the specificity of the allocation is that the weight coefficients can not be determined in advance and for a significant time interval, for example, the whole period of the voyage. It was shown that the weight coefficients should be assigned promptly for each particular state of the ship's operation, and the task of the ship's specialist is to compare the states of the ship operation to a multitude of risks and assign their weight values.

Ключевые слова: судовая ключевая операция, матрица рисков, множество весовых коэффициентов, надежность выбора решений.

Key words: ship key operation, risk matrix, set of weight coefficients, reliability of decision making.

В основе матричного представления модели выбора решений по управлению состояниями ключевой операции лежит матрица данных X размерностью $n \times m$ с элементами x_{ij} , причем i -я строка матрицы ($i = 1, n$) имеет смысл i -го управления, а j -й столбец – j -го риска (параметра опасности). Элемент x_{ij} является числовой оценкой эффективности i -го управления на j -й риск, лежащей в интервале $[x_{\min}, x_{\max}]$ при $x_{\min} > 0, x_{\max} > 0$, при этом положительное значения эффективности означают позитивное воздействие управления на риски. При этом на матрица выбора управлений состояниями ключевой операции должны быть наложены два условия:

$$\begin{aligned} \forall i \in N \exists j \in M \text{ такое, что } x_{ij} > 0; \\ \forall j \in M \exists i \in N \text{ такое, что } x_{ij} > 0, \end{aligned}$$

где N – множество строк матрицы управлений, M – множество столбцов матрицы рисков.

Первое условие означает, что каждое управление имеет положительную оценку хотя бы по одному риску. Второе условие говорит о том, что для каждого риска найдется хотя бы одно управление, положительно действующее на этот риск. Эти условия кажутся очевидными, однако они должны быть обязательно проверены при составлении матрицы.

Если судовая операция описывается подмножеством столбцов $M' \subset M$, то задача состоит в том, чтобы для данного подмножества столбцов (рисков) выделить подмножество строк (управлений), в совокупности наиболее эффективных для этих столбцов. Выделение подмножества управлений и будет той рекомендацией, на основе которой судовой специалист примет окончательное решение по безопасному выполнению судовой операции. Метод выбор решений при управлении состоянием судовой ключевой операции по заданной матрице рисков и ее решение должны предусматривать ту или иную форму участия судового специалиста в проведение судовой операции. Если далее использовать метод "простой суммы", то интегральную оценку эффективности i -го управления можно получить так

$$X_i = \sum_{j \in M} x_{ij}$$

В этом методе допускается аддитивность общего эффекта от используемого управления, складывающегося из локальных эффектов на отдельные риски. Все управления с $X_i > 0$ упорядочиваются по убыванию значений X_i , а выбранными считаются все они или какая-то их часть с наибольшими значениями X_i . Достоинства этого метода в его простоте и легкости выбора стоящего перед судовым специалистом. Судовой специалист должен лишь выбрать опасности и оперировать их параметрами – рисками.

Однако простота метода "простой суммы" не исключает присущие ему недостатки. Первый состоит в том, что не исключены случаи, когда выбранные управления покрывают не все риски $j \in M$ или другими словами не для каждого риска будет иметь место позитивно действующее управление. Вторым недостатком состоит в том, что положительные и отрицательные оценки могут трактоваться при суммировании, как симметричные относительно нуля и возможна их компенсация. Поэтому отношение судового специалиста к положительным и отрицательным оценкам эффективности должно быть различно и это отношение необходимо отразить в методе выбора управлений.

Третий недостаток заключается в том, что риски $j \in M$ равноценны. Более естественно различать эти риски по важности и учитывать различия при оценке управлений. Четвертый недостаток в том, что метод учитывает при оценке управления лишь риски, принадлежащие к подмножеству M' . Не исключено, что управления помимо основного своего действия на зафиксированные риски будут обладать еще и побочным влиянием на риски, не включенные в подмножество M' .

Рассмотрим возможные варианты усовершенствования метода "простой суммы" применительно к задачам безопасного управления состоянием судовой операции. Прежде всего, следует потребовать, чтобы на каждый риск $j \in M'$ положительно действовало хотя бы одно из выбираемых управлений. Далее пусть судовой специалист по разному относиться к положительному и к отрицательному эффекту от управлений. Так отношение к управлениям с положительным эффектом у судового специалиста должно быть таковым: чем выше оценка, тем выше готовность этого специалиста использовать такое управление. Отношение к управлениям с отрицательными оценками иное: небольшие значения оценок судовой специалист должен считать допустимыми, но если они растут и достигают критических значений, то такие оценки уже не допустимы.

Анализируя только управления с положительными эффективностями, при равноценности рисков судовой специалист должен считать наилучшими те управления у которых наибольшая сумма X_i :

$$X_i = \sum_{j \in M'} x_{ij}, \text{ при } x_{ij} > 0$$

При учете только положительных эффективностей можно учитывать неравноценность рисков $j \in M'$. Поскольку общая матричная схема требует, что бы дифференцированное отношение судового специалиста к рискам нашло формальное выражение, то можно использовать самый распространенный на практике способ. Этот способ состоит во введении числовых коэффициентов весомости (значимости) рисков $v_j, j \in M'$ при нормирующем условии

$$\sum_{j \in M'} v_j = 1,$$

а учет, которого дает интегральную оценку положительной эффективности i -го управления в виде

$$X_i = \sum x_{ij}, \text{ при } x_{ij} > 0, \sum v_j = 1.$$

$j \in M'$

$j \in M'$

Тогда возникает расширение исходной задачи и в рамках этого расширения необходимо определять весовые коэффициенты v_j . Обычно это самостоятельная задача, но в данном случае такая задача обладает своей спецификой. Специфика состоит в том, что весовые коэффициенты не могут быть определены заранее и на значительный временной интервал, например, на весь период рейса. Весовые коэффициенты должны назначаться оперативно для каждого конкретного M' . Таким образом, состояние судовой операции описывается теперь не только подмножеством M' , но и набором весовых коэффициентов $v_j, j \in M'$, а задача судового специалиста несколько меняется: он должен принять для данной судовой операции состав рисков M' и назначить им веса v_j .

Библиографический список

1. Никитцев А. С. Задачи по обеспечению безопасности навигации, решаемые в структурах проблемных промысловых ситуаций / А. С. Никитцев, А. С. Хроненко, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 3. – С. 86–88.
2. Никитин Н. И. Структурная идентификация и разрешение проблемных промысловых и навигационных ситуаций / Н. И. Никитин, И. И. Зива, С. И. Позняков, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 5. – С. 94–96.
3. Гладышевский М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.

Оценка трудоемкости самоконтроля восприятия навигационной информации от технических средств

Макаровский Е. А., Попович В. А., Шугай С. Н. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения)

Аннотация. Схематизировано взаимодействие судоводителя с программным продуктом экспертной системой в рамках теории эрготических систем и показано, что при плавании судна по заданному маршруту с выполнением условий безопасности и эффективности эргатическую систему "судно – программный продукт – "человеческий элемент" можно выполнить оценку информационной напряженности "человеческого элемента" и составить прогноз количества перерабатываемой им информации. Показано, что в реальных условиях функционирования системы "судно – программный продукт – "человеческий элемент", с выполнением процедуры самоконтроля вероятность появления ошибки восприятия одинакова на всем интервале представления навигационной ситуации, а вероятность обнаружения ошибки восприятия отображаемой ситуации убывает по экспоненциальному закону.

Abstract. The interaction of the boatmaster with the software product is schematized by the expert system within the framework of the theory of ergotic systems and it is shown that when navigating a vessel along a specified route with the fulfillment of the safety and efficiency conditions, the ergatic system "ship – software product – " human element "can evaluate the information tension of the" human element "and make a forecast of the amount of information processed by it. It is shown that the real operating conditions of the ship-software system – the "human element" system, with the self-checking procedure, the probability of the perception error is the same throughout the range of the navigation situation presentation, and the probability of detecting the perception error of the displayed situation decreases exponentially.

Ключевые слова: безопасность и эффективность, экспертная система, человеческий элемент, маршрут плавания, ошибки восприятия информации, трудоемкость самоконтроля.

Key words: safety and efficiency, expert system, human element, navigation route, errors in information perception, labor intensity of self-control.

Краткое описание функций основных узлов программного продукта экспертных систем позволяет схематизировать взаимодействие судоводителя – оператора с программным продуктом экспертной системой и представить такое взаимодействие с позиции теории эрготических систем. Поэтому при плавании судна по заданному маршруту с выполнением условий безопасности и эффективности эргатическую систему "судно – программный продукт – "человеческий элемент" будем представлять так, как это представ-

лено на рис. 1. Такое представление позволит в рамках достаточно очевидных допущений осуществить качественную оценку информационной напряженности "человеческого элемента" и составить прогноз количества перерабатываемой им информации в процессе безопасного и эффективного плавания по заданному маршруту.

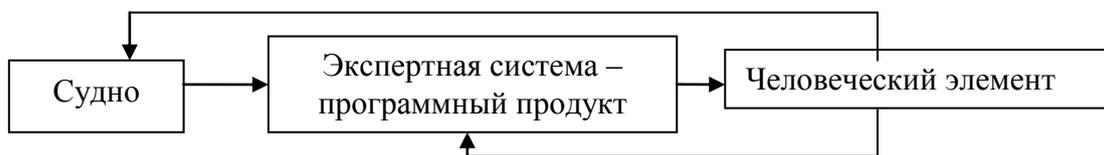


Рисунок 1

Специфика рассматриваемой задачи, порождается тем, что контролируемые и управляемые процессы детерминированы и заданы в пространстве входных и выходных событий "человеческого элемента" (рис. 1). При этом технология управления состоянием маневрирующего судна, предварительно заданная в виде логической программы P , цели управления R , множества управлений U и необходимого ресурса G представляет собой некий навигационный процесс, заданный структурой вида:

$$\Sigma = (X, R, U, G), \quad (1)$$

где X – в общем случае некоторая упорядоченная последовательность различных состояний при плавании судна по заданному навигационному маршруту.

Переходы в логической программе управления состоянием судна из одного программного состояния x_{n-1} в последующее x_n при $n \in N$ реализуются с вероятностью равной единица, а моменты времени перехода распределены на оси времени некоторым случайным образом. В силу этого интервалы времени $\Delta_{\mu} = t_{\mu} - t_{\mu-1}$ между соседними фазовыми переходами, соответствующие временам экспозиции плановых различных состояний логической программы, являются случайными величинами. Характеристики распределения этих величин будут определяться статистическими свойствами технологий контроля и управления (Рис.1) состоянием маневрирующего судна и далее будут считаться известными.

Для судна, маневрирующего по заданному маршруту, как объекта многоцелевого назначения, обычно приходится иметь дело с различными технологиями функционирования, отличающимися не только общим числом состояний N , включенных в логическую программу управления, но и их взаимным размещением в последовательности. Любая логическая программа управления судном в структуре (1) детерминирует деятельность судоводи-

теля как оператора тем, что значительно снижает неопределенность процесса идентификации фактических состояний судна при реализации заданного навигационного маршрута.

Снижение неопределенности связано в первую очередь с детерминированностью фазовых переходов. Поэтому в любой момент времени процедура идентификации фазового перехода вида:

$$X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow \dots \rightarrow X_{n-1} \rightarrow X_n$$

будет сводиться к выбору между двумя соседними состояниями, маневрирующего судна, предусмотренными технологией его управления. Вместе с тем работа судоводителя, как оператора по жесткой логической программе лишает его опорной схемы развития событий во времени, поскольку смена состояний судна происходит в случайные моменты времени. В результате судоводитель вынужден переходить к циклическому режиму работы и реализовать повторные обращения к системе отображения данных при неизменном состоянии судна вплоть до перехода его в следующее по логической программе состояние. Поэтому число обращений к системе отображения данных, реализуемых судоводителем в ходе выполнения логической программы при выбранной технологии управления, может не совпадать с числом охватываемых ею различимых состояний судна, и даже значительно превосходить последнее.

Аппроксимируя описание реального дискретного процесса функционирования судовой информационной системы непрерывными функциями, поставим в соответствие времени жизни отображаемой навигационной ситуации отрезок прямой $[0, T]$ с текущей координатой x . Пусть далее $p(x)$ – плотность вероятности появления ошибки восприятия судовым специалистом элемента навигационной ситуации на отрезке $[0, T]$. Кроме того, пусть ошибка восприятия вносится в точке с координатой x и обнаруживаться при самоконтроле в точке с координатой $x + z$ с вероятностью $q(z)$. Тогда суммарная вероятность π того, что ошибка восприятия навигационной ситуации не будет обнаружена судовым специалистом за время отображения этой ситуации при выполнении самоконтроля, очевидно равна

$$\pi = \int_0^T \int_{T-x}^{\infty} p(x)q(z)dx dz = 1 - \int_0^T \int_0^{T-x} p(x)q(z)dx dz.$$

Суммарная вероятность π может быть одним из интегральных показателей качества самоконтроля при работе судового специалиста с эксперт-

ной системой (рис. 1), а так же определять относительное количество ошибок восприятия не обнаруженных в процессе осуществления самоконтроля. Поэтому оценку трудоемкости самоконтроля следует усреднять только по обнаруженным ошибкам восприятия навигационной ситуации, относительное количество которых равно $1 - \pi$.

Математическое ожидание трудоемкости самоконтроля $\langle R \rangle$ в общем случае может быть определено следующим выражением

$$\langle R \rangle = (1/1 - \pi) \int_0^T \int_0^{T-x} r(x, z) p(x) q(z) dx dz, \quad (1)$$

где $r(x, z)$ – функция распределения трудоемкости при осуществлении самоконтроля процесса восприятия навигационной ситуации.

Выражение (1) при заданной функции $r(x, z)$ позволяет оценить среднюю трудоемкость самоконтроля, если известны функции $p(x)$ и $q(z)$, а так же параметры n и T . Пусть $p(x) = 1/T$, $q(z) = \alpha \exp - \alpha z$, где α – параметр экспоненциальной функции, В этом случае, близком к реальным условиям функционирования процесса самоконтроля судового специалиста, вероятность появления ошибки восприятия одинакова на всем интервале представления навигационной ситуации. В тоже время вероятность обнаружения ошибки восприятия элементов контролируемой ситуации убывает экспоненциально по мере увеличения величины z .

Если далее проинтегрировать выражение (1) и с учетом введенных зависимостей и параметров процесса самоконтроля, то можно найти вероятность пропуска ошибки восприятия элементов навигационной ситуации $\pi(\alpha)$ и среднюю трудоемкость самоконтроля $\langle R(n, T) \rangle$.

Библиографический список

1. Никитцев А. С. Задачи по обеспечению безопасности навигации, решаемые в структурах проблемных промысловых ситуаций / А. С. Никитцев, А. С. Хроненко, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 3. – С. 86–88.
2. Никитин Н. И. Структурная идентификация и разрешение проблемных промысловых и навигационных ситуаций / Н. И. Никитин, И. И. Зива, С. И. Позняков, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 5. – С. 94–96.

3. Гладышевский М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.

Вероятность безотказного функционирования системы несения ходовой вахты

Тагиев Т. Г., Сандалов А. С., Шутов В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовождения)

Аннотация. Показано, что "Положение о порядке классификации, расследования и учета аварийных случаев с судами" позволяет получать лингвистическое описание аварийной ситуации происходящей в организационно-технической системе несения вахты с позиции не одноразовости и не одномоментности аварийного события. Составлена структура фактора аварийности "хорошо" реализуемая в рамках ассоциативно-структурного подхода, который позволяет рассматривать состояние этого фактора как взаимодействие двух ассоциаций (множеств без конкретизации топологии элементов): ассоциации технических отказов и ассоциации ошибок "человеческого элемента". Предложен вариант оценки надежности эксплуатационного состояния структурно избыточного процесса несения ходовой вахты, когда ошибок "человеческого элемента" и число технических отказов меньше, чем некоторая заданная, конечная величина.

Abstract. It is shown that the Regulations on the Procedure for Classifying, Investigating and Accounting for Accidental Events with Ships allow one to obtain a linguistic description of the emergency situation occurring in the organizational and technical watchkeeping system from the point of view not of a one-time event and not a single event of an emergency event. The structure of the accident rate factor is "well" implemented within the framework of the associative-structural approach, which allows us to consider the state of this factor as the interaction of two associations (sets without specifying the topology of the elements): associations of technical failures and error associations of the "human element". The variant of an estimation of reliability of an operational condition of structurally superfluous process of carrying of the watch watch is offered, when errors of "human element" and number of technical failures are less, than certain set, final size.

Ключевые слова: система ходовой вахты, фактор аварийности, ассоциативно-структурный подход, синтез системы, эксплуатационное состояние, надежность.

Key words: watch watch system, accident rate factor, associative-structural approach, system synthesis, operational status, reliability.

Одной из задач, которые включаются в общую проблему анализа аварий и аварийных случаев, выполняемого в рамках такого Международного документа как "Положения о порядке классификации, расследования и учета аварийных случаев с судами". Этот документ позволяет получать лингвистическое описание аварийной ситуации происходящей в организационно-

технической системе несения вахты. При этом аварию необходимо описывать, так как это сформулировано в документе и не следует рассматривать с позиции одноразовости и одномоментности события.

Одноразовый, так и одномоментный подход к лингвистическому способу описания аварии способен лишь обеднить картину ее развития. В свою очередь лингвистическое описание аварий позволяют выполнить контентный (содержательный) анализ и синтезировать структуру фактора аварийности, а так же процесс развития этого фактора [1]. Причем под понятием структуры далее будем понимать общность признаков присущих элементам, включаемых в систему фактора аварийности. Такая общность может включать в себя геометрические, кинематические, механические, физические и наконец, морфологические аспекты. Например, контентный анализ лингвистических описаний эволюции аварийных ситуаций, заимствованный из работ Александрова и Юдовича показывает, что с формальной точки зрения фактор аварийности определяется взаимодействием множества отказов судовых технических сред и множества ошибок "человеческого фактора". Фактор аварийности при выделенной структуре и процессу взаимодействий множества отказов и множества ошибок можно представить в виде конкретного отображения, а синтез процесса развития аварийной ситуации позволяет определить структуру фактора аварийности как объекта. Синтезированная структура фактора аварийности "хорошо" реализуется в рамках ассоциативно-структурного подхода, который позволяет рассматривать состояние этого фактора как взаимодействие двух ассоциаций (множеств без конкретизации топологии элементов): ассоциации технических отказов и ассоциации ошибок "человеческого элемента" [2].

Содержательный анализ лингвистически описанного процесса аварийных ситуаций и последующий синтез этого процесса позволяет предложить для последующего анализа модель фактора аварийности, представленную в виде простейшей системы ассоциативно-структурного типа. Особенностью такого представления является допущение о независимости между ассоциацией технических отказов и ассоциацией ошибок "человеческого фактора".

Ассоциативно-структурную модель фактора аварийности ситуации при взаимосвязанных ошибках "человеческого фактора" с техническими отказами была составлена путем расширения модели с независимыми ассоциациями, дополнительно допуская существование некоторой циклической подсистемы, связывающей ассоциации технических отказов и ошибок

"человеческого фактора". Из теории факторного анализа, следует, что циклическая совокупность ассоциаций отказов и ошибок, связанных причинно-следственными связями, способна складываться в некоторую факторную систему. При этом моделью факторной системы, как правило, является математическая зависимость, выражающая реальные физические связи между локализованным подмножеством из ассоциации технических отказов и локализованным подмножеством из ассоциации ошибок "человеческого фактора".

В процессе несения ходовой вахты, судовой персонал, управляя состоянием безопасности мореплавания, принимает решения и реализует управления, в условиях, которые формирует производящая подсистема связи между ассоциациями. Для оценки надежности эксплуатационного состояния структурно избыточного процесса в системе несения вахты можно использовать подход основанный на учете фактора аварийности при взаимосвязанных технических отказах и ошибках "человеческого элемента".

Существенно упростить расчет надежности эксплуатационного состояния структурно избыточного процесса в системы несения вахты при условиях, которые формирует производящая система можно, если ввести в расчетную формулу, предложенную в работе [3], следующие ограничения:

- в процесс несения вахты включены мостик судна и машинное отделение $L = 2$;
- на мостике и в машинном отделении по одному "человеческому элементу" принимающему решение $j = 1$;
- значимость (веса) ошибок и отказов на мостике и в машинном отделении равновесная $C_L = 0,5$;
- вероятность безотказной работы судового специалиста, оцениваемая по функции готовности равна $P_K = 0,95$.
- вероятность безотказной работы судовых технических средств, оцениваемая по величинам наработок на отказ $P = 0,97$.

В результате вычислений, не трудно получить: $P_u = 0,03$; $Q_u = 0,97$. Полученная надежность состояний процесса несения вахты свидетельствуют о том, что процесс несения вахты при взаимосвязанных ассоциациях технических отказов и ошибок "человеческого фактора" необратимо стремится к нулю. В тоже время модель фактора аварийности, где надежность эксплуатационного состояния процесса несения вахты равна вероятности безотказной работы судового специалиста или вероятности безотказной рабо-

ты судовых технических средств исключает необратимость стремления к нулю.

Таким образом, составленные модели показывают, что для не связанных ошибок и отказов в процессе несения вахты существуют реальные организационно-технические мероприятия, способные вернуть аварийной состояние процесса несения вахты в его эксплуатационное состояние. В тоже время при связанных ошибках и отказах не существует, ни каких реальных организационно-технических мероприятий, способных вернуть аварийное состояние процесса несения вахты в эксплуатационное состояние. Более наглядно полученный результат можно иллюстрировать, если ввести понятие точки не возврата. Модель фактора аварийности при независимых ошибках и отказах формирует состояние процесса несения вахты до точки не возврата, а модель фактора аварийности при зависимых ошибках и отказах уже после точки не возврата.

Библиографический список:

1. Карташов С. В. Прогнозирование показателя аварийнозависимости у судовых специалистов / Карташов С. В., Пеньковская К. В. // Рыбное хозяйство. № 6. 2015. – С. 103–105.
2. Никитцев А. С. Задачи по обеспечению безопасности навигации, решаемые в структурах проблемных промысловых ситуаций / А. С. Никитцев, А. С. Хроненко, В. И. Меньшиков // Рыбное хозяйство. 2012. № 3. – С. 86–88.
3. Гладышевский, М. А. Организационно-технические структуры, обеспечивающие безопасную эксплуатацию судна / М. А. Гладышевский, М. А. Пасечников, К. В. Пеньковская // Мурманск : Изд-во МГТУ, 2008. – 212 с.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ
И ПРОГРАММНЫЕ РАЗРАБОТКИ**

Автоматизация интеграции и анализа достижений в образовательной робототехнике

Баширова Ю. С., Качала В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, e-mail: vvk21@yandex.ru)

Аннотация. Рассматривается автоматизированная система анализа результатов деятельности по образовательной робототехнике, которая позволит оперативно получать информацию о развитии достижений образовательных учреждений в области робототехники (в системе образования Мурманской области) с целью контроля эффективности расходования средств, что должно способствовать повышению результативности по данному направлению.

Abstract. An automated system for analyzing the results of the activity on educational robotics is considered. It will allow to receive information on the development of educational institutions in the field of robotics (in the education system of the Murmansk region) in order to control the efficiency of spending, which should increase the effectiveness in this area.

Ключевые слова: автоматизированная система, робототехника, соревнование, оценка результатов.

Key words: automated system, robotics, competition, evaluation of results.

Введение

Робототехнике в настоящее время уделяется все большее внимание: огромные субсидии выделяются образовательным организациям, которые занимаются этим направлением, являются пилотными площадками и координационными центрами.

В Мурманской области создан 21 координационный центр по образовательной робототехнике (КЦОР). На обеспечение функционирования работы этих центров из бюджета Российской Федерации были выделены крупные суммы денежных средств, что требует контроля и анализа эффективности их использования. На сегодняшний день отсутствует механизмы координации работы, что делает актуальным необходимость создания системы мониторинга, интеграции и анализа достижений в области образовательной робототехники на базе современных информационно-телекоммуникационных технологий.

В качестве примера рассматривается Мурманская СОШ № 1, которая выполняет функциональную роль Муниципального КЦОР. Эта организация создана с целью оказания методической помощи образовательным учрежде-

ниям Кольского района по образовательной робототехнике. Основными целями деятельности КЦОР являются разработка и осуществление мер для реализации инновационной деятельности образовательных учреждений по развитию образовательной робототехники в системе образования Кольского района; повышения качества образования через интеграцию педагогических и информационных технологий [1].

Концепция автоматизированной системы интеграции и анализа достижений в образовательной робототехнике.

С целью оперативного получения информации о развитии достижений образовательных учреждений в области робототехники и контроля эффективности расходования соответствующих средств предлагается автоматизированная система интеграции и анализа достижений в образовательной робототехнике "RoboAnalitics" на базе единого информационного пространства (рисунок 1). Доступ к данной системе планируется осуществлять через Интернет-ресурс одного из КЦОР.

К системе "RoboAnalitics" предъявляются такие требования как гибкость, надежность, эффективность, целостность и доступность.

Данная система будет предоставлять отчетность о достижениях КЦОР Мурманской области по образовательной робототехнике в виде рейтинга. Координационные центры будут оперативно вносить актуальную информацию об участии в соревнованиях соответствующей направленности в экранные формы системы "RoboAnalitics". Далее система произведет обработку введенных данных, которые после будут сформированы в отчетность. Отчетность будет носить открытый характер, доступ к ней будет у Управления образования, образовательных учреждений и населения.

Для получения достоверного отчета о деятельности КЦОР необходимо оперативно получать актуальную информацию об их достижениях. Обеспечение получения актуальной информации будет осуществляться посредством приказа Управления образования. После чего результат анализа предоставленной информации, в виде рейтинга, будет опубликован на интернет-ресурсе и направлен по электронной почте вышестоящему руководству. Концепция системы "RoboAnalitics" представлена на рис. 2.

В аналитическую систему "RoboAnalitics" от КЦОР будут поступать следующие данные: наименование образовательного учреждения, ФИО руководителя организации, название команды, ФИО и возраст участников команды, ФИО тренера, наименование соревнования/турнира/олимпиады, дата проведения, номинация, возрастная группа, результат (место).

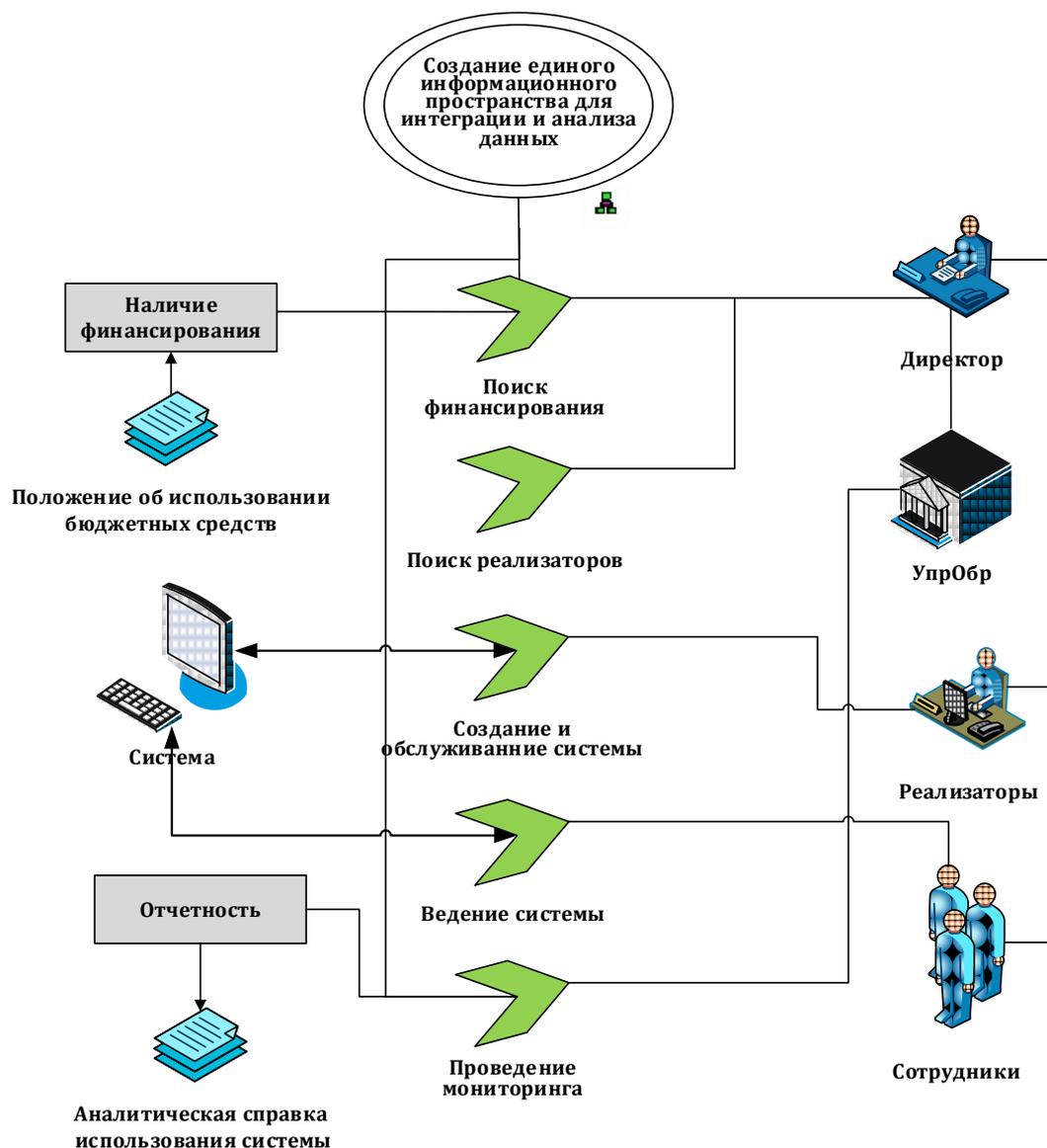


Рисунок 1 – Диаграмма повышения уровня организации робототехнических состязаний по средствам создания единого информационного пространства для интеграции и анализа данных



Рисунок 2 – Концепция системы "RoboAnalytics"

Расчет рейтинга участников будет проходить по формуле:

$$K = C_1 * K_y + C_2 * K_y + \dots + C_n * K_y,$$

где $C_{1,2,\dots,n}$ – количество баллов за одно соревнование по шкале "Место-балл";
 K_y – коэффициент уровня соревнований по шкале "Уровень-коэффициент";
 K – итоговый коэффициент успешности.

Предлагаются следующие шкалы:

Шкала "Место-балл":

1 месту – 3 балла;

2 место – 2 балла;

3 место – 1 балл;

Участие – 0, 25 балла.

Шкала "Уровень-коэффициент":

Муниципальный – 1;

Региональный – 1,5;

Всероссийский – 2,5;

Международный – 4.

Внедрение системы "RoboAnalytics" позволит оперативно получать информацию о развитии достижений образовательных учреждений в области робототехники (в системе образования Мурманской области) с целью контроля эффективности расходования средств, что должно способствовать повышению результативности по данному направлению.

Систему планируется развернуть на базе интернет-ресурса КЦОР МСОШ № 1. Проведя анализ задач, поставленных перед разрабатываемым разделом сайта, совместно с заказчиком были определены основные требования к разрабатываемому web-сайту:

– представление и обзор робототехнических мероприятий региона в сети Internet;

– представление актуальной информации о результатах робототехнических мероприятий;

– осуществление регистрации команд, педагогов и судей на сайте;

– оказание поддержки педагогам в подготовке команд, обмен педагогическим опытом.

Сайт должен обеспечивать возможность выполнения следующих функций:

а) ведение списков мероприятий, КЦОР, команд, участников, судей;

б) ввод и редактирование информации о робототехнических мероприятиях;

в) хранение информации о прошедших мероприятиях и их результатах в течение 10 лет с момента проведения;

г) получение сведений о текущих мероприятиях, их участниках, организаторах, судьях;

д) получение отчетов по проведенным мероприятиям с выводом рейтинга образовательных учреждений региона;

е) прогнозирование результатов на предстоящий год по статистическим данным.

Пользователями системы "RoboAnalytics" в рамках рассматриваемого бизнес-процесса являются: Управление Образования, КЦОР, тренер.

Управление Образования должны иметь возможность добавлять, удалять и редактировать сведения о мероприятиях, КЦОР, просматривать информацию о мероприятиях и их результатах, о рейтинге образовательных учреждений, просмотр сведений о заявленных судьях состязаний, заявок на участие и прогнозирование результатов состязаний.

Руководитель КЦОР должен иметь доступ к информации о командах, судьях, мероприятиях, заявках на участие, иметь право просматривать, вносить, изменять любые сведения. Он имеет право просматривать результаты мероприятий, рейтинг образовательных учреждений, "прогнозные" данные.

Тренер должен иметь возможность просматривать планируемые мероприятия, зарегистрировать команду на мероприятие, просмотреть результаты состязаний и рейтинг образовательных учреждений.

В целях пропаганды научно-технического творчества и популяризации робототехники население может только просматривать открытую информацию – планируемые мероприятия, их результаты и рейтинг образовательных учреждений. Для просмотра данной информации нет необходимости в авторизации.

Взаимодействие в системе актеров и прецедентов представлена в виде диаграммы на рис. 3.

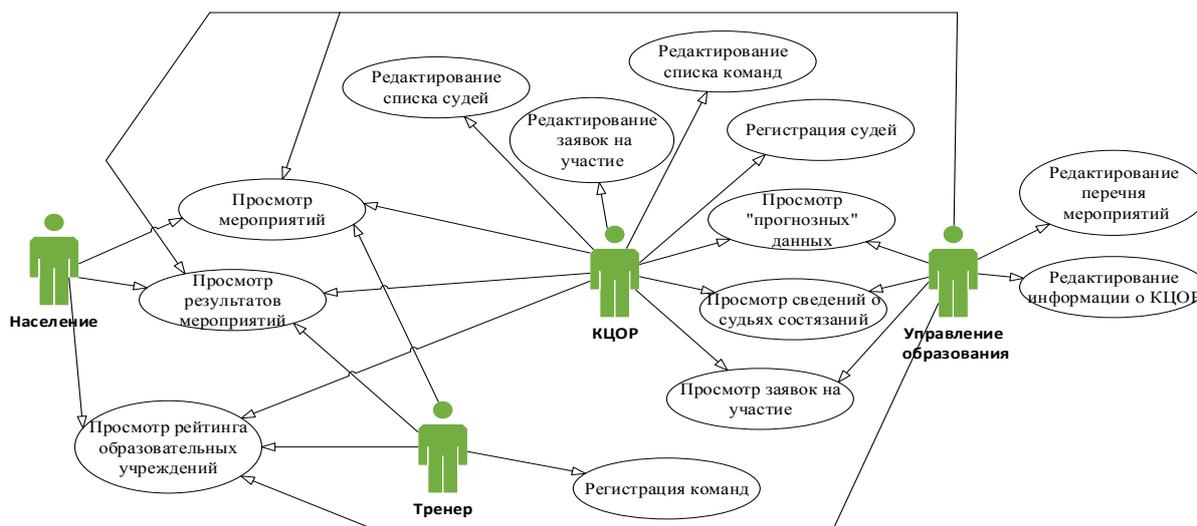


Рисунок 3 – Диаграмма прецедентов системы "RoboAnalytics"

Хранение данных

В ходе осуществления деятельности по оценке достижений в области образовательной робототехники фигурируют такие документы как: приказ

Управления образования об организации соревновательного мероприятия, заявка на участие, согласия на обработку персональных данных, правила соревнований, судейские протоколы. Каждый документ планируется храниться в системе в соответствующих хранилищах, к ним относятся: база мероприятий, база заявок, база согласий на обработку персональных данных, база правил соревнований, база судейских протоколов.

В качестве снижающей расходы технологии в настоящее время выступают облачные вычисления и виртуализация вычислительной платформы. С помощью "облачных" сервисов можно получить доступ к информационным ресурсам любого уровня и любой мощности, используя только подключение к Интернету и веб-браузер [2].

Исходя из предметной области и особенностей хранения данных, выбор был сделан в пользу сервисной модели PaaS, которая предоставляет доступ к целостной платформе приложений для многопользовательских облачных сред в сочетании с управляемыми сервисами облачной инфраструктуры. Основной потребитель решения – разработчик программного обеспечения, в арсенале которого появляются все необходимые инструменты и сервисы для создания, настройки, тестирования, развертывания, управления и обновления веб-приложений.

Заключение

Внедрение автоматизированной системы "RoboAnalytics" позволит оперативно получать информацию о развитии достижений образовательных учреждений в области робототехники (в системе образования Мурманской области) с целью контроля эффективности расходования средств, что должно способствовать повышению результативности по данному направлению. Систему планируется развернуть на базе Интернет-ресурса одного из координационных центров по робототехнике Мурманской области и интегрировать с интернет-площадкой для обмена педагогическим опытом.

Библиографический список

1. Мурманская область // Администрация Кольского района // Отдел образования / Приказ № 621 от 10.09.2014. URL:http://murmashischool.ucoz.ru/2015-2016/innofa/Robot/prikaz_ob_utverzhdanii_polozhenija_o_municipalnom_k.doc (дата обращения: 11.04.2017).
2. Романова И. Облачные технологии и их применение / Молодой ученый. URL <https://moluch.ru/archive/121/33593/> (дата обращения: 20.02.2017).

Разработка тренажера по предупреждению столкновения судов

Бурзун М. С., Ковальчук В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения)

Аннотация. В статье описана технология разработки тренажера по предупреждению столкновения для отработки навыков курсантов по управлению морским судном.

Abstract. The article describes the technology for developing a collision avoidance simulator for training cadets' skills in naval vessel management.

Ключевые слова: база данных, база знаний, морское судно, навигационная система, тренажер.

Key words: database, knowledge base, seagoing vessel, navigation system, training apparatus.

Тренажер по предупреждению столкновения судов предназначен для отработки навыков курсантов на занятиях по мореплаванию. Разработка тренажера, как и любой информационной системы, опирается на ГОСТы по работе с автоматизированными системами и методологии построения и функционирования систем поддержки принятия решения [7–9].

На начальной стадии разработки был описан состав обеспечивающих подсистем [10–12]:

- организационное обеспечение – совокупность документов, устанавливающих организационную структуру навигационной системы, права и обязанности команды в условиях функционирования, проверки и работоспособности этой системы (ГОСТы, Резолюции, стандарты) [1–6];

- правовое обеспечение – совокупность правовых норм, регламентирующих правовые отношения при функционировании информационной системы и юридический статус результатов ее функционирования (Конвенции, Кодексы, приказы);

- техническое обеспечение – совокупность всех технических средств, используемых при функционировании навигационной системы (оборудование навигационной системы, передающее сигналы в главный модуль системы) [13, 15];

- математическое обеспечение (МО) – совокупность математических методов, моделей и алгоритмов, применяемых в системе навигации (маневренные характеристики судна);

– программное обеспечение (ПО) – совокупность программ на носителях данных и программных документов, предназначенная для отладки, функционирования и проверки работоспособности системы [14];

– информационное обеспечение (ИО) – совокупность форм документов, классификаторов, нормативной базы и реализованных решений по объемам, размещению и формам существования информации, применяемым в автоматизированной системе при ее функционировании (таблицы с техническими характеристиками судов и шкала Бофорта) [16];

– лингвистическое обеспечение (ЛО) – совокупность средств и правил для формализации естественного языка, используемых при общении экипажа судна с комплексом средств автоматизации;

– технологическое обеспечение (ТО) – совокупность документов, описывающих технологию функционирования системы, методы выбора и применения пользователями технологических приемов для получения конкретных результатов при функционировании системы (инструкции по работе с модулями навигационной системы судна).

Для написания тренажера выбран язык VBA (Visual Basic for Applications) – это подмножество визуального языка программирования Visual Basic (VB), которое включает почти все средства создания приложений VB.

Особенность языка VBA в том, что он непосредственно работает с объектами Office. Благодаря встроенному набору элементов управления, для каждого из которых определен ряд возможных событий, и редактору форм, можно создавать пользовательский интерфейс.

Основная часть экрана – это карта, с отмеченными на ней точками положения судна и препятствия (мель, айсберг, другой судно).

Механизм ввода данных позволяет выбрать конкретное судно, технические характеристики которого показаны на экране.

Методология функционирования тренажера показана на рис. 1.

База данных представляет собой таблицы, из которых информация по техническим характеристикам судна (рис. 2) и шкале Бофорта (рис. 3) берется для расчета тормозного пути судна. При расчетах учитываются коэффициенты волнения только при диапазоне 5–8 баллов по шкале Бофорта. До 4 баллов волнение моря не существенно для сухогрузов большого тоннажа. При 9 баллах и выше судам рекомендуется обогнуть сейсмическую зону в море или зайти в порт.

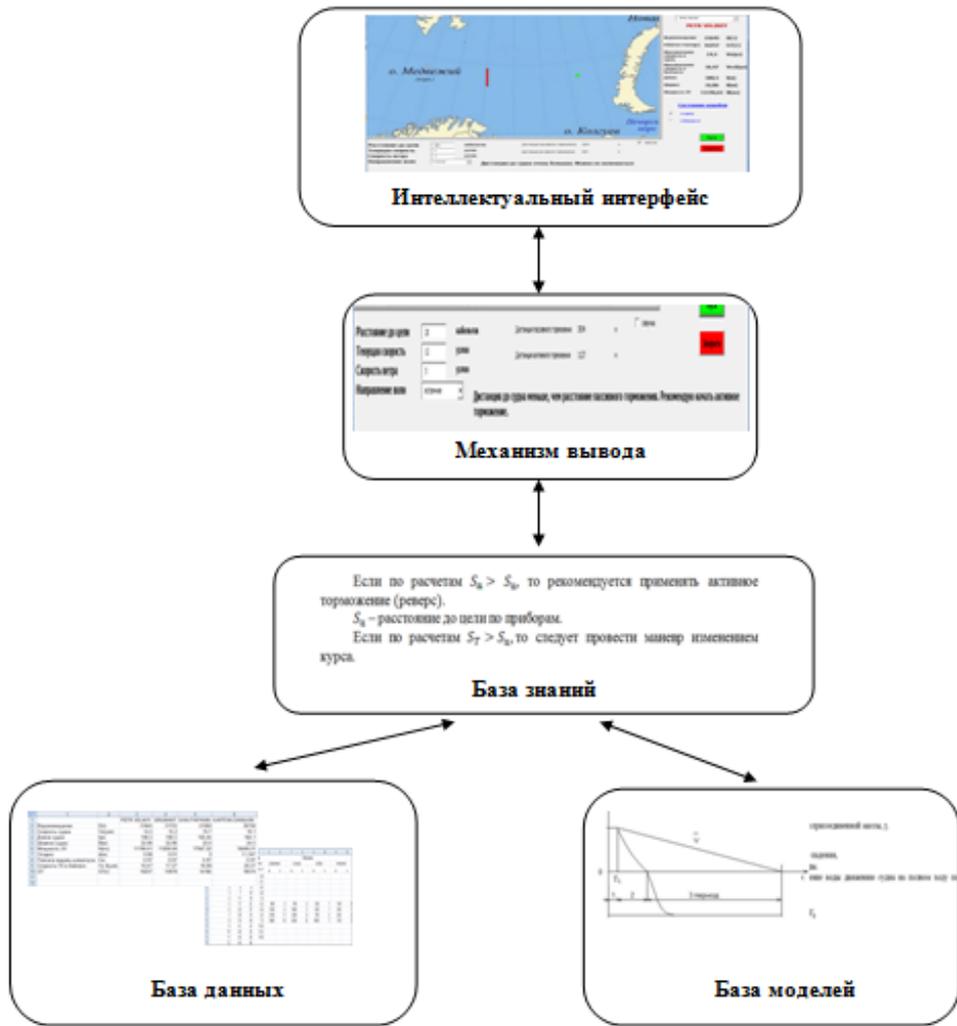


Рисунок 1 – Методология функционирования тренажера

Команды меню						
R20C10						
	1	2	3	4	5	6
1			PETR VELIKIY	GRUMANT	IVAN PAPANIN	KAPITAN DANILKIN
2	Водоизмещение	D(т)	31645	31755	21000	30758
3	Скорость судна	Vo(узл)	14,5	15,2	16,7	18,1
4	Длина судна	l(м)	180,5	180,5	156,44	164,1
5	Ширина судна	B(м)	22,86	22,86	22,6	24,5
6	Мощность ЭУ	N(лс)	11196,61	11200,69	17947,22	10469,21
7	Осадка	d(м)	9,88	9,91	9	11,347
8	Полнота мидель-шпангоута	См	0,97	0,97	0,97	0,97
9	Скорость ПХ в балласе	Vo.б(узл)	16,47	17,27	18,98	20,57
10	GT	GT(т)	16257	15878	14184	18574
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

Рисунок 2 – Технические характеристики судов

База моделей в модуле – это формулы для расчета длины тормозного пути судна (активного и пассивного) и времени на каждом этапе торможения. Сравнение текущего расстояния до судна по эхолоту с расчетными данными позволяет сделать вывод о характере принимаемого решения о последующем движении судна.

1	2	3	4	Волнение									
				встречное		в скулу		в борт		попутное			
				м	п	м	п	м	п	м	п		
0	0	1	0,0										
1	1	3	0,1										
2	4	6	0,3										
3	7	10	0,9										
4	11	16	1,5										
5	17	21	2,5	800	2	700	2	350	1	100	0		
6	22	27	4,0	1300	6	1000	5	500	1	200	1		
7	28	33	5,5	2100	11	1400	8	700	5	400	2		
8	34	40	7,5	3600	18	2300	12	1000	7	700	3		
9	41	47	10,0										
10	48	55	12,5										
11	56	63	16,0										
12	64	64											

Рисунок 3 – Шкала Бофорта

Тренажер по предупреждению столкновения судов – программный комплекс, позволяющий отображать информацию от внешних датчиков, в соответствии с настройками пользователя. Во время управления движением судна необходимо внимательно сравнивать показания тренажера с показаниями других приборов, проводя визуальный анализ окружающей обстановки и учитывайте опыт по управлению морскими судами во избежание неверной оценки ситуации и состояния морского судна.

Библиографический список

1. Резолюция А.742(18). Процедуры контроля за эксплуатационными требованиями, относящимися к безопасности судов и предотвращению загрязнения (1995 г.).
2. Резолюция А.751(18). Промежуточные стандарты маневренных качеств судов (1993 г.).
3. Резолюция А.772(18). Факторы усталости при укомплектовании экипажей и обеспечении безопасности (1993 г.).
4. Резолюция А.801(19) Обеспечение радиослужб для Глобальной морской системы связи и для обеспечения безопасности (ГМССБ) (1995 г.).

5. Резолюция А.818(19). Эксплуатационные требования к судовым приемоиндикаторам системы Лоран-С и Чайка (1995 г.).
6. Резолюция MSC.43(64). Руководство и критерии для систем судовых сообщений (1994 г.).
7. ГОСТ 15971 – 90 "Системы обработки информации. Термины и определения".
8. ГОСТ 34.003 – 90. "Автоматизированные системы. Термины и определения".
9. ГОСТ 43.601 – 90. "Автоматизированные системы. Стадии создания".
10. Бурзун М. С. Контекстный уровень разработки архитектуры предприятия по схеме Захмана для судов Арктического региона. "Наука – производству : мат. междунар. науч.-практ. конф.," Мурманск, 22–25 марта 2016 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. Учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – 324 с. : ил.
11. Бурзун М. С. Логический уровень разработки навигационной системы судна на базе архитектурного подхода. "Наука и образование в Арктическом регионе : мат. междунар. науч.-практ. конф.", Мурманск, 4–8 апреля 2016 г. : в 2 ч. Ч. 2 / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – 188 с. : ил.
12. Бурзун М. С. Технологическая модель разработки архитектуры предприятия по схеме Захмана для судов Арктического региона. "Наука и образование: мат. всерос. науч.-практ. конф.", Мурманск, 1 ноября 2016 г. / Федер. гос. бюджетное образоват. учреждение высш. проф. образования "Мурм. гос. техн. ун-т". – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2016. – 208 с. : ил.
13. Гаврилов В. С. Техническое обеспечение безопасности судов: Конспект лекций. Ч. 1. – СПб., ГМА им. адм. С. О. Макарова, 2000. – 44 с., ил., табл.
14. Гарбер Г. З. Основы программирования на Visual Basic и VBA в Excel 2007. – М. : СОЛОН-ПРЕСС, 2008. – 192 с. : ил. – (Серия "Библиотека студента").
15. Дубровский А. В. Геоинформационные системы управления и навигации : учеб.-метод. пособие / А. В. Дубровский. – Новосибирск : СГГА, 2013 – 96 с.
16. Мурманское морское пароходство. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.msco.ru/ru/> (дата обращения 20.04.2016).

Моделирование и прогнозирование показателей рисков, возникающих при реализации транспортных операций

Герасименко П. В. (г. Санкт-Петербург, ФГБОУ ВО "Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I", кафедра математики и моделирования)

Аннотация. Изложены методологические принципы построения по статистическим данным математических моделей результатов выполнения транспортных операций. Дано описание аппарата оценивания показателей риска недостижения конечных целей выполнения транспортных операций.

Abstract. Set out the methodological principles on statistics of the mathematical models of the results of the transport operations. The description of the apparatus of risk indicators estimation in case of failure to achieve the ultimate goals of transport operations is given.

Ключевые слова: транспортные операции, показатели риска, частота, мониторинг, регрессия, коэффициент детерминации, доверительный интервал, вероятность.

Key words: transport operations, risk indicators, frequency, monitoring, regression, determination coefficient, confidence interval, probability.

Как известно, практическая реализация транспортных операций не всегда завершается успешно, а сопровождается отклонениями поставленных целей. В последнее время в связи появившимися сложными и ответственными задачами перед принятием решения на ее реализацию возникла необходимость проводить оценку риска по достижению желаемой цели [1], [2]. Особенно важно включать моделирование рисков при эксплуатации транспортных объектов, аналогичных [3].

В работе изложены методологические и методические аспекты оценивания риска, который всегда связан с субъектом. Субъект не только осуществляет выбор решения на начало транспортной операции, но и оценивает показатели рисков возможных событий транспортировки и связанные с ними потери. Показатели риска включают как оценки вероятностей реализации принятия решений, так и количественные характеристик его последствий. Субъект, выбрав альтернативу, являющуюся результатом принятого им решения, рискует, так как возможный результат в точности ему не известен. Ключевым является вопрос об оценивании риска, поскольку нельзя осуществлять разумное решение из возможных решений, пока риск не оценен.

Следует отметить, что риск является вектором, компонентами которого являются оценки как вероятности реализации возможных решений, так и его

последствий (потери, ущерб, выигрыш). Риск целесообразно измерять с помощью обобщенного показателя – коэффициента риска. Под коэффициентом риска следует понимать отношение взвешенной доли возможного отклонения результирующего показателя от планируемого к средневзвешенному значению этого показателя. Упрощенная схема используемого в работе понятия "риск" приведена на рис. 1.

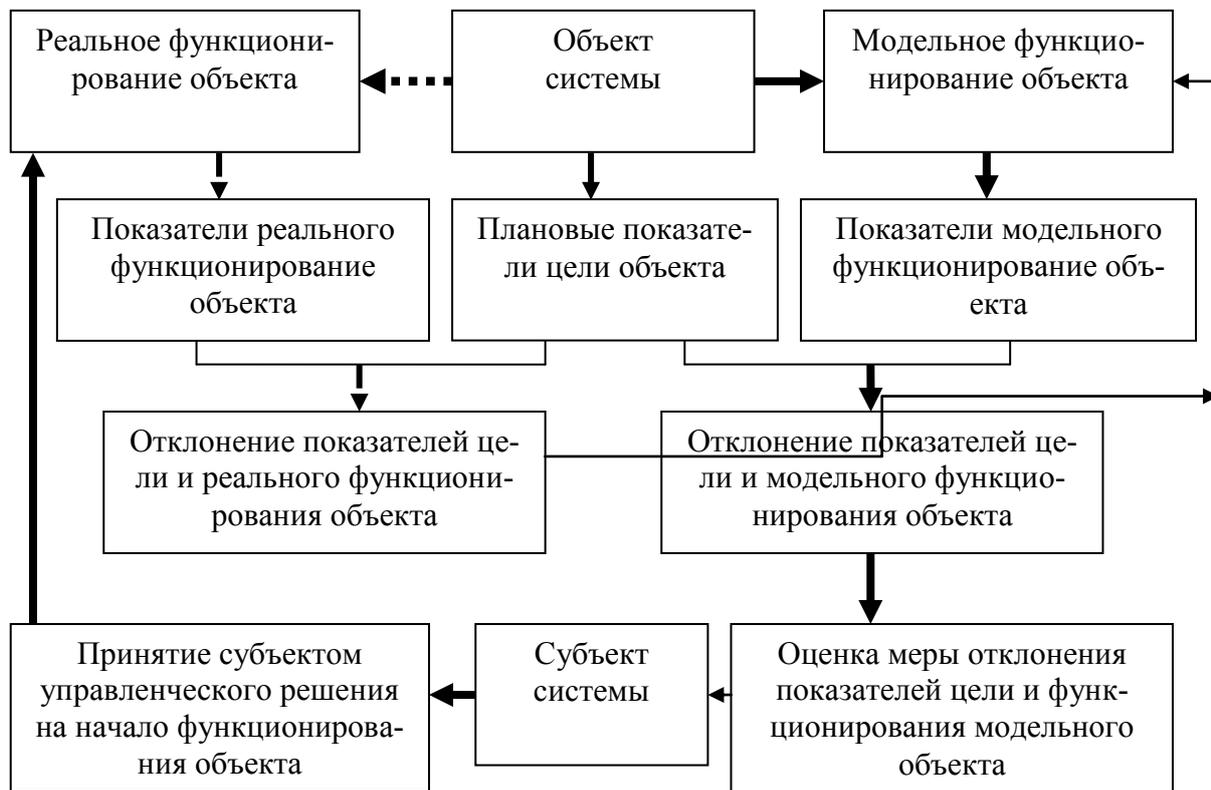


Рисунок 1 – Упрощенная схема, поясняющая подход оценивания показателей риска

При исследовании риска по предлагаемому подходу следует планировать следующие этапы [4]:

- выделить некоторую обособленную эксплуатационно-техническую, экономическую или другую систему, которая может функционировать в определенной внешней (переменной или фиксированной) среде;
- включить в систему объект функционирования и субъект, который принимает решение на функционирование объекта и является ответственным за риск, а также предмет исследования по которому определяется конечной цели;
- определить системе цель, для достижения которой функционирует объект;
- установить возможные исходы в достижении цели по результату модельного функционирования объекта;

– оценить показатели риска;

Субъект (физическое или юридическое лицо) – носитель предметно-практической деятельности и познания. Важнейшее свойство субъекта, выделяющее его из всего окружающего мира – обладание сознанием. Субъект – источник активности, направленной на объект. Объект – все то, что существует помимо субъекта в системе, что воспринимается, мыслится и обсуждается. Тем самым, объект противопоставляется субъекту. Следует заметить относительно человека, что он может выступать и в виде объекта, например, в виде объекта познания другим человеком. В простой системе объект рассматривается целостным и неделимым. В сложной системе объект состоит из множества элементов, а сама система характеризуется рядом признаков и свойств, основным из которых является невозможность точного предсказания поведения сложной системы.

Как отмечалось, система всегда имеет цель, для достижения которой объект системы должен функционировать, или изменять (сохранять) свое состояние, в определенной внешней среде. Внешняя среда определяется как совокупность всех объектов/субъектов, не входящих в систему. Изменение свойств и/или поведение внешней среды влияет на изучаемый (моделируемый) предмет объекта системы, а также тех объектов/субъектов, чьи свойства и/или поведение меняются в зависимости от поведения системы.

Предмет исследования – это та сторона, тот аспект, та точка зрения, "проекция", с которой исследователь познает целостный объект, выделяя при этом главные, наиболее существенные (с точки зрения исследователя) свойства объекта, необходимые для достижения конечной цели функционирования объекта. Один и тот же объект может быть предметом разных исследований или даже целых научных направлений.

Реальный риск всегда существует во времени, если функционирование объекта происходит во времени. Тогда время изменения показателей риска равно времени функционирования объекта системы, т. е. с момента принятия управленческого решения субъектом на начало функционирования и до достижения реальной цели. В этот период субъект может продолжать проводить оценку риска, вводя новые исходные данные моделирования, а именно появляющиеся новые стороны внешней среды или внутреннего состояния. Наконец, можно целенаправленно изменять эти стороны, управляя тем самым риском. Управлять риском – значить целенаправленно не-

прерывно или дискретно воздействовать на внешнюю среду или изменять внутреннее состояние объекта, с целью изменения показателей риска.

Актуальность работы обусловлена существенным запросом практики принятия обоснованных решений в условиях неопределенности и возможности возникновения рисков недостижения конечной цели управленческих операций [4]. В ней использован подход системного анализа. Применены методы математической статистики. Изложены методологические принципы построения по статистическим данным математических моделей результатов выполнения управленческих операций [5]. Дано описание аппарата оценивания показателей риска недостижения конечных целей транспортных операций. В основу расчетного аппарата положены регрессионный анализ и статистические данные выполнения управленческих операций [6]. Статистические данные формируются путем мониторинга выполнения типовых управленческих операций [7]. Рекомендована свертка показателей риска к одному показателю. Предложено использовать обобщенный векторный показатель риска, компонентами которого являются вероятность недостижения цели определенного уровня и ущерб, наносимый недостижением цели управленческой операции. Практическое приложение изложенной методологии проиллюстрировано решением задачи прогнозирования и оценивания показателей риска по своевременной доставке груза железной дорогой. Полученный результат подтверждает, что доставка груза относится к транспортным операциям с высоким риском.

Приведенный пример оценивания риска несвоевременной доставки груза железнодорожным транспортом [8, 9] может быть примененным и для других видов транспорта. Предлагаемый аппарат, может явиться составной частью построения управленческой системы субъектов предприятий. Он позволяет осуществлять прогнозирование результатов проведения транспортных операций и обосновано принимать управленческие решения на начало их проведения.

Библиографический список

1. Герасименко П. В. Моделирование производственно-экономической деятельности филиала АО "федеральная пассажирская компания" / П. В. Герасименко, Г. Б. Стасишина // В сборнике: Государство и бизнес. Современные проблемы экономики. Материалы VII Международной научно практи-

ческой конференции. Северо-Западный институт управления РАНХиГС при Президенте РФ, Факультет экономики и финансов, 2015. – С. 111–116.

2. Герасименко П. В. Оценка показателей управленческого риска при прогнозировании результатов производственной деятельности предприятия / П. В. Герасименко // Вестник приднестровского университета. Серия: физико-математических и технических наук. – 2012. – № 3(42). – С. 134–141.

3. Основы теории, конструкции и эксплуатации космических ЯЭУ / Куландин А. А., Тимашев С. В., Атамасов В. Д., Борзилов Б. М., Герасименко П. В., Сырцов Л. А. // Ленинград, Энергоатомиздат, 1987. – 328 с.

4. Герасименко П. В. Методика моделирования риска при прогнозировании результатов инвестирования производственной деятельности предприятия // Известия ПГУПС. – 2012. – Вып. № 2 (31). – С. 142–147.

5. Герасименко П. В. Обобщение основных положений методологии оценивание риска / П. В. Герасименко // В книге: Инновационная экономика и промышленная политика региона (ЭКОПРОМ-2015). Труды международной научно-практической конференции, под ред. А.В. Бабкина, Санкт-Петербург, Изд-во Политехн. ун-та, 2015, С. 665–671.

6. Герасименко П. В. Прогнозирование сроков доставки грузов железнодорожным транспортом / П. В. Герасименко, Г.Б. Титов // Известия ПГУПС, 2014. № 3 (40). – С. 162–169.

7. Кударов Р. С. Мониторинг пассажиропотоков, формирующих входной пассажиропоток на станции "Пушкинская" в часы "пик" / Р. С. Кударов, П. В. Герасименко // В сборнике: Шаг в будущее, Неделя науки – 2006. Материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Редактор В. В. Сапожников, 2006. – С. 189–191.

8. Герасименко П. В. Методика оценивания вероятности своевременной доставки груза железнодорожным транспортом / П. В. Герасименко // Вестник экономики транспорта и промышленности: сборник научно-практических статей. – Харьков: УкрГУЖТ, 2017. – № 58 (спецвыпуск). – С. 128–131.

9. Герасименко П. В. Оценивание рисков необеспечения своевременной доставки груза железнодорожным транспортом / П. В. Герасименко, Г. Б. Титов // Материалы 8-й Междунар. Науч.-практич. конф. – Киев. : Гос. экономико-технологический ун-т транспорта, 2013. – С. 293–295.

Социальное картирование в среде социального обслуживания

Гузева М. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения)

Аннотация: в статье рассматривается метод социального картирования в среде социального обслуживания на примере комплексного центра социального обслуживания г. Мурманска, его достоинства и недостатки. Приводятся примеры ожидаемых эффектов от его использования, параметры, по которым проводится анализ, и дальнейшие пути применения.

Abstract: the article is devoted to the method of social mapping in the social service environment, its advantages and disadvantages. It uses the example of the complex social service center in Murmansk. There are examples of the expected effects from its use, the parameters of analysis and further ways of application.

Ключевые слова: социальное картирование, социальное обслуживание.

Key words: social mapping, social service.

Государственные учреждения социальной поддержки населения и государственные организации социального обслуживания граждан занимаются исполнением законов РФ, однако помимо прямо поставленных задач имеются иные, которые могут быть выявлены в процессе работы непосредственно на местности. Таким задачам также необходимо уделять внимание для создания программ развития территорий и улучшения качества обслуживания населения.

В среде социального обслуживания собираются большие объемы данных о клиентах и предоставляемых им услугах, однако анализ этих данных почти не проводится. В связи с чем остро стоит вопрос о методах анализа и визуализации этих пространственных данных с целью стимулирования социальной политики, улучшения уровня обслуживания и, как следствие, жизни населения. Одним из таких методов является метод социального картирования, который будет рассмотрен в данной статье.

Социальное картирование это метод, появившийся в конце 19 века. Он обозначает метод картографического описания социально-пространственных процессов и объектов, содержащий многофакторный анализ некоторых социальных явлений, который может быть применен для решения определенных задач. В узком смысле – технология социального картирования представляет собой метод визуализации или последовательного опи-

сания социально-пространственных процессов и объектов [1]. В данном случае не только для решения задач одной социальной службы, но так же для оценки программ развития территории.

В настоящее время картографирование вышло за рамки внимания профессиональных картографов. Его используют как метод визуального отображения любых явлений в установленной условной знаковой системе, не обязательно соответствующей общепринятой. Поэтому социальное картирование применяют в различных сферах, в том числе не только как визуализацию, но и в качестве метода анализа данных. В нашем случае – анализа данных клиентов, обслуживаемых КЦСОН.

КЦСОН это комплексный центр социального обслуживания населения г. Мурманска. Цель деятельности учреждения – предоставление гражданам, признанным нуждающимися в социальном обслуживании, социальных услуг, направленных на улучшение условий их жизнедеятельности.

В соответствии с видами основной деятельности Учреждение оказывает следующие услуги в полустационарной форме и в форме социального обслуживания на дому:

- социально-бытовые услуги;
- социально-психологические услуги;
- социально-медицинские услуги;
- социально-педагогические услуги;
- социально-трудовые услуги;
- социально-правовые услуги;
- услуги в целях повышения коммуникативного потенциала получателей социальных услуг, имеющих ограничения жизнедеятельности, в том числе детей-инвалидов;
- срочные социальные услуги.

В настоящий момент работа центра осуществляется в соответствии с законом Мурманской области от 19 декабря 2014 г. №1818-01-ЗМО "О социальном обслуживании граждан в Мурманской области".

Применение метода социального картирования в рамках работы КЦСОН предполагает выполнение предварительных этапов:

- определение группы специалистов;
- интеграцию данных о клиентах;
- разработку системы, объединяющей в себе данные о клиентах, инструменты их обработки, визуализации и анализа.

Деятельность группы специалистов в дальнейшем будет заключаться в добавлении новых данных в систему, их анализ по интересующим критериям и последующее принятие решений. В системе будут выделяться подконтрольные районы, показатели для оценки ситуации, а также их изменение за предыдущий период времени [2].

В результате проведения этих работ предполагаются к выявлению следующие показатели:

- услуги (например, социальное такси), более востребованные клиентами, проживающими территориально дальше от поликлиник, юристов или других социально значимых объектов;
- наиболее напряженные районы города или семьи, в которых потенциально могут возникнуть проблемы, которые можно определить по количеству предоставляемых социально-психологических услуг;
- периоды в году, когда определенные виды услуг востребованнее;
- выявление потенциальной зависимости между уровнем дохода и перечнем предоставляемых услуг;
- качество работы организационных ресурсов территории – организаций, занимающихся или теоретически привлекаемых для решения социальных проблем.

Помимо визуализации, социальное картирование может использоваться для прогнозирования ситуации на территории, стимулирования социальных работников на улучшение обстановки, влияния на нее [3].

Визуализация таких данных, особенно динамическая (по периодам последних лет) позволит объективнее воспринимать информацию и принимать решения на ее основе, а в дальнейшем – провести ряд работ по изменению существующего порядка обслуживания для улучшения его качества, например:

- распределить отпуска в зависимости от фактической потребности в работниках;
- уделить дополнительное внимание к группам риска;
- перераспределить нагрузку на социальных работников;
- привлечь дополнительные ресурсы из других муниципальных органов и частных учреждений, способных улучшить социальную обстановку.
- Достоинства применения метода социального картирования обусловлены характеристиками социальных моделей в целом:
 - включают большое количество различных факторов (удаленность от социально значимых объектов, возраст, время предоставления услуг, их количество);

– данные привязаны ко времени (динамичны).

Однако имеются и недостатки, например трудоемкость анализа данных в силу их субъективности и наличия большого числа неявно влияющих факторов.

В работе социальных работников применение социального картирования повлияет на:

– уровень общей ответственности за подконтрольную территорию (наличие положительной или отрицательной динамики мотивирует на более качественное выполнение рабочих обязанностей);

– поиск скрытых проблем, необходимых к решению;

– обнаружение дополнительных путей решения имеющихся проблем (например, организация досуга для пожилых граждан и инвалидов, помощь в реабилитации и социализации детей-инвалидов, работа клиентов в тяжелом психологическом состоянии с животными из приюта);

– привлечение ресурсов из государственных и частных учреждений, осуществляющих государственную социальную политику на территории района;

– предоставление мер дополнительной социальной поддержки семьям (лицам), входящим в группу риска.

Социальное картирование как метод влияния на социальные процессы нуждается в доработке, однако, уже в настоящем его виде является довольно перспективным инструментом решения явных и скрытых задач. Для начала необходимо разработать четкие инструкции для социальных работников, чтобы им были понятны цели и задачи нового метода, показать все его преимущества наглядно. Практическое назначение социального картирования очевидно – оно позволяет заблаговременно выявить клиентов, предупредить возможные кризисы, определить дополнительные услуги. Также является методом упорядочивания имеющейся информации, выявления потребностей жителей, имеющихся проблем и ресурсов [4]. Для руководителей социальное картирование является мощным инструментом управления не только рабочим персоналом, но и способом привлечения инвестиций, налаживания межведомственного взаимодействия, использования не только трудовых, но и культурно-исторических, образовательных, социальных и временных ресурсов для получения лучших результатов и преодоления негативных тенденций. Также возможно определить дальнейшие пути развития в социальном обслуживании, возможно уже в рамках других муниципальных

подразделений (например, разработка культурных и образовательных программ для конкретных групп населения путем взаимодействия с музеями, театрами, проведение курсов повышения компьютерной грамотности, медицинских консультаций общего профиля).

В заключении можно сказать, что применение социальных карт в работе социальных служб имеет больше достоинств, чем недостатков, и имеет большие перспективы развития.

Библиографический список

1. Скалабан И. А. Стратегии социального картирования общественного участия (социально-территориальный контекст) // Технология социального картографирования территориального пространства (сборник методических рекомендаций для руководителей территориальных органов управления, специалистов учреждений социального обслуживания). Якутск (Республика Саха (Якутия)), 2012. – С. 25–39.

2. Евтеев О. А. Проектирование и составление социально-экономических карт. – М. : МГУ, 1999. – С. 202.

3. Дружинина Ю. В., Серебрянникова О. В., Скалабан И. А. Социальное картирование как ресурс развития территории и повышения качества жизни: методологический аспект // Качество жизни населения в России и ее регионах. – Новосибирск : НГТУ, 2009. – С. 33–53.

4. Зеленцова Е. Креативные индустрии. Зарубежный опыт прикладных исследований // Электронная библиотека. URL: <http://userdocs.ru/kultura/73810/index.html> (дата обращения: 01.03.2018).

Задача, проблема, кризис, катастрофа

Качала В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения)

Аннотация. В работе проводится сравнение таких проблемных ситуаций как задача, проблема, кризис, катастрофа и рассматриваются причины их возникновения.

Abstract. The paper compares such problem situations as a problem, a problem, a crisis, a catastrophe, and the causes of their occurrence.

Ключевые слова: система, задача, проблема, кризис, катастрофа, управление, устойчивость.

Key words: system, task, problem, crisis, disaster, control, sustainability.

Введение

Мы часто слышим слова "задача", "проблема", "кризис", "катастрофа" применительно к техническому или биологическому объекту, экономике и финансам, а также к жизненной ситуации. При этом очень часто происходит смешение этих понятий, когда задачу выдают за проблему, а кризис – за катастрофу. Рассмотрим, что общего у вышеназванных понятий и в чем их различие, применив системный подход.

Проблемный объект как система

Пусть имеется некоторый объект (предприятие, экономика, космический корабль, человек, страна и т. п.). Выделим в исследуемом объекте систему (как "представление объекта исследования с точки зрения поставленной цели" [1]), описав последний моделью "черного ящика", т. е. не будем пока рассматривать внутреннюю структуру системы, а будем судить о его свойствах на основании наблюдений над его входами и выходами. Значение выходного параметра Y формируется в результате преобразования входных воздействий по формуле:

$$Y = F(X, U) + \varepsilon,$$

где X – возмущения (контролируемые входные параметры); U – управления (целенаправленные воздействия на объект); ε – неконтролируемые возмущения (из-за неконтролируемости их нельзя размещать в качестве аргумента функции F).

У любого объекта имеется бесчисленное число выходных параметров, но только некоторые из них характеризуют потребительские свойства объекта.

На каждый объект разные люди (наблюдатели) смотрят по-разному, ярким примером чего является закончившаяся битва: выигравшая сторона говорит о победной битве, проигравшая – о поражении. Этот взгляд будем называть "точкой зрения". В данном случае точка зрения выражается в том, какие выходные параметры системы для него являются важными – будем называть их целевыми параметрами. Возьмем для примера смартфон: для кого-то важен объем оперативной памяти, недостаток которой воспринимается как проблема, а для кого-то важна громкость звука. Нетипичные значения других выходных параметров также могут представлять интерес, поскольку они сигнализируют о том, что в системе возникли нестандартные изменения, которые пока не проявились в виде значимых изменений целевых параметров.

Когда с точки зрения наблюдателя значение какого-либо выходного параметра системы (или их множества) Y не соответствует желаемому (заданному) значению Y^* , то говорят о возникновении *проблемной ситуации*, что можно определять как абсолютную разность между ними $\Delta = |Y^* - Y|$.

Причины возникновения проблемной ситуации

Причины возникновения проблемной ситуации можно разделить на две группы: внешние причины и внутренние.

К *внешним причинам* можно отнести: контролируемые и неконтролируемые воздействия окружающей среды (X, ϵ) и управляющие воздействия (U). Для системы эти воздействия являются одинаковыми (вам одинаково больно вне зависимости от того, ударили вас намерено или случайно). Но при исследовании причин возникновения проблемной ситуации, и главное, предупреждения возникновения проблемных ситуаций, важно рассматривать эти воздействия отдельно.

Внутренние причины. Первое, что следует отметить – в простых объектах сложных проблемных ситуаций не бывает. По Стефорду Биру сложная система отличается разветвленной структурой и большим разнообразием внутренних связей [2].

Рассматривая объект как систему (т. е. как совокупность взаимосвязанных элементов), функцию F можно представить как совокупность функциональных преобразователей с множеством коэффициентов преобразования A (внутренних параметров), объединенных в структуру St :

$$F = F(A, St).$$

Таким образом, внутренние причины возникновения проблемной ситуации обусловлены изменением внутренних параметров системы A и/или его структуры St . Это может быть связано со старением элементов, их поломкой, обрывом связей или образованием не планируемых связей.

Таким образом, значение выходной переменной объекта, с одной стороны, зависит от значений входных переменных X , U и ϵ , а с другой стороны – от структуры объекта St и его внутренних параметров A .

Как предотвратить или исправить проблемную ситуацию? Проблемная ситуация разрешается либо саморегуляцией (созданием либо настройкой внутренней системы управления), либо внешним управляющим воздействием, или, если это возможно, то изменениями внутри объекта: исправление или замена элементов, исправление связей (ремонт, реорганизация или операция). Но всякая система управления имеет ограниченные возможности компенсировать возмущения – при превышении значения возмущения выше некоторого порога система управления не сможет решать свою задачу. Никакая система управления не способна удержать систему в заданном состоянии при очень больших воздействиях на нее.

С другой стороны, некорректное (неверное) управляющее воздействие также приводит к возникновению проблемной ситуации, если это не компенсируется саморегуляцией.

Проблемная ситуация может быть классифицирована как задача, как проблема, как кризис или как катастрофа.

Задача и проблема

Проблемную ситуацию будем считать *задачей*, если ее решение не сталкивается с дефицитом ресурсов (денег, времени, энергии, знаний), в противном случае – это проблема. Например, надо сделать срочный звонок, а телефон разрядился. Берем зарядное устройство, ставим телефон на зарядку и звоним – задача решена.

Другая ситуация: телефон разряжен, а поблизости нет ни зарядного устройства и/или электрической розетки – это уже проблема. (Интересное решение такой проблемы в реальности: девушка на вокзале покупает билет через Интернет. Не успевает закончить операцию, как телефон разряжается. Вокруг нет свободной розетки для подзарядки. Девушка выдергивает электрическую вилку со шнуром от банкомата, и подключается к освободившейся розетке – проблема решена). Проблема – это всегда дефицит ресурсов. Как

можно решить проблемы? Во-первых, постараться найти необходимые знания, во-вторых, добыть необходимые ресурсы.

Кризис и катастрофа

Говоря о задаче или проблеме, обычно рассматривают статическое состояние – вот сейчас (в данный момент) имеется отклонение $\Delta \neq 0$ (что-то сломалось, где-то болит, имеется финансовый дефицит, сорвано выполнение важного задания). Если относительно долгое время (для каждого объекта это критическое время свое) проблема не решается, мы приближаемся к кризису.

Действующие системы [1], которые, в частности, можно выделить в вышеназванных объектах, относятся к динамическим системам – они никогда не находятся в статике, у них постоянно меняется состояние, что отражается в изменении значения выходных переменных со временем $Y(t)$. Если рассматривать пространство состояний системы (множество ее возможных состояний), то точка в этом пространстве, соответствующая значению $Y(t)$ в некоторый момент времени t , будет со временем описывать некоторую траекторию.

Когда в системе отсутствует управление, эта точка движется по некоторой траектории по инерции или под воздействием не управляющих факторов. Очевидно, что очень маловероятно движение этой точки к точке с желаемым (заданным) значением Y^* – только с помощью управляющего воздействия можно "заставить" систему находится в заданном состоянии (или возвращаться в него после отклонения). Отсюда, если имеется проблемная ситуация $\Delta > 0$, то добиться желаемого можно только применив управляющее воздействие, а, если не получается обеспечить $\Delta = 0$, то следовательно система управления не справляется с поставленной задачей.

Кризис – это тоже проблемное состояние объекта, но, в отличие от задачи или проблемы, мы имеем дело с динамическим состоянием – отклонение выходных параметров от заданного значения меняется (увеличивается) со временем – $\Delta(t)$. При анализе проблемной ситуации нам важны не только значения Δ , но и скорость этих изменений – $d\Delta/dt$. Пусть у больного температура 38°C . Есть ли повод для беспокойства? Для этого надо знать динамику изменения температуры: если она падает со скоростью $0,2^\circ\text{C}$ в час, то поводов для беспокойства нет, если же он растёт с такой же скоростью, то это может представлять угрозу для больного. Таким образом, кризис характеризуется наличием возрастающей разности между имеющимся и желаемым состояниями объекта и большой скоростью роста этой разности. Иногда

говорят, что кризис – это процесс [3], но, на наш взгляд, кризис – все же это состояние, а процесс – это просто развитие кризиса.

Говоря о кризисе, следует усложнить причинно-следственную цепочку. Если в случае задачи или проблемы мы выстраиваем цепочку: внешние или внутренние воздействия порождает проблемную ситуацию, то случае кризиса появляется промежуточное звено – неустойчивость. Внешние или внутренние воздействия выводят систему из равновесного состояния, и, если это состояние было неустойчивое, то это приводит к кризису.

Здесь необходимо остановиться на понятии "устойчивость". Если в системе в результате действия неких сил происходит отклонения от текущего состояния, но после прекращения этих воздействий она возвращается в исходное состояние (или достаточно близкое к нему), то такое состояние системы называют устойчивым, а саму систему устойчивой. Что в отсутствии внешнего управления возвращает систему в исходное состояние? Наличие множества правильно организованных обратных связей (в первую очередь, отрицательных) обеспечивает устойчивость состояния объекта при внешних и внутренних воздействиях. В частности, высокую устойчивость обеспечивают гомеостатические системы, построенные на принципе регулируемого противоречия [4].

Если система после прекращения воздействий не возвращается в исходное состояние, то мы имеем дело с неустойчивой системой. Но действие возмущения может не прекратиться, и только правильно построенная система управления будет удерживать систему в заданном состоянии. А вот когда система управления не справляется с поставленной задачей, то наступает проблемная ситуация в виде кризиса – Δ монотонно возрастает.

Причиной неустойчивости является наличие в объекте положительных обратных связей (или преобладание силы этих связей по отношению к отрицательным). Отсюда возникает вопрос: а нельзя ли разорвать эти положительные обратные связи или усилить отрицательные?

Исходно большинство систем имеет склонность к консерватизму [] – они сопротивляется попыткам внешних воздействий изменить их состояние, что обусловлено действием отрицательных обратных связей. Но, как известно, "наши недостатки – это продолжение наших достоинств". Способность систем к стабилизации, самовыравниванию, что характерно для устойчивых систем, воспринимается положительно, но до определенного предела.

Если нам надо будет перевести систему в новое состояние, то мы встретим активное сопротивление. В связи с этим, для того, чтобы системы была легко управляемой, ее надо поставить на грань устойчивости и с помощью соответствующей настройки системы управления добиться управляемости и при этом устойчивого функционирования.

Система в своем функционировании должна уметь адаптироваться к изменениям окружающей среды, развиваться и рисковать, а для того надо иметь свободу выбора, что снижает ее устойчивость.

Ярким примером является велосипед. Двухколесный велосипед можно сделать более устойчивым, пристроив третье или четвертое колесо, но он станет менее управляем. Поэтому мы исходно конструируем его неустойчивым, полагая, что система управления обеспечит ему нужную устойчивость.

Кризис может быть только в системе, потерявшей устойчивость, когда система управления не способна удержать ее в заданном состоянии. Отсюда видно, что угроза кризиса в системе заложена изначально, и только система управления способна удерживать ее от опасности. Таким образом, *кризис* можно определить как потерю устойчивости системы, что проявляется в монотонном возрастании Δ . Особенность кризиса, в отличие от проблемы, в том, что при проблеме у нас есть время на размышление и поиск ресурсов, а при кризисе его крайне мало.

В случае сложных самоорганизующихся систем типа экономических, социальных, биологических и других иногда возможно "самовыздоровление", когда нет возможности извне помочь системе, и остается только наблюдать и надеяться (большой, для выздоровления которого испробованы все лекарства и процедуры, самолет в пике). Система находит внутренние резервы и происходит "чудо" – система со временем сама восстанавливает свою устойчивость.

Катастрофа характеризуется очень быстрым развитием кризиса, переходом системы в неуправляемый режим, когда не остается времени на выработку адекватных управляющих воздействий.

Заключение

Таким образом, проблемное состояние, возникающее в объекте, может быть задачей, проблемой, кризисом или катастрофой. Причем объект может перманентно переходить из одного состояния в более критическое, если своевременно не предприниматься никаких действий.

Задача становится проблемой, если у нас нет запаса ресурсов; проблема становится кризисом, если неверно спроектирована система управления; кризис оборачивается катастрофой, если заранее не разработана система реагирования на риски.

Библиографический список

1. Качала В. В. Общая теория систем и системный анализ. – М. : Горячая линия Телеком. 2017. – 432 с.
2. Бир Ст. Кибернетика и управление производством. – М. : Наука, 1965. 391 с.
3. Асаул А. Н., Князь И. П., Коротаева Ю. В.. Теория и практика принятия решений по выходу организаций из кризиса. – СПб. : АНО "ИПЭВ", 2007. – 224 с.
4. Эшби У. Росс. Введение в кибернетику. – М. : Либроком, 2009. 432 с.

Анализ программного обеспечения для реализации адаптивной модели обучения

Качала Н. М. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, e-mail: kachalanm@mstu.edu.ru)

Аннотация. В докладе анализируются ряд адаптивных систем обучения с целью выбора системы для последующей разработки курсов учебных дисциплин.

Abstract. The report analyses a number of adaptive learning systems with a view to selecting a system for the subsequent development of training courses.

Ключевые слова: адаптивное обучение, компьютерные системы обучения, онлайн-курсы.
Key words: adaptive learning, computer learning systems, online courses.

В настоящее время ФГОС ВО по всем направлениям подготовки предусмотрено использование в учебном процессе электронной информационно-образовательной среды (ЭОИС). Важной функцией системы являются поддержка проведения различных видов занятий с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Все многообразие средств электронного обучения можно разбить на четыре класса: авторские разработки, системы управления обучением, системы управления контентом, системы управления учебным контентом.

Эффективность процесса обучения в значительной степени определяется адекватностью предъявляемого материала уровню знаний обучающегося. В связи с этим наблюдается интерес к разработке компьютеризированных адаптивных систем обучения, основная цель которых – реализация управления процессом обучения с учетом индивидуальных достижений учащегося.

Реализация адаптивных автоматизированных систем обучения требует разработки модели учебного курса, модели обучающегося, модели процесса взаимодействия обучающегося с курсом, механизма оценки результатов процесса обучения.

Рассмотрим с точки зрения используемых моделей обучения авторские системы, предложенные в Ульяновском государственном техническом университете [1] и Марийском государственном университете [2].

В основу адаптивной системы обучения автоматизированному проектированию объектов машиностроения [1] положены модели предметной области и профиля обучаемого.

Модель предметной области построена на основе онтологии и имеет три уровня: уровень схемы (описывает структуру знаний и отношение между элементами знаний), уровень представления (гипертекстовые учебные материалы и справочники), практический уровень (множество проектных решений). Модель профиля проектировщика является оверлейной, которая представляет знания как наложение на разработанную модель предметной области.

Траектория обучения каждого индивидуума формируется путем тестирования, позволяющего проверить текущий уровень знаний, и выполнения проектных операций с целью оценки текущих умений и навыков.

Работа с системой обучения автоматизированному проектированию объектов машиностроения начинается с выбора цели обучения из модели предметной области и загрузки в соответствии с этой целью базового сценария обучения. Обучающийся изучает учебный материал в рамках этапа сценария, выполняет тестовые и проектные задания. В случае получения удовлетворительной оценки обучающийся переходит на следующий этап сценария или при его отсутствии процесс обучения считается завершенным. В противном случае система формирует персонифицированный сценарий обучения, включающий элементы (атомы) знаний, которые обучаемый проектировщик не знает и степень владения которых ниже требуемого порога. Персонифицированный сценарий обучения заканчивается контрольным тестированием. При неудовлетворительных результатах система строит повторный сценарий, учебный материал которого подбирается с наименьшим повторением относительно предыдущего сценария.

Рассмотренная выше система имеет клиент-серверную архитектуру. Клиент реализован в виде web-приложения. При разработке системы использованы СУБД MySQL 5.1, языки программирования PHP 5.3 и C# 2.0. Обучающая система учитывает специфику проектной деятельности и в связи с этим интегрирована с системами автоматического проектирования Altium Designer и Компас-3D.

В разработках Марийского государственного университета в основу организации процесса адаптации положен стиль обучения. Стиль обучения – совокупность устойчивых познавательных и поведенческих факторов личности, характеризующих особенности восприятия им учебного материала и реакции на учебные ситуации [3].

Примером реализации модели адаптивного обучения на основе познавательных стилей является модель адаптивного обучения языку программирования Java [2].

Модель обучения включает следующие составляющие: мотивационно-целевую, содержательно-технологическую, результативно-оценочную. Контент электронного учебного курса представлен в различных вариантах: текстовое описание, графическое представление, видео, аудио, интерактивные модули для моделирования учебной ситуации. Студенту предлагается представление курса с учетом его преобладающего способа восприятия информации (дигитал с преобладающим символическим типом мышления, дигитал с преобладающим знаковым типом мышления, визуал). Результативно-оценочная составляющая модели определяет уровень формирования профессиональных компетенций. Анализ трудов Токтаровой В. И., посвященных адаптивным системам обучения, показал, что критериями для вычисления уровня формирования компетентности выступают коэффициент усвоения знаний, удельный вес выполнения квалификационных заданий и компетентностных задач.

Создание полнофункциональной адаптивной системы обучения является трудоемким процессом, предполагающим разработку моделей обучения, правил адаптации, алгоритмов оценки знаний обучающегося, информационного и программного обеспечений. Как представляется, разработка уникальных адаптивных систем обучения целесообразна для узкоспециализированных направлений, таких как проектирование объектов машиностроения [1], и творческих специальностей.

Проведенный анализ интернет-ресурсов по современным технологиям в образовании показал, что в настоящее время существует достаточно много систем электронного обучения как коммерческих, так и свободно распространяемых. Коммерческие системы недоступны большинству образовательных учреждений из-за их высокой стоимости, предоставления ограниченного количества образовательных лицензий и аппаратных требований. Далее остановимся на системах с элементами адаптивного обучения, предоставляющих бесплатный доступ к организации учебных курсов и/или распространяемых по лицензии GNU GPL.

Компания Knewton разработала одноименную адаптивную образовательную платформу [4], которую можно интегрировать в системы управления учебным процессом. Сообществом IT-специалистов и преподавателей система Knewton, несмотря на имеющую место критику, оценивается как наиболее развитая в классе адаптивных систем обучения. Сервис перерабатывает предлагаемый преподавателем контент и преобразует его в адаптивные уроки, персонифицирует траекторию обучения студента, позволяет пре-

подавателю оценивать знания студента в любой момент времени. В 2015 году компания запустила бесплатный образовательный портал. В данный момент обучение с помощью Knewton возможно только на английском языке.

Компания Stepik (г. Санкт-Петербург) [5] предлагает образовательную платформу, конструктор онлайн-курсов, учебные курсы, в том числе реализующие алгоритмы адаптивного обучения [6], в открытом доступе. Уроки и курсы Stepik можно интегрировать с другими платформами.

Проведенный анализ показал, что образовательные учреждения России для организации виртуальных обучающих сред, как правило, используют LMS (Learning Management System) Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) [7] и LMS Sakai [8]. Обе системы сравнимы по своим свойствам: это – программные оболочки с открытым исходным кодом, поддерживают русский язык, существует возможность расширения за счет подключения внешних модулей, имеют встроенную среду разработки курсов.

Систему Sakai для поддержки учебного процесса используют Санкт-Петербургский государственный университет, Северный (Арктический) федеральный университет, Череповецкий государственный университет и другие. Как любая система, LMS Sakai имеет свои плюсы и свои минусы. Среди недостатков обращает на себя внимание наличие платных приложений, например, редактор формул. Когда заканчивается демонстрационный срок разработчики курсов вставляют формулы как картинки [9].

В ФБГОУ ВО "Мурманский государственный технический университет" электронная образовательная среда строится на основе LMS Moodle. Данная система не относится к классу систем адаптивного обучения. Тем не менее, каждый из преподавателей может настроить свои курсы, так, чтобы, в зависимости от ответов обучающихся, отсылать студентов на различные страницы лекций. Также система позволяет подключить внешние модули, реализующие алгоритмы адаптивного обучения [10, 11].

Библиографический список

1. Афанасьев А. Н., Канев Д. С. Адаптивная система обучения автоматизированному проектированию объектов машиностроения на основе онтологического подхода // Пятнадцатая национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2016 (3–7 октября 2016 г., г. Смоленск, Россия). Труды конференции. Т. 1. Смоленск : Универсум, 2016. С. 5–15. URL: <http://www.raai.org/resurs/papers/kii-2016/cai2016vol1.pdf>.

2. Токтарова В. И., Маматов Д. Р. Реализация модели адаптивного обучения на основе познавательных стилей // Теория и практика общественного развития. 2015. № 8. URL:

http://teoria-practica.ru/rus/files/arhiv_zhurnala/2015/8/pedagogics/toktarova-mamatov.pdf (дата обращения: 30.03.2018).

3. Токтарова В. И. Адаптивная система математической подготовки студентов вуза: учет стилевых типологий обучающихся // Вестник Челябинского государственного педагогического университета. 2017. № 6. – С. 108–116.

4. Официальный сайт Knewton. URL: <https://www.knewton.com/> (дата обращения: 28.03.2018).

5. Официальный сайт Stepik. URL: <https://welcome.stepik.org/ru> (дата обращения: 20.03.2018).

6. Рекомендательные системы в онлайн-образовании. Адаптивное обучение. URL: <https://habrahabr.ru/company/stepic/blog/325206/> (дата обращения: 20.03.2018).

7. Официальный сайт Moodle. URL: <https://moodle.org/> (дата обращения: 28.03.2018).

8. Официальный сайт Sakai. URL: <http://sakaiproject.org> (дата обращения: 28.03.2018).

9. Власова Е. Ю. Достоинства и недостатки дистанционного образования при использовании электронной системы SAKAI [Электронный ресурс] // Инновационные тенденции развития системы образования : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 19 февр. 2017 г.) / редкол.: О. Н. Широков [и др.]. Чебоксары: ЦНС "Интерактив плюс", 2017. 280 с. URL: <https://interactive-plus.ru/e-publications/e-publication-340.pdf> (дата обращения: 30.03.2018)

10. Живенков А. Н., Иванова О. Г. Формирование плагинов LMS Module для адаптивного построения структуры курса электронного обучения // Научные ведомости. Серия История. Политология. Экономика. Информатика. 2010. № 19 (90). Выпуск 16/1. С. 150–156. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-plaginov-lms-moodle-dlya-adaptivnogo-postroeniya-struktury-kursa-elektronnogo-obucheniya>.

11. Surjono P. The Evaluation of a Moodle Based Adaptive e-Learning System // International Journal of Information and Education Technology, Vol. 4, No. 1, February 2014. P. 89–92. URL:

https://www.academia.edu/5892240/The_Evaluation_of_a_Moodle_Based_Adaptive_e-Learning_System (дата обращения: 30.03.2018).

Научные основы управления арктическими территориями на базе геоинформационных систем

Кузнецова О. Б. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, e-mail: kuznetsovaob@mstu.edu.ru)

Аннотация. В работе сформулированы научные основы управления арктическими территориями Российской Федерации, описаны возможности применения геоинформационных систем в системе управления территориями.

Abstract. The article formulates the scientific basis for the management of the Arctic territories of the Russian Federation, describes the capabilities of GIS application in the system of management of territories.

Ключевые слова: арктические территории, арктическая зона Российской Федерации, управление территориями, ГИС.

Key words: arctic territory, the arctic zone of the Russian Federation, territory management, GIS.

В последнее время вопросы освоения Арктики выходят на первый план не только в России, но и в мире. О ней говорят, прежде всего, как об уникальном и мощнейшем ресурсе, которым необходимо управлять, в том числе с помощью современных информационных технологий и систем.

Управление Арктической зоной РФ нацелено с одной стороны, на повышение эффективности и расширение использования ресурсной базы, а с другой стороны, на сохранение и обеспечение защиты этих территорий от возможных угроз.

В целях управления и развития Арктической зоны РФ необходимо всестороннее изучение процессов и факторов ключевых объектов управления, которое требует сбора, систематизации, обработки, анализа больших объемов информации и прогноза их состояния и развития.

Процесс выработки и принятия решений в системе управления Арктической зоной РФ включает в себя стандартные этапы, которые сопряжены с определенными технологическими операциям, соответствие между которыми приведено на рис. 1.

Были определены наборы информации, которые образуются в процессе выработки и принятия решений. Источники получения наборов информации и их взаимосвязь представлены на рис. 2.

Статистическая информация состоит из двух блоков. Первый блок – плановые, "эталонные" показатели, индикаторы и критерии объектов управления Арктической зоной РФ, на основании выполнения которых будет оце-

ниваться эффективность управления. Второй блок – архивная информация, в состав которой входит геолого-геофизическая, гидрографическая, гидрометеорологическая, навигационная и картографическая информация, данные прошлых "полевых" исследований, справочные материалы, хранящиеся в унифицированных форматах.

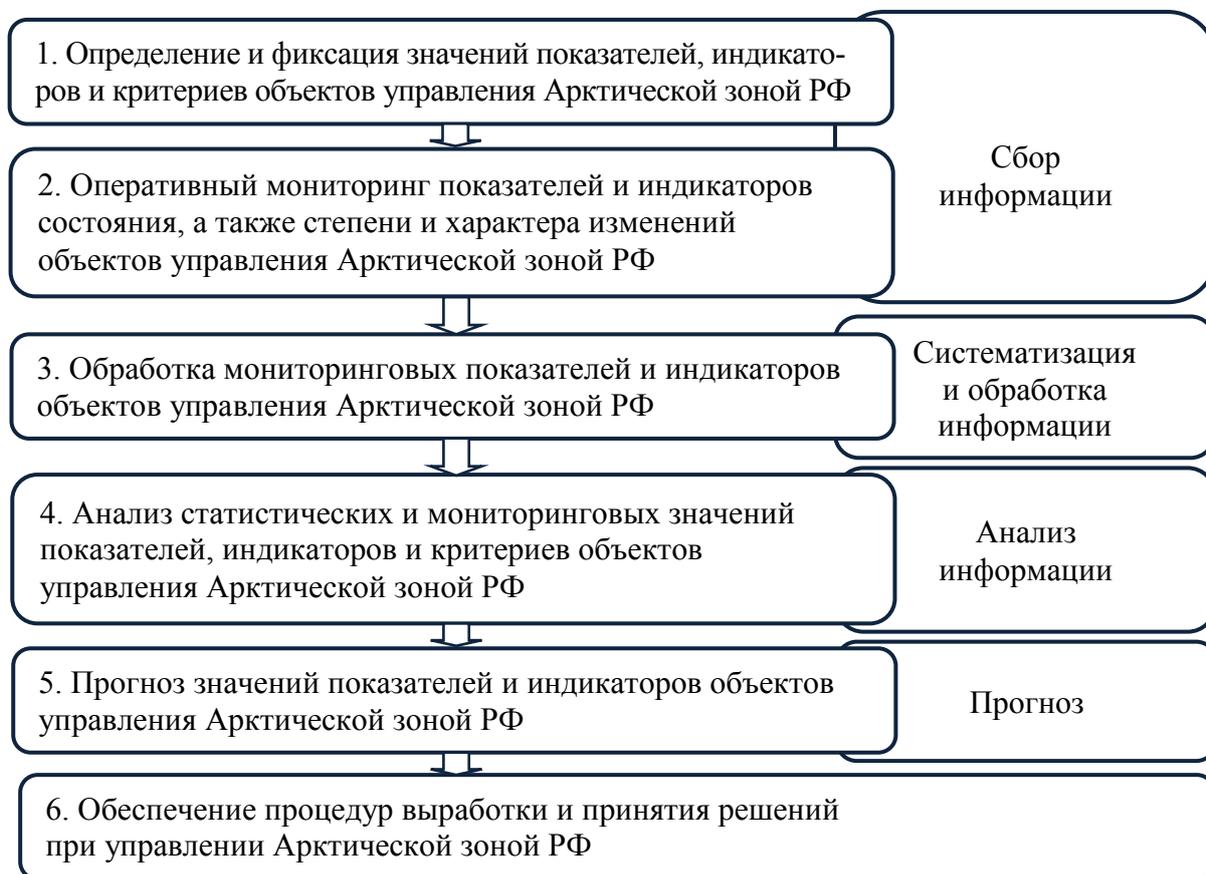


Рисунок 1 – Соответствие этапов процесса выработки и принятия решений в системе управления АЗРФ технологическим операциям

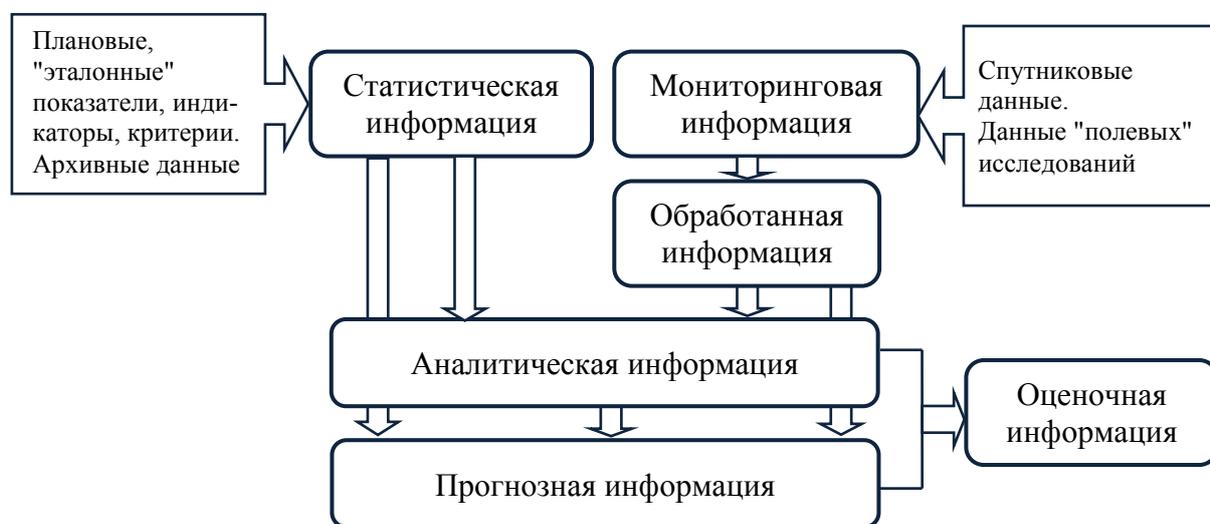


Рисунок 2 – Наборы информации процесса принятия решений при управлении АЗРФ

Мониторинговая информация охватывает актуальные данные, получаемые со спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, а также текущие "полевые" исследования.

Обработанная информация образуется в результате переработки мониторинговой информации в пригодный для дальнейшего использования вид.

Аналитическая информация формируется в результате проведения углубленного динамического анализа статистической и обработанной информации.

Прогнозная информация получается за счет построения многовариантного прогноза значений показателей, индикаторов и критериев статистической/обработанной/аналитической информации.

Оценочная информация является результатом обеспечения процедур поддержки принятия решений, основанных на использовании ранее фиксированных значений показателей, индикаторов и критериев аналитической и/или прогнозной информации.

Схематично соответствие этапов процесса принятия решений с соответствующими наборами информации представлено на рис. 3.

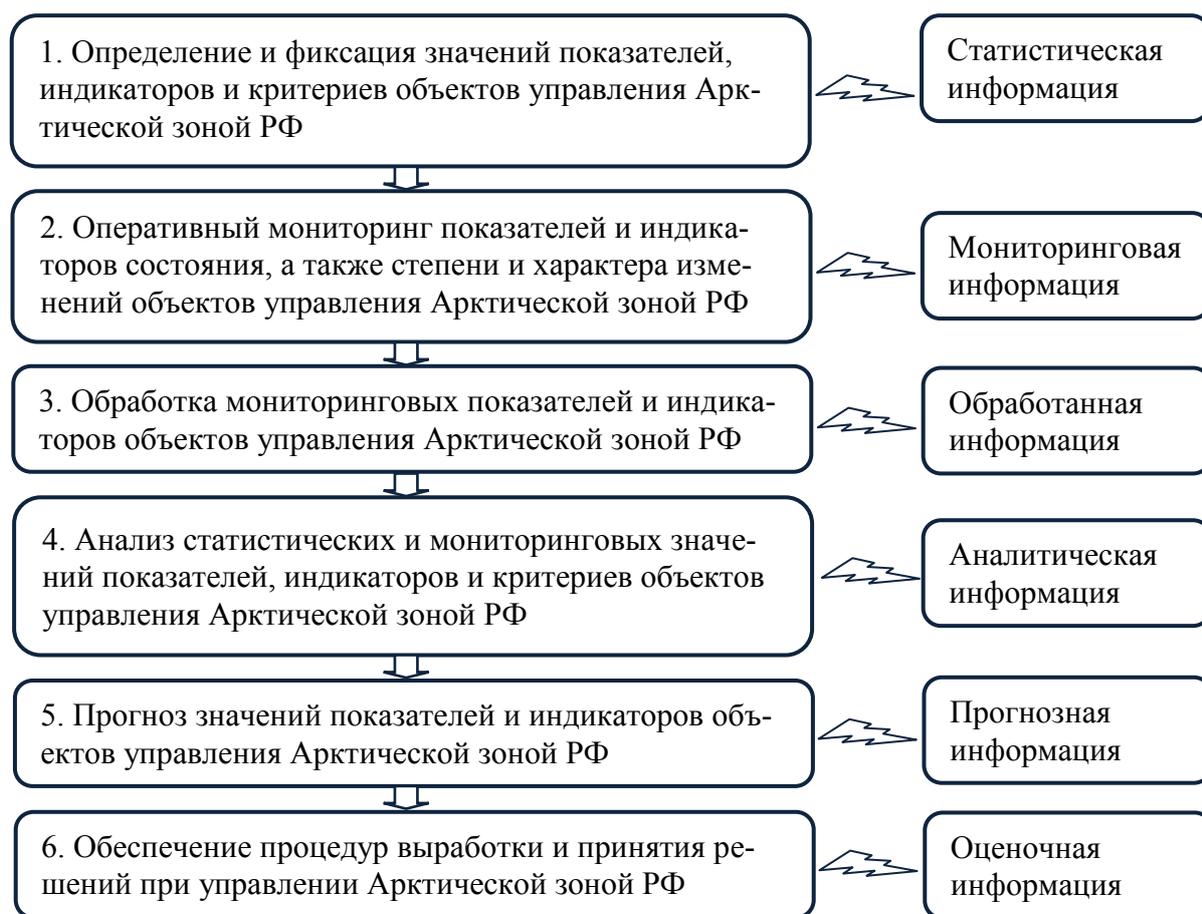


Рисунок 3 – Соответствие этапов процесса принятия решений при управлении АЗРФ с наборами информации

Управление Арктической зоной РФ эффективно только при наличии достоверной информации, необходимой для своевременного формирования и принятия обоснованных решений, доведения их до исполнителей и контроля исполнения принятых решений и отданных распоряжений.

Основной проблемой является разрозненность собираемой информации. Каждый объект управления ведет сбор данных, необходимых для обеспечения собственной деятельности. На основе этих данных подготавливаются информационно-аналитические документы и проекты решений. Данные, собираемые от нескольких объектов управления, невозможно объединить без потери достоверности, или же из-за противоречивости первичных данных объективность объединенных данных вызывает сомнение.

Таким образом, когда данные, собранные для разных объектов, сводятся в единое целое, они только частично отражают реальную ситуацию. При объединении неточных данных от нескольких объектов управления ошибка накапливается. А при переходе на уровень управления, когда используются неточные данные нескольких территорий, ошибка возрастает еще больше. Именно поэтому при современном экспоненциальном росте объемов информации и скорости работы, как исполнители, так и руководители не имеют возможности увидеть реальную картину происходящего на управляемой территории. Чем выше уровень управления, чем дальше он от места сбора первичных данных, тем меньше у ответственного лица валидной информации для принятия решений.

Процесс объединения информации, хранимой в разных форматах, или попытки срочно собрать недостающие данные требуют дополнительных ресурсов (времени или людских). В результате получаем низкую скорость и сомнительное качество подготовки информации для принятия решений. И, аналогично накоплению ошибки при сведении данных, скорость и эффективность подготовки консолидированных данных снижаются с ростом уровня управления, т. е. по мере удаления от точки сбора первичных данных.

Таким образом, ответственные лица не получают целостную информацию о состоянии объекта управления или получают ее с задержкой и им приходится принимать решения, опираясь на усеченные, искаженные и разрозненные данные. И это не может не влиять отрицательно на качество управления Арктической зоной РФ.

Важно заметить, что данная ситуация возникает независимо от того, внедрены информационные системы в объектах управления или нет. Потому

что часто даже в смежных областях деятельности используются несовместимые между собой информационные системы, интеграция которых изначально

не предусматривалась, не говоря уже об информационных системах на разных объектах. Поэтому и возникают проблемы с подготовкой информации, и, как следствие, снижается качество управления.

Таким образом, управление Арктической зоной РФ – задача, которая требует постоянного мониторинга и анализа данных об изменениях, а также выявления возможностей их дальнейшего развития. Фактически это информационно-аналитическая задача, грамотное решение которой, или другими словами, оптимальная организация работы с информацией, обеспечит качественное управление Арктической зоной РФ.

Необходимо учитывать, что по оценкам экспертов порядка 80 % всех существующих данных в системе управления Арктической зоной РФ относятся к географическим или пространственным данным. Пространственная информация, ее представление и процессы обработки требуют качественно нового вида организации информации. Оптимальное решение этой задачи лежит в области применения геоинформационных систем (ГИС).

Современные ГИС с их развитыми аналитическими возможностями позволяют наглядно отобразить и осмыслить информацию о конкретных объектах, процессах и явлениях в их совокупности. ГИС позволяют выявить взаимосвязи и пространственные отношения, поддерживают коллективное использование данных и их интеграцию в единый информационный массив.

ГИС является достаточно универсальной по своему наполнению пространственной основой, в которой можно организовать хранение не только графической, но и всей технической, справочной и иной документации.

Возможности трехмерного моделирования и представления картографической, статистической и мониторинговой информации повышают качество визуального анализа и эффективность принятия решений, реализуемых на основе ГИС.

ГИС используются как промежуточное средство между данными привязанными к географической карте и исследователем. Применение ГИС в управление неразрывно связано с обработкой геоданных и выработки соответствующих рекомендаций в зависимости от ситуации.

ГИС можно рассматривать в качестве центрального узла инфраструктуры пространственных данных, объединяющих цифровые картографиче-

ские материалы и космические снимки Арктических территорий с соответствующим механизмом доступа к информации.

Применение ГИС-технологий позволяет выйти за привычные рамки стандартных методов работы преимущественно с табличными данными и внедрить интегрированный подход, основанный на географическом местоположении, в процесс просмотра и анализа данных.

Библиографический список

1. Кузнецова, О. Б. Применение геоинформационных технологий в процессе принятия решения / О. Б. Кузнецова, О. А. Белкина, Д. С. Кучкина // Сборник тезисов студенческой научно-технической конференции (СНТК-2012) В 2 т. Т. 2. – Мурманск : Изд-во МГТУ, 2012. – С. 148–151.

2. Кузнецова, О. Б. Особенности управления транспортной инфраструктурой Мурманской области на базе интеллектуальных технологий : Монография / О. Б. Кузнецова – Мурманск : НОУ ВПО "МАЭУ", 2014. – 96 с.

3. Кузнецова, О. Б. Управление арктическими территориями на основе геоинформационных систем / О. Б. Кузнецова // Сборник материалов XXIX Международной научно-практической конференции "Перспективы развития информационных технологий" – Новосибирск : Издательство ЦРНС, 2016. – С. 193–197.

Разработка программного средства для компьютерного анализа данных наблюдений с целью выявления аномальных вариаций полного электронного содержания ионосферы над сейсмоактивными регионами

Пархимович Е. В.,¹ Романовская Ю. В.,¹ Золотов О. В.² (г. Мурманск, ¹ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения; ²г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский арктический государственный университет", научно-исследовательская лаборатория "Компьютерное моделирование физических процессов в околоземной среде", e-mail: zolotovo@gmail.com)

Аннотация. Работа посвящена описанию программного средства, разрабатываемого для компьютерного анализа данных наблюдений за полным электронным содержанием ионосферы в периоды подготовки сильных сейсмических событий. Использование такого средства на большом объеме данных наблюдений позволит выявить закономерности появления аномальных вариаций ионосферы и определить критерии по идентификации таких вариаций как ионосферных предвестников землетрясений.

Abstract. The work describes software package for computer analysis of ionospheric total electron content data observed during the periods before strong seismic events. Application of such a tool to a large volume of observation data will allow to reveal the features of anomalous ionospheric variations and to determine the criteria for identifying such variations as ionospheric earthquake precursors.

Ключевые слова: компьютерный анализ данных наблюдений, полное электронное содержание ионосферы, сейсмически активные регионы.

Key words: computer analysis of observation data, ionospheric total electron content, regions of seismic activity.

Настоящая работа является продолжением исследований аномальных возмущений ионосферы Земли, ассоциируемых с процессами подготовки сильных сейсмических событий. В многочисленных статьях, посвященных анализу данных наблюдений за поведением ионосферы, установлено, что перед сильными сейсмическими событиями концентрация электронов в ионосфере изменяется (как правило, увеличивается) над эпицентром землетрясения. Однако в научном сообществе до сих пор нет общепризнанного объяснения механизма возникновения таких аномальных возмущений ионосферы.

Большой объем данных измерений полного электронного содержания (Total Electron Content, TEC) ионосферы размещен в свободном доступе на сайте Национального управления по воздухоплаванию и исследованию

космического пространства (National Aeronautics and Space Administration, NASA). Анализ этих данных позволит выявить закономерности появления аномальных вариаций ионосферы, связанных с процессами подготовки сильных землетрясений, что впоследствии поможет определить физический механизм возникновения этих аномалий и выработать критерии к ним как к ионосферным предвестникам землетрясений.

Аналитическая обработка наблюдений за полным электронным содержанием ионосферы сама по себе является достаточно трудоемким процессом. В большинстве работ исследователи ограничиваются изучением отдельного взятого землетрясения и поведением ионосферы перед ним. Большой интерес представляет изучение возмущений ионосферы перед множеством различных сильных сейсмических событий, происходивших в разных регионах. Однако такое исследование представляется трудновыполнимым без хотя бы частичной автоматизации. Поэтому нами была поставлена задача разработки программного средства для компьютерного анализа двумерных карт распределений полного электронного содержания ионосферы с целью выявления аномальных возмущений ионосферы в периоды подготовки сильных землетрясений.

В перспективе разрабатываемое программное средство для компьютерного анализа данных наблюдений позволит:

- увеличить количество исследуемых событий;
- установить статистическую значимость сейсмо-ассоциируемых возмущений ионосферы;
- позволит оперативно анализировать данные наблюдений на регулярной основе.

В нашей работе под аномальными возмущениями полного электронного содержания ионосферы, ассоциируемыми с процессами подготовки сильных землетрясений, мы будем принимать, в соответствии с исследованиями [1–3], области отклонений полного электронного содержания от фоновых значений, обладающие следующими свойствами:

1. Крупный масштаб ($> 1\,000$ км вдоль меридиана и $> 1\,500$ км вдоль параллели), локализация в околоэпицентральной и магнитосопряженной к ней областях;
2. Время жизни $> 4–6$ ч;
3. Проявление преимущественно в ночное время с приходом вечернего терминатора и ослабление вплоть до полного исчезновения с приходом утреннего терминатора и подсолнечной точки.

Следует отметить, что в настоящее время в научном сообществе не существует какого-либо общепринятого метода определения фоновой вариации в целях выявления сейсмо-ионосферных предвестников землетрясений. В работах описаны следующие подходы к расчету фоновой вариации:

- как скользящее среднее для 7, 15, 27, 30 дней [4–6];
- с помощью эмпирических моделей;
- как вариация в ближайший геомагнитно спокойный день [7].

На текущий момент программное средство для компьютерного анализа данных наблюдений обладает следующими возможностями:

- загрузка и обработка исходных данных по полному электронному содержанию ионосферы в стандартном формате NASA (IONEX, RINEX);
- обработка типовых дефектов: пропуски в данных, разное кодирование одного и того же момента времени (например, 24:00 28 февраля 2017 vs 00:00 1 марта 2017);
- выбор метода расчета фоновой вариации и возмущений;
- проведение нескольких исследований параллельно;
- представление результатов в абсолютных и относительных единицах;
- сохранение результатов расчетов в текстовом файле;
- предоставление встроенных средств визуализации;
- выбор системы координат для визуализации данных.

Ниже на Рисунках 1–3 приведены изображения основных окон разрабатываемого программного средства.

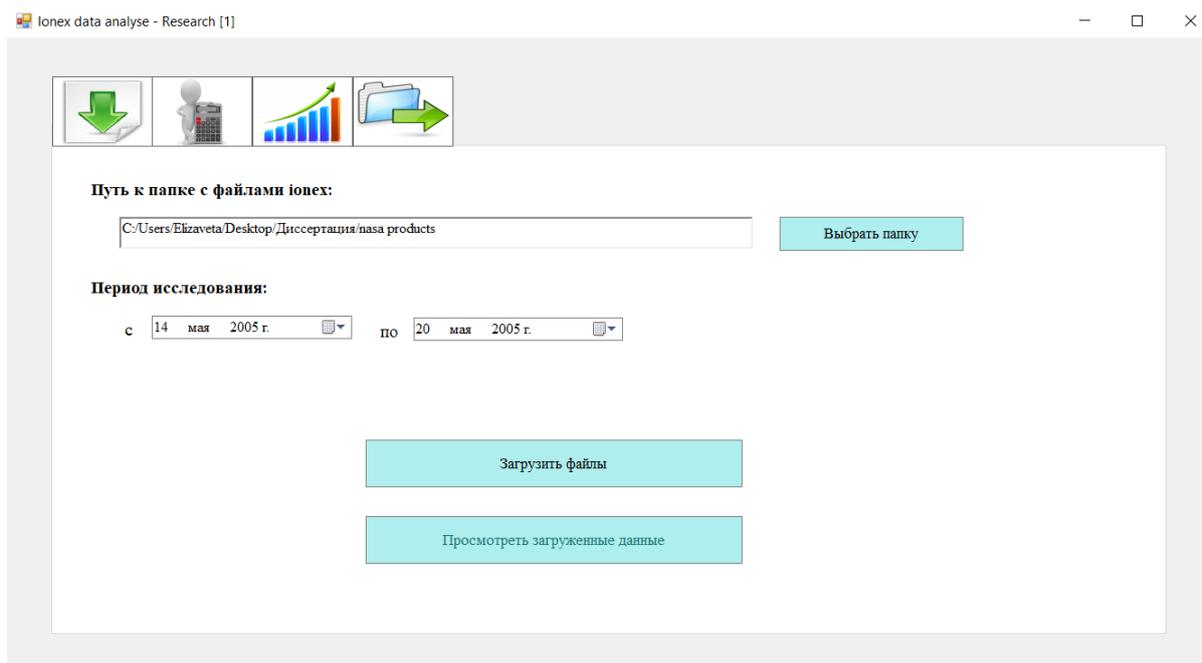


Рисунок 1 – Окно загрузки исходных данных

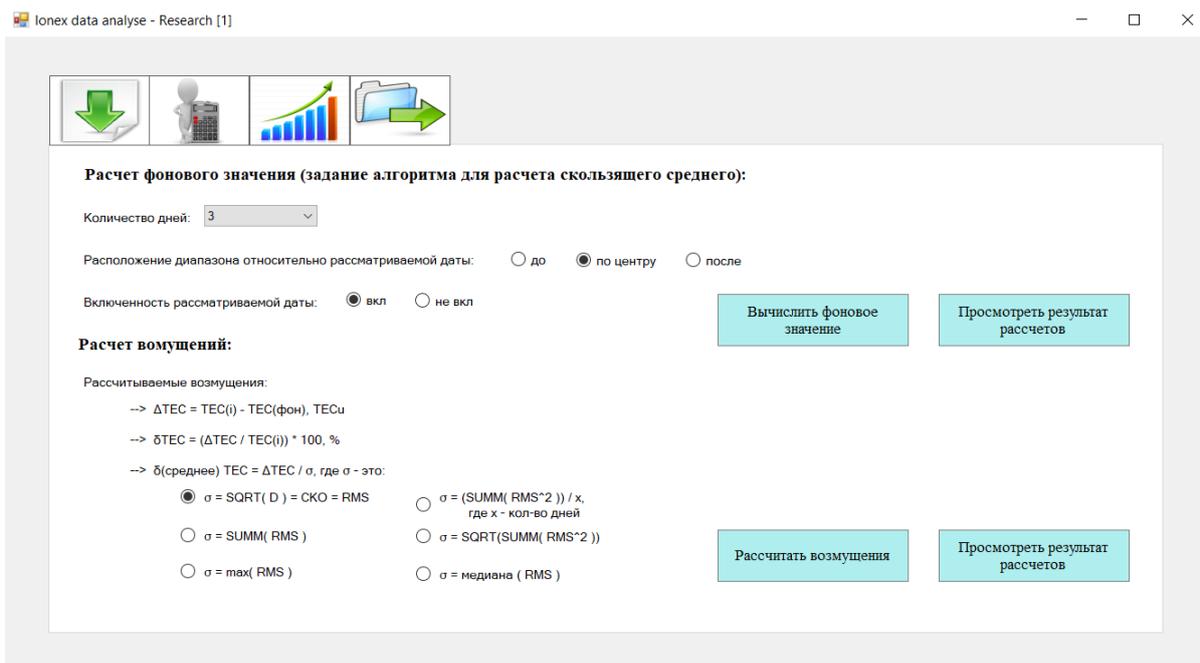


Рисунок 2 – Окно проведения расчетов

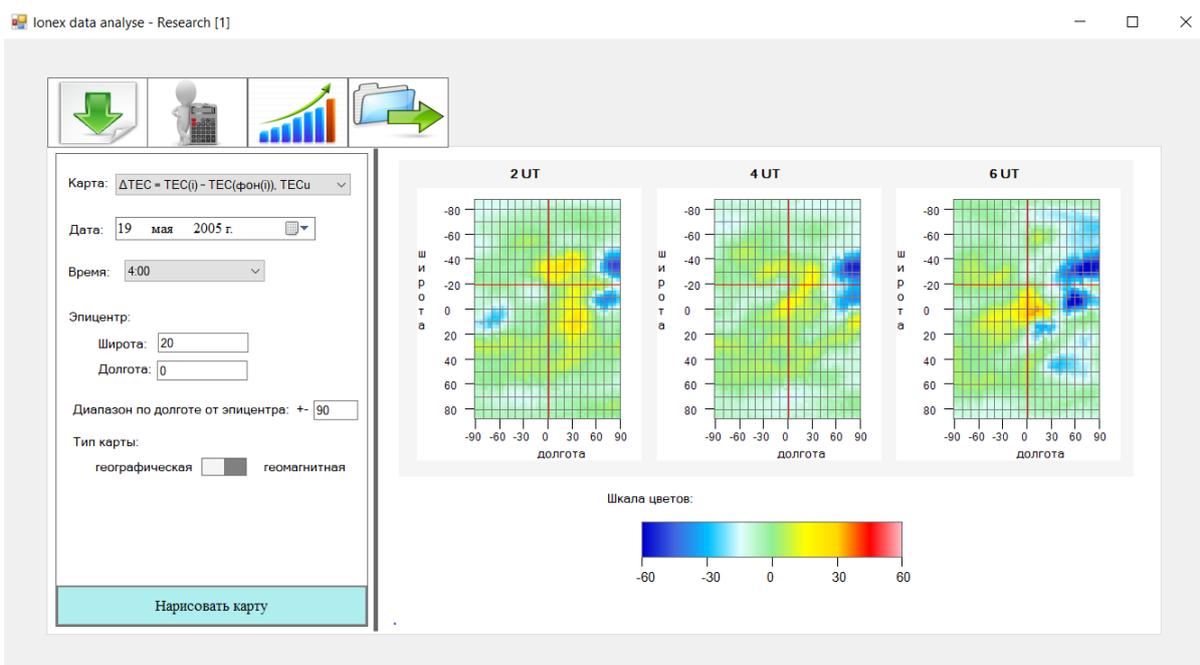


Рисунок 3 – Окно визуализации карт возмущений

Разрабатываемое программное средство планируется использовать для компьютерного анализа данных наблюдений за полным электронным содержанием ионосферы в целях выявления аномальных ионосферных возмущений в периоды подготовки сильных землетрясений. Такой анализ является необходимым шагом на пути выявления характерных особенностей поведения ионосферы, связанных с процессами подготовки сильных сейсмических

событий, а также объяснения физического механизма появления ионосферного отклика на процессы подготовки сильных землетрясений.

Библиографический список

1. Романовская Ю. В., Намгаладзе А. А. Ионосферные предвестники землетрясений: анализ измерений полного электронного содержания перед сильными сейсмическими событиями 2005 года // Вестник МГТУ. 2014. Т. 17, № 2. С. 403–410.

2. Золотов О. В., Прохоров Б. Е., Намгаладзе А. А., Мартыненко О. В. Вариации полного электронного содержания ионосферы в период подготовки землетрясений // Химическая физика. 2011. Т. 30, № 5. – С. 84–87.

3. Namgaladze A. A., Zolotov O. V., Prokhorov B. E. The TEC signatures as strong seismic event precursors // Proceedings of the 30th URSI General Assembly and Scientific Symposium. IEEE. 2011. doi: 10.1109/URSIGASS.2011.6051048.

4. Liu J. Y., Chuo Y. J., Shan S. J., Tsai Y. B., Chen Y. I., Pulinetz S. A., Yu S. B. Pre-earthquake ionospheric anomalies registered by continuous GPS TEC measurements // Annales Geophysicae. 2004. V. 22, N 5. P. 1585–1593. doi: 10.5194/angeo-22-1585-2004.

5. Liu J. Y., Chen Y. I., Chuo Y. J., Chen C. S. A statistical investigation of pre-earthquake ionospheric anomaly // Journal of Geophysical Research. 2006. V. 111 (A5). doi: 10.1029/2005JA011333.

6. Le H., Liu J. Y., Liu L. A statistical analysis of ionospheric anomalies before 736 M 6.0+ earthquakes during 2002–2010 // Journal of Geophysical Research. 2011. V. 116 (A2). doi: 10.1029/2010JA015781.

7. Zakharenkova I. E., Krankowski A., Shagimuratov I. I. Modification of the low-latitude ionosphere before the 26 December 2004 Indonesian earthquake // Natural Hazards and Earth System Sciences. 2006. V. 6 (5). P. 817–823. doi: 10.5194/nhess-6-817-2006.

Исследования волновых процессов в ионосфере

Тихомиров А. Н. (*г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения*)

Ионосфера является околоземной средой, знание свойств которой представляет интерес как с научной точки зрения, так и с прикладной. Экспериментальной основой исследования ионосферы является измерение концентрации свободных электронов и её зависимости от гелиогеофизических факторов. В силу разных причин наименее изученной областью ионосферы до сих пор остаётся D-область, расположенная на высотах 50–90 км. Трудности экспериментального изучения обусловлены относительно низким содержанием электронов, сложным составом ионов и высокой плотностью нейтральной атмосферы. Развитию теории мешает отсутствие необходимых данных о составе среды.

В ионосфере возможны появления волновых возмущений, связанные с естественными и искусственными источниками. К естественным источникам относятся: землетрясения; ветры, обтекающие неровности земной поверхности; полеты крупных быстро движущихся тел (метеоров, болидов и т. п.); солнечные затмения; неустойчивости в атмосфере и ионосфере; нестационарные потоки высокоэнергичных частиц и т. д. К искусственным (антропогенным) источникам относятся взрывы ядерных боеприпасов, мощное радиоизлучение, старты, полеты и падения крупных самолетов, ракет и т. д.

Установлено, что во время этих процессов генерируются волновые возмущения различных временных и пространственных масштабов, например, аномальные значения электронных концентраций в ионосфере в зависимости от высоты, времени и объема, занимаемого этими неоднородными электронными концентрациями в пространстве. Волновые возмущения можно наблюдать практически в любое время и на любых высотах в атмосфере. Изучение волновых процессов позволит решить ряд задач: выявить источники генерации волновых возмущений и определить их физические параметры.

Так, анализируя возмущение в ионосфере вызванное, например, солнечным затмением, стартом ракеты и т. д., можно заметить на определенной высоте возникающие волновые процессы, определить периоды гармоник этих возмущений, их продолжительность и определить скорость их распростра-

нения. Для многих явлений такие характеристики волновых процессов являются уникальными как "отпечатки пальцев".

В связи с тем, что продолжительность таких возмущений незначительна, целесообразно попробовать применить аппарат вейвлет-анализа для изучения данных характеристик, который имеет больше преимуществ при работе с непродолжительными сигналами, в отличие от Фурье-анализа.

Для исследования волновых возмущений предполагается использовать данные вертикального зондирования установки частичных отражений в п. Туманный Мурманской обл. (69.0°N , 35.7°E), принадлежащей Полярному геофизическому институту, которая функционирует на постоянной основе.

В рамках данного исследования было разработано программное средство, которое позволяет обрабатывать данные электронной концентрации на высотах в ионосфере в области D, полученные с установки частичных отражений, а также строить различные графики, такие как:

- график электронной концентрации на определенной высоте;
- график вейвлет-преобразования на данной высоте;
- несколько графиков электронной концентрации на высотах в определенном диапазоне.

Ниже приведены скриншоты с примером работы программы. В качестве входных данных подается текстовый файл, в котором содержатся данные о состоянии ионосферы и информация об электронной концентрации на высотах области D.

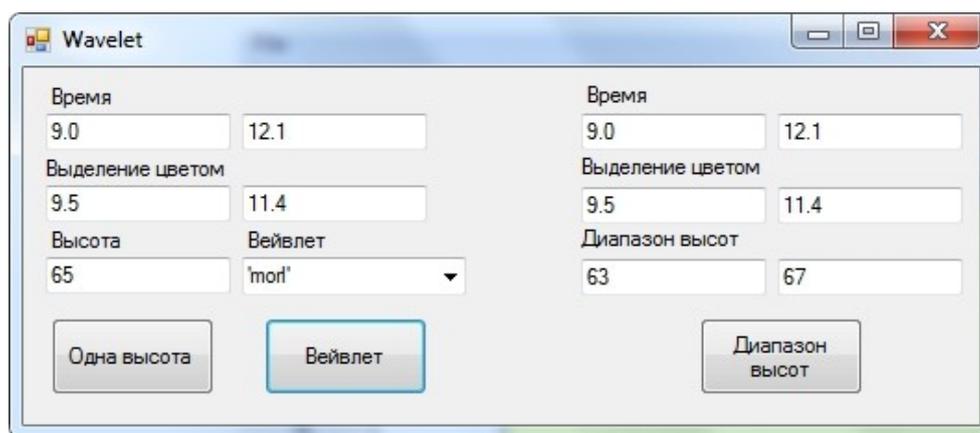


Рисунок 1 – Основное рабочее окно программы

В качестве входных параметров подаем:

- время (по Гринвичу), в рамках которого мы хотим узнать информацию по изменению электронной концентрации;

- высоту, на которой производим наблюдения;
- используемый для построения спектра вейвлет;
- диапазон высот, для которых хотим построит график электронной концентрации.

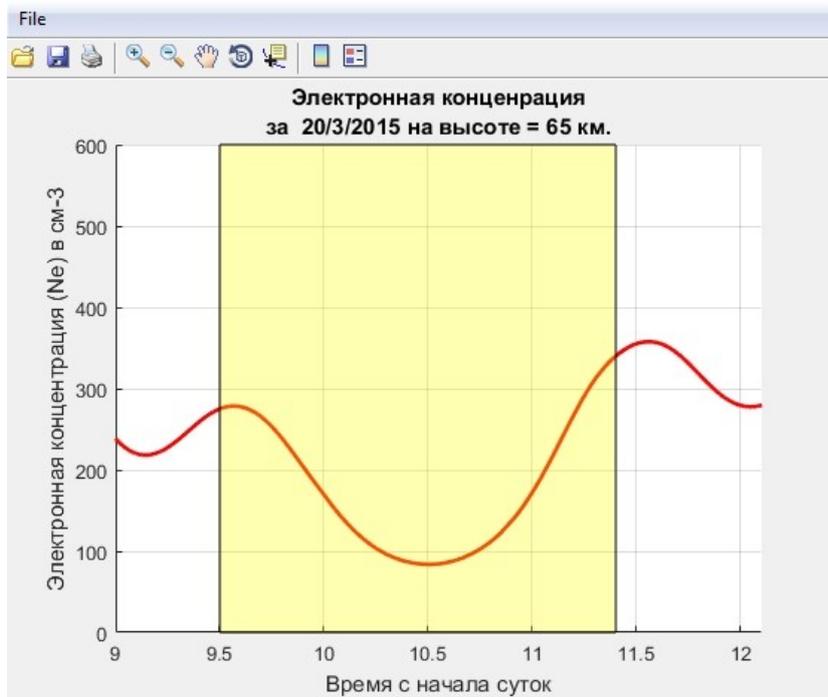


Рисунок 2 – График электронной концентрации на 20 марта 2015 года для высоты в 65 км.

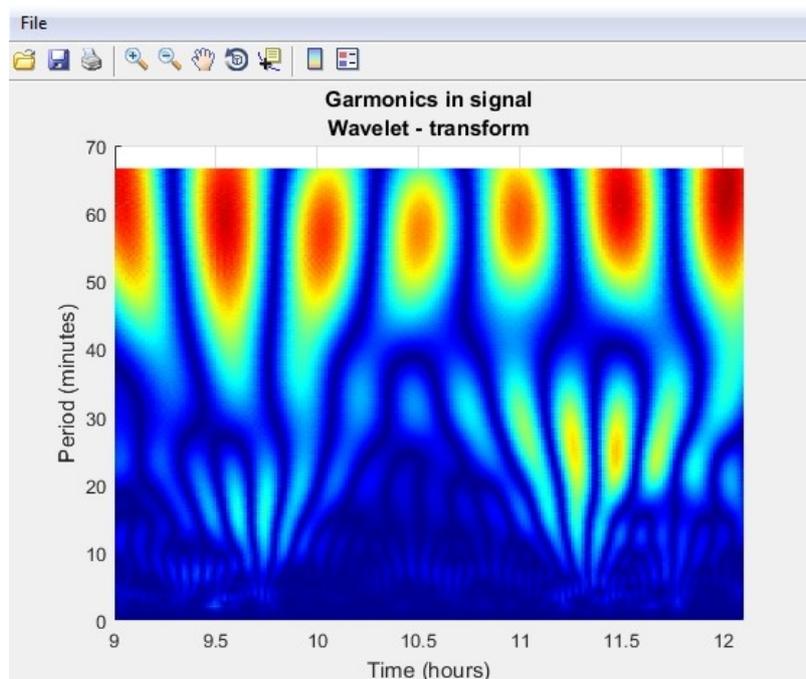


Рисунок 3 – График вейвлет-преобразования на высоте 65 км.

На данном графике отображено поведение электронной концентрации ионосферы во время солнечного затмения 20 марта 2015 г. Наблюдения были выполнены на установке частичных отражений Полярного геофизического института, расположенной на радиофизическом полигоне "Туманный" Мурманской области. Электронная концентрация значительно уменьшилась.

Можно наблюдать акустико-гравитационные волны, имеющие период приблизительно в 25 минут, которые появились в результате охлаждения атмосферы во время движения лунной тени по поверхности Земли.

Библиографический список

1. Астрономический ежегодник на 2015 год. – СПб. : ИПА РАН, 2014. – 683 с.
2. Беликович В. В., Вяхирев В. Д., Калинина Е. Е., Терещенко В. Д., Оглоблина О. Ф., Терещенко В. А. Исследование D-области ионосферы методом частичных отражений на средних широтах и в авроральной зоне // Изв. вузов. Радиофизика. 2003. Т. 46, № 3. – С. 181–191.
3. Беликович В. В., Вяхирев В. Д., Калинина Е. Е., Терещенко В. Д., Черняков С. М., Терещенко В. А. Отклик ионосферы на частичное солнечное затмение 29.03.2006 по наблюдениям в Нижнем Новгороде и Мурманске // Геомагнетизм и аэрономия. 2008. Т. 48, № 1. – С. 98–103.
4. Беликович В. В., Гончаров Н. П. Исследование D-области ионосферы с помощью искусственных периодических неоднородностей // Геомагнетизм и аэрономия. 1994. Т. 34, № 6. – С. 84–95.

Оценка эффективности воздействия инвестиций на экономическую безопасность страны

Федоськов А. П., Неделько Н. С., Ковальчук В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения)

Аннотация. Статья посвящена актуальной теме в условиях современной экономики – экономической безопасности страны. Анализируется взаимосвязь различных видов инвестиций на экономический рост страны. Выявлены основные индикаторы инвестиционной безопасности страны. С помощью математических методов показана зависимость ВВП от объема инвестиций и дан прогноз на будущий период.

Abstract. The article is devoted to the actual topic in in the conditions of modern economy – economic security of Russian Federation. In article the interrelation of different types of investments on the economic growth of the country is analyzed. The main indicators of the country's investment security were identified. Mathematical methods show dependence of GDP on the volume of investment and the forecast for future period was given.

Ключевые слова: инвестиции; валовой внутренний продукт; безопасность; прогнозирование; математические методы; информационные технологии.

Key words: investments; gross domestic product; security; forecasting; mathematical methods; information technology.

Современное экономическое положение Российской Федерации находится не на лучшем уровне. В 21-ом веке у страны были как подъемы, так и падения. В целях экономического роста в 2014 году была разработана государственная программа "Экономическое развитие и инновационная экономика", рассчитанная до 2020 года. Данная программа содержит в себе множество подпрограмм, направленных на различные секторы экономики. Первая подпрограмма называется "Инвестиционный климат" и направлена на создание благоприятных условий для концентрации инвестиционных ресурсов и ведения бизнеса в Российской Федерации.

Одной из главных задач подпрограммы "Инвестиционный климат" является проведение эффективной государственной политики в области контроля иностранных инвестиций в хозяйственные общества, имеющие стратегическое значение для обороны страны и безопасности государства [1].

Экономическая безопасность государства включает в себя множество различных индикаторов:

- инвестиционная безопасность;
- объемы внутренних и внешних долгов государства;
- дефицит государственного бюджета;

- объем ВВП на душу населения;
- уровень безработицы и инфляции;
- уровень преступности и прочее.

Рассмотрим индикатор инвестиционной безопасности. Данный фактор имеет важное значение, так как Инвестиционная безопасность государства обеспечивает обновление и воспроизводство основного капитала с ориентацией на рост экономических результатов, на повышение производительности труда и эффективности производства, качества товаров и услуг [2]. К основным параметрам инвестиционной безопасности относятся ВВП и инвестиции. Определим тесноту взаимосвязи этих двух параметров.

Существует множество видов инвестиций и некоторые из них имеют хорошую взаимосвязь с ВВП. Так, например, была построена модель зависимости прямых иностранных инвестиций в РФ и ВВП. В результате был получен коэффициент детерминации $R^2 = 0,572$, который означает, что расчетные параметры модели на 57,2 % объясняют зависимость между исследуемыми параметрами. По шкале Чеддока значение относится к заметной тесноте связи.

Наибольшую же тесноту связи с ВВП показали инвестиции в основной капитал.

В таблице 1 (столбцы 1–4) и на рис. 1 представлены статистические данные с 2000 по 2016 годы по инвестициям в основной капитал, ВВП и доле инвестиций в ВВП [3].

Таблица 1 – Общие данные по инвестициям в основной капитал и ВВП за 2000–2016 гг. и прогноз на 2017 г.

Год	Инвестиции в основной капитал, млрд руб	ВВП в млрд руб	Доля инвестиций в ВВП, %	Темпы прироста инвестиций	Темпы прироста ВВП
2000	1 165,2	7 305,6	15,95		
2001	1 504,7	8 943,6	16,82	29,14 %	22,42 %
2002	1 762,4	10 830,5	16,27	17,13 %	21,10 %
2003	2 186,4	13 208,2	16,55	24,06 %	21,95 %
2004	2 865	17 027,2	16,83	31,04 %	28,91 %
2005	3 611,1	21 609,8	16,71	26,04 %	26,91 %
2006	4 730	26 917,2	17,57	30,99 %	24,56 %
2007	6 716,2	33 247,5	20,20	41,99 %	23,52 %
2008	8 781,6	41 276,8	21,27	30,75 %	24,15 %
2009	7 976,0	38 786,4	20,56	–9,17 %	–6,03 %
2010	9 152,1	46 308,5	19,76	14,75 %	19,39 %
2011	11 035,7	60 282,5	18,31	20,58 %	30,18 %
2012	12 586,1	68 163,9	18,46	14,05 %	13,07 %

Окончание табл. 1

Год	Инвестиции в основной капитал, млрд руб	ВВП в млрд руб	Доля инвестиций в ВВП, %	Темпы прироста инвестиций	Темпы прироста ВВП
2013	13 450,2	73 133,9	18,39	6,87 %	7,29 %
2014	13 902,6	79 199,7	17,55	3,36 %	8,29 %
2015	13 897,2	83 232,6	16,70	-0,04 %	5,09 %
2016	14 639,8	86 043,6	17,01	5,34 %	3,38 %

Как можно заметить, увеличение/снижение ВВП и инвестиций в основной капитал происходит синхронно (рис. 1). Так с 2000 по 2008 год можно наблюдать положительную динамику обоих показателей, что свидетельствует об экономическом росте. Под воздействием мирового экономического кризиса в 2009 году произошло падение как ВВП, так и инвестиций. Но начиная с 2010 года происходит стремительное увеличение обоих показателей.

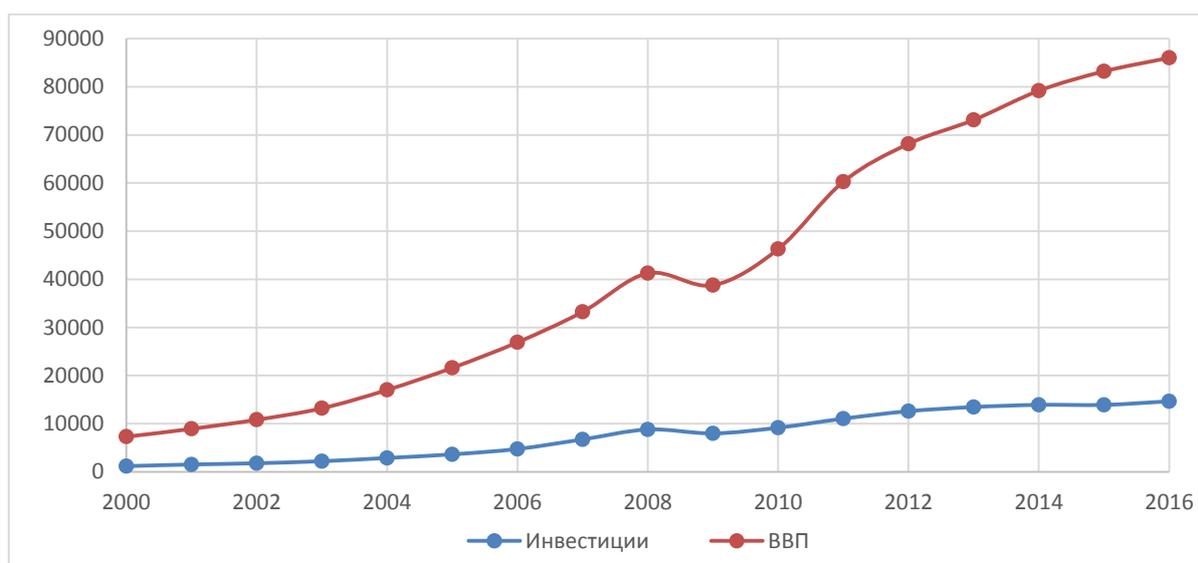


Рисунок 1 – Динамика объема инвестиций в основной капитал и ВВП в 2000–2016 гг., млрд. руб

Однако необходимо заметить, что за последние годы коренного передела негативной тенденции недоинвестирования экономики не произошло. На это указывает то, что в период с 2000 по 2016 год значение доли инвестиций в ВВП находилось на уровне 15–20 %. Оптимальным значением этого параметра не должно быть ниже 25–30 % [4]. Такая ситуация негативно сказывается на инвестиционной безопасности российской экономики.

Для того, чтобы экономика страны развивалась эффективно, темпы экономического роста должны опережать темпы роста вложенных инвестиций. По таблице 1 (столбцы 5–6) и рисунку 2 можно понять, что темпы прироста

инвестиций опережают темпы прироста ВВП лишь в половине из наблюдаемых периодов, что свидетельствует о проблемах в экономике государства.

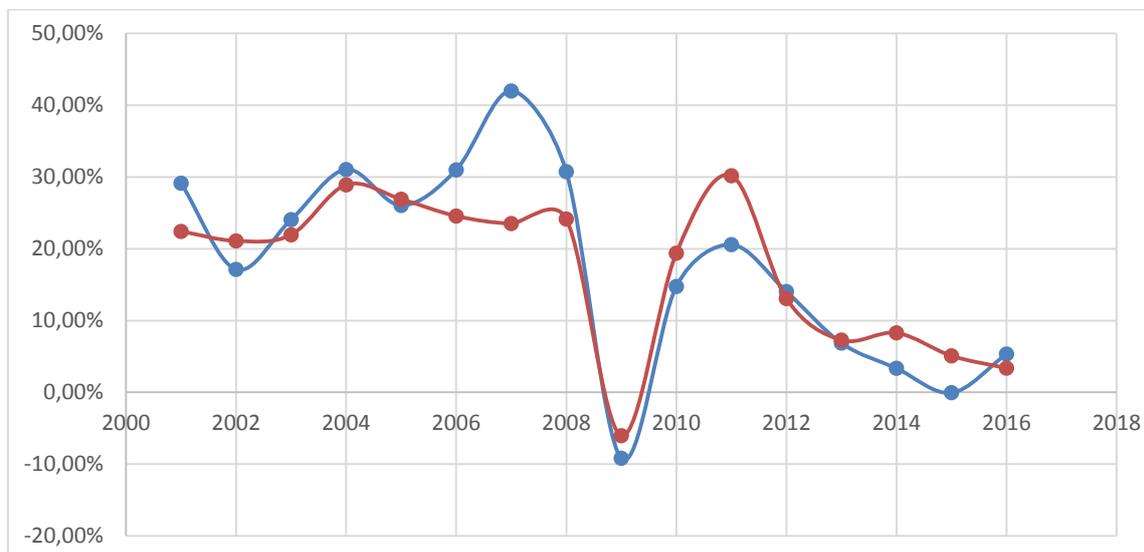


Рисунок 2 – Динамика темпов прироста инвестиций в основной капитал и ВВП

Для анализа зависимости инвестиций и ВВП целесообразно построить модель этой зависимости.

Математическая модель которая связывает инвестиции и ВВП может быть представлена выражением вида 1:

$$Y = 5763,5 + 2,9x + 0,0002x^2, \quad (1)$$

где x – инвестиции в основной капитал, млрд руб,

y – ВВП, млрд руб.

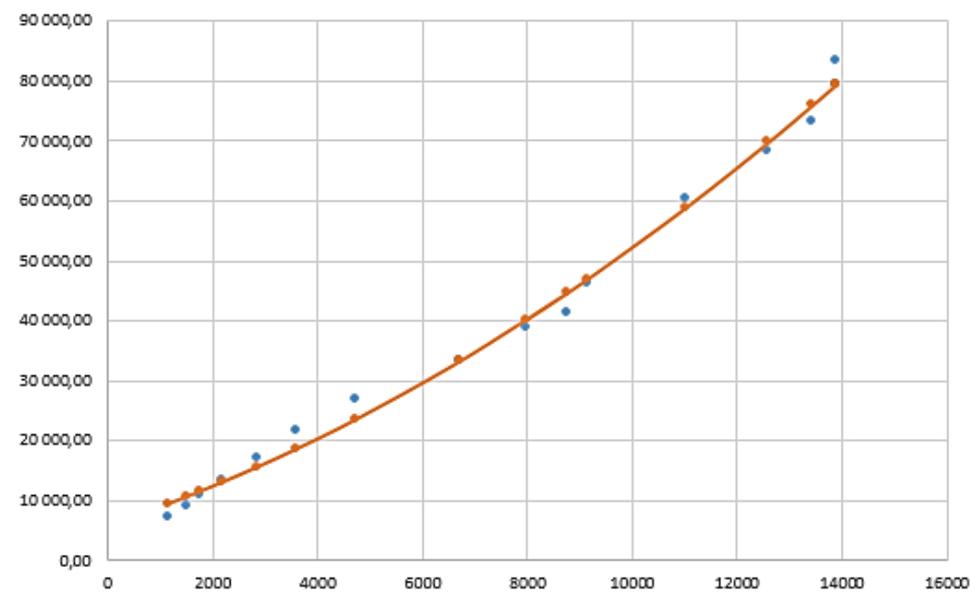


Рисунок 3 – Динамика отношения инвестиций в основной капитал и ВВП

Данная модель достаточно точно и достоверно отражает зависимость между ВВП и инвестициями в основной капитал экономики РФ в рассматриваемый период, так как коэффициент корреляции $R = 0,997$, а коэффициент детерминации $R^2 = 0,994$.

Следовательно, результаты расчетов по полученной математической модели, охватывающих период 2000–2016 гг. показывают, что объем инвестиций в основной капитал имеет существенное влияние на динамику валового внутреннего продукта.

Воспользовавшись методом экстраполяции можно спрогнозировать количество инвестиций и ВВП на будущий период, используя построенную модель и дать оценку экономической безопасности страны.

$$R^2 = 0,9708.$$

Для анализа динамики инвестиций разработана модель вида 2:

$$Y = 986,79x - 193,29. \quad (2)$$

Используя данную модель получено прогнозное значение количества инвестиций на 2017 год: оно составляет 16276,14 млрд руб. Также определены границы доверительного интервала с надёжностью 95 %, которая составляет (15878,1; 18706,6) млрд руб.

Прогноз ВВП по математической модели 1 показывает, что он составит 105946,9 млрд руб. Результаты проведенного прогноза представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты прогноза инвестиций и ВВП на 2017 год

Год	Инвестиции в основной капитал, млрд руб	ВВП в млрд руб	Доля инвестиций в ВВП, %	Темпы прироста инвестиций	Темпы прироста ВВП
2017	16 276,1	105 946,9	15,23	11,18 %	23,13 %

Ко времени написания статьи на официальном сайте Федеральной службы государственной статистики были опубликованы официальные данные на 2017 год по инвестициям в основной капитал. Значение числа инвестиций составило 15966,8 млрд. руб, что вписывается в построенный доверительный интервал (15878,1; 18706,6).

Отклонение прогнозного значения, полученного с помощью математических методов на 2017 год от фактического значения официальной статистики составляет менее 2 %. Сделанный прогноз оказался достаточно достоверным, что подтверждает целесообразность применяемых математических методов.

Анализ этих результатов показывает, что в 2017 году тенденция не изменилась: доля инвестиций в ВВП страны осталась на уровне, не превышающем 25 %, а темпы прироста инвестиций остаются меньше темпов прироста ВВП. Это подтверждает то, что проводимая инвестиционная политика в рамках общей экономической политики является недостаточно эффективной и требует корректировки, при этом экономическая безопасность страны обеспечивается не в полной мере.

Библиографический список

1. Государственная программа "Экономическое развитие и инновационная экономика". URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm> (дата обращения 18.02.2018).

2. Кормишкина Л. А. Формирование национальной инновационной системы как основа снижения дифференциации экономического пространства современной России / Л. А. Кормишкина // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. – 2012. – № 2 (143). – С. 24–29.

3. Федеральная служба государственной статистики. Инвестиции в России 2017. Статистический сборник. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2017/invest.pdf (дата обращения 19.02.2018).

4. Филатова А. С. Инвестиционная безопасность Российской Федерации в современных условиях // Молодой ученый. 2015. № 1. – С. 304–307.

Разработка методологии внедрения ERP-системы на базе "1С"

Чехляева А. Л. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, e-mail: chehlyaevaal@yandex.ru)

Аннотация. В настоящее время существует множество методологий внедрения ERP-систем от различных компаний разработчиков. У каждой из этих методологий есть ряд характерных особенностей, которые выделяют ее среди всех остальных. Цель данной статьи заключается в анализе существующих методологий на предмет возможности использования отдельных методов и приемов в разрабатываемой методологии внедрения ERP-системы на базе "1С".

Abstract. Currently, there are many methodologies for implementing ERP-systems from various development companies. Each of these methodologies has a number of characteristic features that distinguish it from all others. The purpose of this article is to analyze existing methodologies for the possibility of using separate methods and techniques in the developed methodology for implementing the ERP system based on 1С.

Ключевые слова: система класса ERP, "1С:ERP", внедрение ERP-системы, методология внедрения, анализ возможностей методологий, разработка методологии внедрения.

Key words: ERP class system, "1С:ERP", implementation of ERP-system, implementation methodology, analysis of methodologies possibilities, development of implementation methodology.

В настоящее время сохраняется тенденция перехода на ERP-системы. Системы управления ресурсами предприятия являются необходимым инструментом для эффективной организации и ведения деятельности компании любого масштаба.

Для создания комплексной информационной системы управления предприятием было выбрано инновационное решение от компании "1С" – "1С:ERP Управление предприятием 2" ("1С:ERP"). Этот продукт позволяет автоматизировать основные бизнес-процессы, контролировать ключевые показатели деятельности предприятия, организовать взаимодействие служб и подразделений, координировать деятельность производственных подразделений, оценивать эффективность деятельности предприятия, отдельных подразделений и персонала [3].

Как правило, выбор ERP-системы определенной компании-разработчика обуславливает методологию её внедрения. В случае если соответствующая методология недостаточно эффективна, не позволяет сделать основной ак-

цент на нуждах бизнеса и обеспечить достижение его целей, выбор в сторону наиболее известных и успешных методологий внедрения является очевидным.

На мировом рынке ERP-систем закрепились такие компании, как Microsoft, Oracle, SAP AG. На основании многолетнего опыта создания и внедрения систем класса ERP эти компании разработали собственные рекомендации к внедрению своих решений, руководствуясь стандартами PMBOK. Положительная сторона таких методик – их практическая направленность. Они представляют собой глубоко проработанные, проверенные, многократно апробированные рабочие инструкции и шаблоны проектных документов.

1. Методологии от Microsoft

Для поддержки внедрения систем группы Microsoft Business Solutions компанией Microsoft разработан ряд методологий On Target, Microsoft Business Solutions Partner Methodology (MBS Partner Methodology), Microsoft Dynamics Sure Step (MDSS). Все они поддерживаются специализированными программными средствами и шаблонами проектной документации.

Методология On Target ориентирована главным образом на удовлетворение требований, сформулированных Заказчиком. Процесс внедрения делится на шесть этапов: подготовка проекта, анализ, дизайн, разработка и тестирование, развертывание, опытная эксплуатация.

Методология MBS Partner Methodology обеспечивает регулярный контроль хода проекта на всех этапах (диагностика, анализ, дизайн, разработка и тестирование, развертывание, начальное сопровождение), что направлено на снижение проектных рисков.

В методологии MDSS подробно описываются роли участников проекта и подходы, доказавшие свою применимость. Она также содержит ряд инструментов и шаблонов, которые предлагается использовать на протяжении всех фаз проекта: диагностики, анализа, дизайна, разработки, развертывания и эксплуатации.

Модель Microsoft Framework (MSF) сочетает в себе свойства двух стандартных моделей жизненного цикла: каскадной и спиральной. В основе методологии MSF лежит итеративный интегрированный подход к созданию и внедрению решений, базирующийся на следующих фазах и вехах: разработка концепции, планирование, разработка, стабилизация и внедрение [2].

2. Методология SAP AG

С целью снижения рисков и затрат, с которыми сталкивается предприятие в ходе ведения проекта по внедрению решений SAP, корпорацией SAP AG была разработана методология внедрения – AcceleratedSAP (ASAP).

Эта методология также направлена на усовершенствование качества работы консультантов и на сокращение длительности проектов по внедрению систем управления предприятием.

Согласно принципу ASAP, методология ведения проекта основана на маршрутных картах, которые содержат подробное описание этапов реализации проекта и раскрывают наиболее значимые стороны и фазы внедрения. Наряду с маршрутными картами предоставлены шаблоны документации, необходимой для каждого из этапов проекта. Таким образом, благодаря подходу ASAP, компаниям, занимающимся внедрением решений SAP, не требуется тратить время на составление правил и схем выполнения работ по проекту. Так, методология внедрения ASAP содержит маршрутную карту, базу знаний по проекту, инструментарий внедрения и дополнительные сервисы [1].

3. Методологии от Oracle

Oracle в своих проектах использует две интегрированные методологии – методологию управления проектами Project Management Method (PJM) и технологическую методологию развертывания программных приложений Application Implementation Method (AIM).

AIM – это методология, описывающая, какие задачи необходимо выполнить для успешного завершения проекта, какие требуются ресурсы, а также предоставляющая необходимый набор шаблонов для поддержки проекта. AIM делит проект на следующую структуру: фазы, процессы и задачи.

Каждый процесс проходит через фазы, содержит в себе набор задач, поддерживается определенным набором шаблонов документов. Задача – неделимый объем работ, который обязательно заканчивается документированным результатом.

Oracle Unified Method (OUM) – последняя разработка компании Oracle, поддерживающая новые решения и архитектуру. Данная методология так же предоставляет руководство, шаблоны и структуру работ, и считается более проработанной по сравнению с AIM, так как учитывает современные требования к системам и технологиям (web-решения, облачные решения, сервис-ориентированная архитектура) [4].

Представленные методологии применяются при внедрении информационных систем различных уровней сложности, в различных сферах деятельности. Но эти методологии, как правило, не применяются при внедрении продуктов фирмы "1С". Это обусловлено рядом факторов. Основной заклю-

чается в том, что данные методологии не имели цели охватить весь объем и все особенности информационных систем, представленных на рынке. Поэтому использование рассмотренных методологий в "чистом" виде при внедрении выбранного программного продукта не является обоснованным. Однако отдельные методы и приемы можно использовать в новой методологии, которая аккумулирует лучшее, учитывая при этом характерные особенности решений от "1С".

В результате анализа характерных особенностей существующих методологий выявлены соответствия необходимых методов и приемов, которые будут использоваться в разрабатываемой методологии (табл. 1).

Таблица 1 – Соответствие особенностей методологий и необходимых возможностей

Возможности методологии	ORACLE	MICROSOFT	ASAP
Возможность учесть размеры организации и количество сотрудников	+	+	+
Возможность изменять параметры, влияющие на процесс внедрения и зависящие от сферы деятельности компании		+	+
Возможность учесть разнообразные источники и потоки данных	+		+
Возможность отслеживать выполнение этапов процесса внедрения для заказчика		+	
Возможность учесть финансовые параметры внедрения	+	+	+
Учет возможности "безболезненной" интеграции с другими системами компании	+	+	
Возможность разбиения процесса внедрения на четкие временные этапы	+	+	
Возможность управления рисками		+	
Возможность управления временем и ресурсами		+	
Возможность обучения конечных пользователей во время процесса внедрения			+

В качестве примера методологии приведено краткое описание одной из корпоративных методик внедрения информационных систем на основе рассмотренных инструментов, рекомендаций и выявленных возможностей методологий. Проект внедрения включает в себя шесть этапов: подготовка проекта, анализ операций, дизайн системы, построение системы, переход и эксплуатация [5].

Цели и задачи этапов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика этапов внедрения на основе разработанной методологии

Этап проекта	Цели этапа	Выполняемые работы (пакеты работ)
Подготовка проекта	Формирование проектных документов и команды проекта	1. Организовать проект: сформулировать ожидаемые результаты и детальный план проекта; создать команду проекта и его инфраструктуру. 2. Создать модель автоматизации: определить финансовую и операционную структуры компании; определить текущие бизнес-процессы и учетные процедуры. <i>Результаты:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Общее описание деятельности; • Анализ текущих бизнес-процессов; • Модель управленческого планирования и учета; • Предварительный концептуальный дизайн системы; • Обученная команда внедрения; • Детальный план проекта внедрения
Анализ операций	Оценка специфики и создание детального рабочего плана проекта	1. Анализ бизнес-процессов: сбор информации о бизнес-процессах и разработка модели; внесение в существующие бизнес-процессы изменений и дополнений, необходимых для соответствия модели системы. 2. Разработка требований к оборудованию, программному обеспечению и коммуникациям. 3. Определение задания на. дополнительные разработки в системе. 4. Разработка моделей тестирования и перехода на новую систему. <i>Результаты:</i> <ul style="list-style-type: none"> • Утвержденная модель будущих процессов; • Анализ реализации процессов в системе; • Анализ достаточности структуры базы данных; • Концептуальный дизайн системы; • Требования к изменению или расширению функциональности системы
Дизайн системы	Проектирование системы	1. Преобразование бизнес-процессов: определение сценариев работы в системе; проектирование параметров системы; подготовка первой версии рабочих инструкций. 2. Разработка детальных схем дополнительных разработок. 3. Разработка материалов для обучения. 4. "Техническое" проектирование системы: проектирование архитектуры ПО; проектирование системы безопасности; определение требований к оборудованию; проектирование организации базы данных. 5. Разработка средств конвертации данных. 6. Подготовка инфраструктуры тестирования системы.

Этап проекта	Цели этапа	Выполняемые работы (пакеты работ)
		<p><i>Результаты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Описание настройки системы; • Техническое задание на разработку модулей системы; • Описание соответствия данных существующей системы с данными системы; • Сценарии тестирования интеграции с другими системами; <p>План обучения пользователей</p>
Построение системы	Создание рабочей версии системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Разработка дополнительного программного обеспечения: функциональное расширение модулей и базы данных, разработка интерфейсов с существующими системами, разработка программ конвертации данных. 2. Тестирование. 3. Разработка документации для пользователей, системных администраторов и технической поддержки. 4. Разработка и тестирование процедур инсталляции. <p><i>Результаты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Установлена рабочая версия системы; • Настроены параметры системы; • Проведено тестирование системы; • Созданы инструкции для пользователей; • План перехода на новую систему
Переход	Запуск системы в эксплуатацию	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установка системы конвертации данных, загрузка и проверка данных в системе. 2. Обучение пользователей. 3. Окончательная настройка системы. 4. Организация поддержки системы. 5. Обеспечение нормальной работы пользователей. 6. Переход к эксплуатации системы
		<p><i>Результаты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Конвертированные и проверенные данные; • Результаты окончательного тестирования; • Подготовленные пользователи; • Рабочая система. <p>Инфраструктура поддержки системы</p>
Эксплуатация	Поддержка и развитие системы	<ol style="list-style-type: none"> 1. Начало эксплуатации системы. 2. Аудит системы, измерение производительности. 3. Прекращение использования старой системы. 4. Поддержка системы и определение новых направлений. <p><i>Результаты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Работающая система; • Результаты проверки эффективности использования системы; • Рекомендации по дальнейшему развитию системы

Таким образом, основываясь на выявленных возможностях наиболее известных методологий и учитывая особенности выбранной ERP-системы, разработан вариант методологии, который позволит достичь основной цели внедрения – получить эффективное решение для бизнеса.

Библиографический список

1. Внедрение SAP R/3: Руководство для менеджеров и инженеров. [Электронный ресурс]. URL: <http://bit.ly/ZRIRHI> (дата обращения 13.02.18).
2. Методология Microsoft Dynamics Sure Step, Microsoft Dynamics. [Электронный ресурс]. URL: microsoft.com/Rus/dynamics/howtointegrate/-methodology.mspx (дата обращения 11.02.18).
3. Назначение "1С:ERP". Система программ "1С:Предприятие". [Электронный ресурс]. URL: <http://v8.1c.ru/erp/appointment.htm> (дата обращения 15.01.18).
4. Обзор Oracle Unified Method (OUM). [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oracle.com/partners/ru/products/applications/oracle-unified-method/implement-solutions/index.html> (дата обращения 11.02.18).
5. Управление внедрением информационных систем. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.intuit.ru/studies/courses/2196/267/lecture/6794> (дата обращения: 17.01.2018).

Определение времени защитного действия гелеобразующих составов, нанесенных на защищаемые конструкции

Шныпарков А. В., Копытков В. В. (г. Гомель, Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, кафедра оперативно-тактической деятельности и техники)

Аннотация. Рассматривается возможность нанесения слоя гелевой жидкости на поверхности защищаемых конструкций в качестве меры, препятствующей воспламенению конструкции на протяжении определенного времени. В статье получена аналитическая зависимость температуры внутри образца конструкции от толщины слоя гелевой жидкости, нанесенной на образец с течением времени.

Abstract. The possibility of drawing a layer of gel liquid on a surface of the protected designs as the measure interfering ignition a design throughout certain time is considered. In article the analytical dependence of temperature in a design sample is received from thickness of a layer of the gel liquid applied on a sample eventually.

Ключевые слова: плотность теплового потока, тепловое излучение, температура воспламенения, высота пламени, краевые условия.

Key words: density of a thermal stream, thermal radiation, ignition temperature, flame height, regional conditions.

В современных условиях становится актуальной проблема несоответствия противопожарных разрывов между малоэтажными жилыми домами в секторе индивидуальной жилой застройки по причине ее высокой плотности. В результате этого возникновение пожара влечет за собой значительные материальные потери, а нередко приводит к человеческим жертвам [1]. Противопожарные разрывы между зданиями и хозяйственными постройками на соседних приусадебных участках нормируются в соответствии с действующими ТНПА [1] и могут составлять от 6 до 15 м в зависимости от степени огнестойкости здания.

Подходы к решению данной задачи немногочисленны: возведение противопожарной стены первого типа [2], что влечет значительные материальные затраты; расчет суммарной площади застройки [3], что, собственно, не исключает возможности распространение огня на близлежащие постройки; расчет интенсивности теплового излучения при пожаре [4].

В данной работе рассматривается возможным вариантом решения проблемы нанесение слоя состава, который будет снижать величину теплового

воздействия на поверхности защищаемых конструкций из древесины. Передача тепла через состав к защищаемой конструкции происходит за счет теплопроводности самого состава и его твердых продуктов разложения. Таким образом, решающим фактором, определяющим эффективность состава в условиях пожара, является теплоизолирующая способность, которая зависит от толщины покрытия.

Рассмотрим расчет интенсивности теплового излучения при пожаре (рис. 1).



Рисунок 1 – Зависимость интенсивности теплового излучения от расстояния

В качестве материала, который принимает облучение, будем рассматривать древесину. Критические значения интенсивности облучения для древесины изменяются в зависимости от времени облучения (табл. 1).

Таблица 1 – Критическое значение интенсивности облучения

Материал	Минимальная интенсивность облучения, Вт/м ² , при продолжительности облучения, мин		
	3	5	15
Древесина	18 800	16 900	13 900

Поставим задачу определения температуры образца материала при нанесении слоя состава. Для этого необходимо определить температуру образца в граничном с составом слое, которая будет начальной температурой для образца.

При одностороннем воздействии теплового потока уравнение распределения температуры внутри образца будет иметь вид [5]:

$$— —, \tag{1}$$

$T_{св}$ – температура горячего вещества, К.

Коэффициент облученности между излучающей и облучаемой поверхностями вычисляется по формуле:

$$\epsilon = \frac{1}{1 + \frac{1}{\epsilon_1} + \frac{1}{\epsilon_2} + \frac{1}{\epsilon_3} + \frac{1}{\epsilon_4}} \quad (5)$$

где $a = H/2$; $b = d/2$;

Высота пламени H , м, определяется по формуле:

$$H = 0,35 \sqrt{d}$$

r – расстояние между излучающей и облучаемой поверхностями, м.

Эффективный диаметр горения d , м, определяется по формуле:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}} \quad (6)$$

где F – площадь очага пожара, м².

Исходя из сделанных выкладок, определяем плотность теплового потока непосредственно перед слоем состава и на границе его с образцом.

Температура во внутреннем слое геля, нанесенном на поверхность образца, будет определяться из уравнения (2).

Графически зависимость температуры на поверхности древесины от времени воздействия тепловым потоком плотностью 10 кВт/м², 15 кВт/м², 20 кВт/м² при нанесении на поверхность облучаемого материала состава толщиной 1 сантиметр показана на рис. 2. Удельную теплоемкость гелевого слоя принимаем равной 4182 Дж/(кг·К).

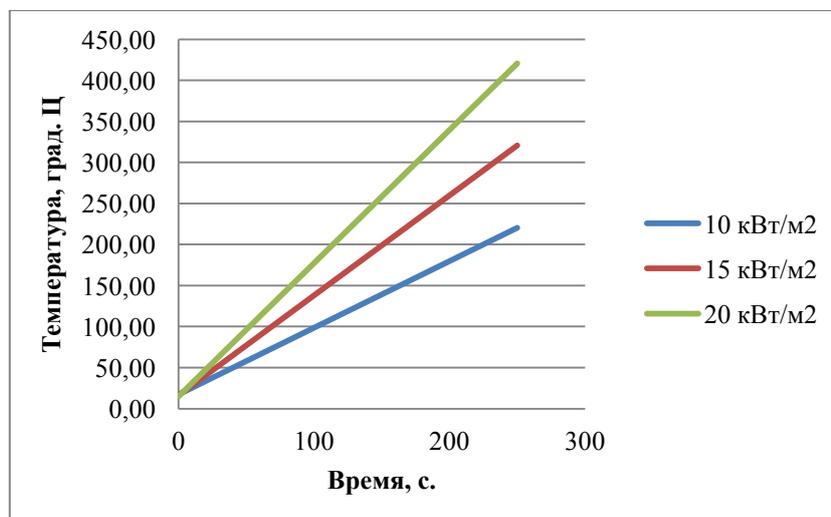


Рисунок 2 – Изменение температуры во времени при толщине состава 1 см.

В зависимости от вида древесины температура воспламенения составляет 230–250°. Из вышеуказанного графика мы видим, что при тепловом излучении плотностью 10 кВт/м², воспламенение произойдет через 280–290 секунд после начала воздействия теплового излучения.

Таким образом, на значение величины температуры в граничном с древесиной слое значительное воздействие оказывает толщина слоя состава. При нанесении слоя состава на защищаемые конструкции, выполненные из древесины, мы можем предотвратить распространение пожара на близстоящие постройки, что приведет к минимизации материальных потерь и значительному снижению человеческих жертв.

Библиографический список

1. ТКП 45-2.02-242 "Ограничение распространения пожара. Противопожарная защита населенных пунктов и территорий предприятий. Строительные нормы проектирования".
2. ТКП 45-2.02-142-2011 "Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации"
3. ТКП 45-3.01-117-2008 "Градостроительство. Районы усадебного жилищного строительства. Нормы планировки и застройки"
4. СТБ 11.05.03-2010. Пожарная безопасность технологических процессов. Методы оценки и анализа пожарной опасности. Общие требования. Минск. Госстандарт. 2010.
5. Лыков, А. В. Теория теплопроводности / А. В. Лыков. – М. : Высшая школа, 1967. – 600с.
6. Постольник, Ю. С. Расчет температурных полей твердых тел основной геометрии при произвольных граничных условиях / Ю. С. Постольник, В. И. Тимошпольский, Д. Н. Андрианов // ИФЖ. – 2004. – Т.77, № 2. – С. 3–13.

**ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ИНЖЕНЕРА
НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ**

Математическое моделирование и прогнозирование динамики затрат предприятия

Круглова В. А., Неделько Н. С., Ковальчук В. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения)

Аннотация. Задачей каждой компании является сохранение экономической устойчивости предприятия, а так же расширение производства и наращивание объемов, что можно достичь путем снижения и рационального распределения затрат. Используемые на предприятиях бухгалтерские методы учета затрат уделяют недостаточно внимания влияющим на затраты факторам. В данной работе предлагается рассмотреть математические методы, которые способны дать эффективную оценку анализа затрат, и позволяющие осуществлять их более качественный прогноз.

Abstract. The objective of each company is to preserve the economic sustainability of the enterprise, as well as expand production and increase volumes, which can be achieved by reducing and rational allocation of costs. The accounting methods used at enterprises do not pay enough attention to cost-influencing factors. In this paper, it is proposed to consider mathematical methods that are capable of giving an effective evaluation of the cost analysis, and allowing for a more qualitative forecast.

Ключевые слова: затраты предприятия; математическое моделирование; аналитические методы; математические методы; прогнозирование.

Key words: enterprise costs; math modeling; Analytic methods; mathematical methods; forecasting.

Анализ динамики затрат является сложной задачей, предполагающей за собой множество вариантов, и требует определенных бухгалтерских методов их учета. Существующие на предприятиях методы управления затратами весьма вариативны, разнятся по своим целям и спецификой применения. Все методы имеют как отличающие их преимущества, так и недостатки, которые ограничивают их действия. Предлагаемые математические методы способны дополнить уже существующие, а так же посредством математического аппарата позволят осуществлять более точный прогноз и анализ затрат, при котором будет учтено влияние многочисленных факторов.

Проанализировав динамику показателей материальных затрат предприятия ПАО Мурманская ТЭЦ по кварталам с 2007 года по 2016 получается вывод, что рассматриваемый вид затрат составляет большую часть в общей совокупности затрат предприятия, а так же подвержен влиянию некоторых факторов.

В структуре затрат в 2016 году доля материальных затрат составила 67 %, т. е. большую часть в их структуре, данные приведены на рис. 1.

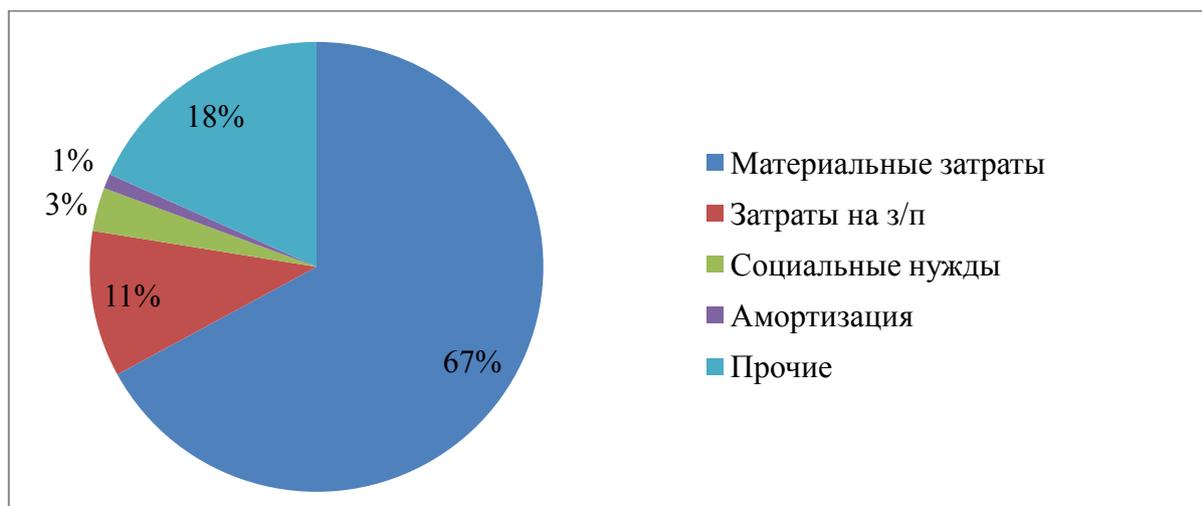


Рисунок 1 – Структура затрат в 2016 году

Анализ затрат с 2007 по 2016 (таблица 1) показывает их возрастание на 920 629 тысяч рублей в целом, но в 2016 году произошло их снижение на 68 983 тыс. руб. Интерпретация этого анализа представлена на рис. 2.

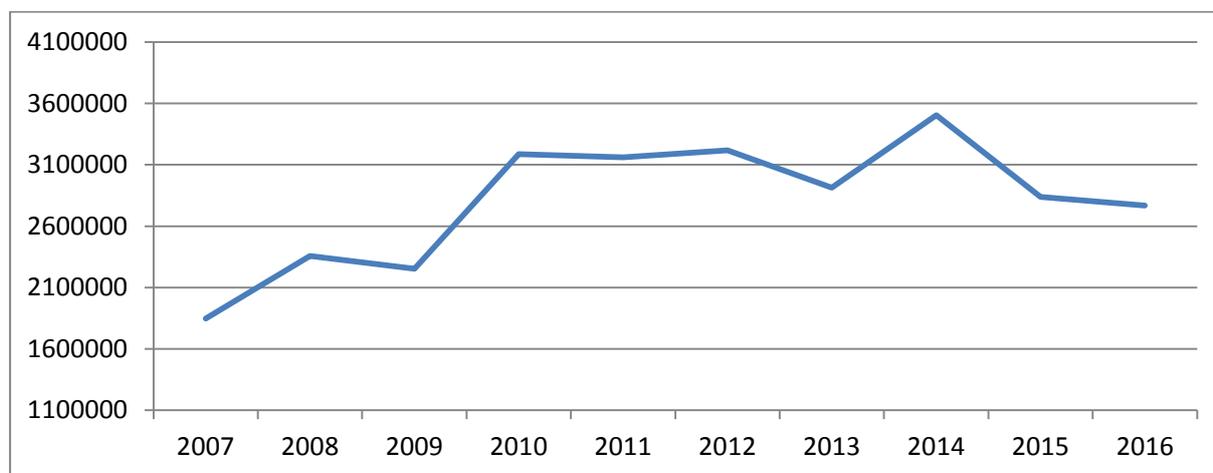


Рисунок 2 – Материальные затраты по годам (в тыс. руб.)

Таблица 1 – Материальные затраты по годам (в тыс. руб.)

Год	2007	2008	2009	2010	2011
Материальные затраты	1847573	2355703	2252039	3186635	3159891
Год	2012	2013	2014	2015	2016
Материальные затраты	3219017	2913736	3505510	2837185	2768202

За рассматриваемый период можно пронаблюдать тенденцию к снижению материальных затрат, что показано на рис. 2 и подтверждено полиномиальной моделью второго порядка с коэффициентом детерминации 0,798.

К тому же, изменение материальных затрат происходит неравномерно, и за рассматриваемый период наблюдается как снижение, так и увлечение материальных затрат. Наибольшее увеличение было в 2010 году на 41 % по отношению к предыдущему году. Наибольшее уменьшение было зафиксировано в 2015 году на 19 %.

Более того, за последний год произошло уменьшение затрат на 2 % по отношению к предшествующему году.

Используя математический метод, в данном случае метод главных компонент, проанализируем динамику материальных затрат за 2007–2016 год, где были выделены главные компоненты, которые оказывают наибольшее влияние на данные затраты. В сумме они составляют 94,65731 %. Первая компонента 79,34714 %, вторая компонента 7,55474 %, третья компонента 7,01823 %, и четвертая компонента 0,73709 %.

Отметим, что 1-я компонента описывает тенденцию изменения материальных затрат. 2-я компонента является сезонной и отражает повторяемость процессов во времени. 3-я компонента связана с изменением объема и номенклатуры выпускаемой продукции. 4-я компонента описывает влияние снижения себестоимости продукции за счет снижения постоянных расходов, и увеличения объема выпускаемой продукции.

Остальные компоненты являются незначительными и в совокупности составляют 5,34269 %.

Прогноз материальных затрат производится на основе 4-х главных компонент, и интерпретируется графиком на рис. 3 временного ряда, в данном случае это будут 41–44 последующих месяца, т. е. в совокупности следующий год.

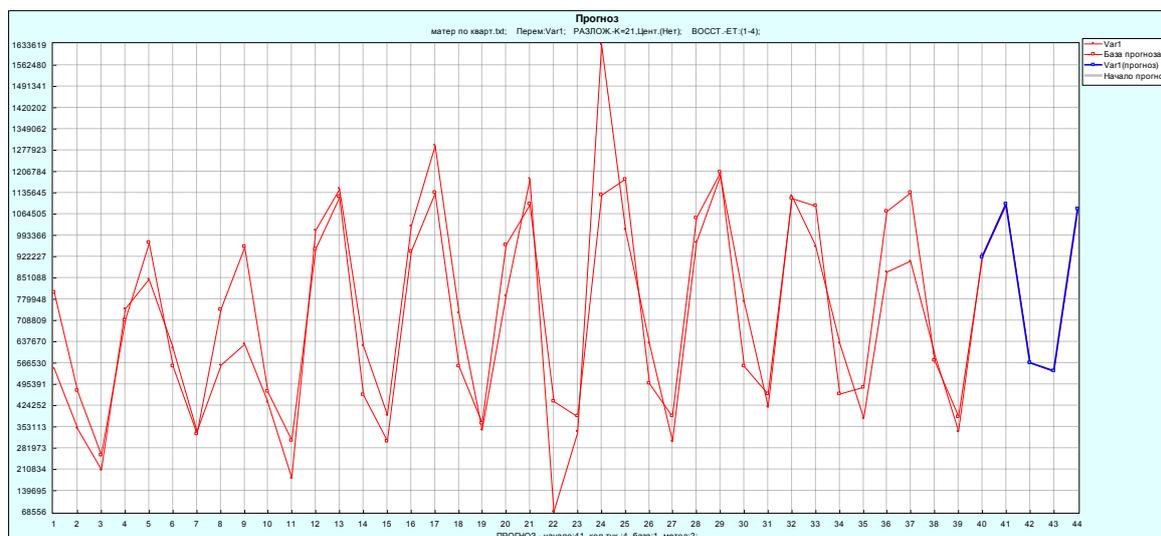


Рисунок 3 – Прогноз материальных затрат ПАО Мурманская ТЭЦ на будущий период

Из прогноза очевидно, что прогнозные значения материальных затрат на 4 квартала следующие:

- 41 квартал – 1 099 141 тыс. руб.
- 42 квартал – 567 403 тыс. руб.
- 43 квартал – 539 993 тыс. руб.
- 44 квартал – 1 079 954 тыс. руб.

Доверительный интервал с надежностью $\gamma = 0,95$ для материальных затрат, включая прогнозные значения, представлен на рис. 4.

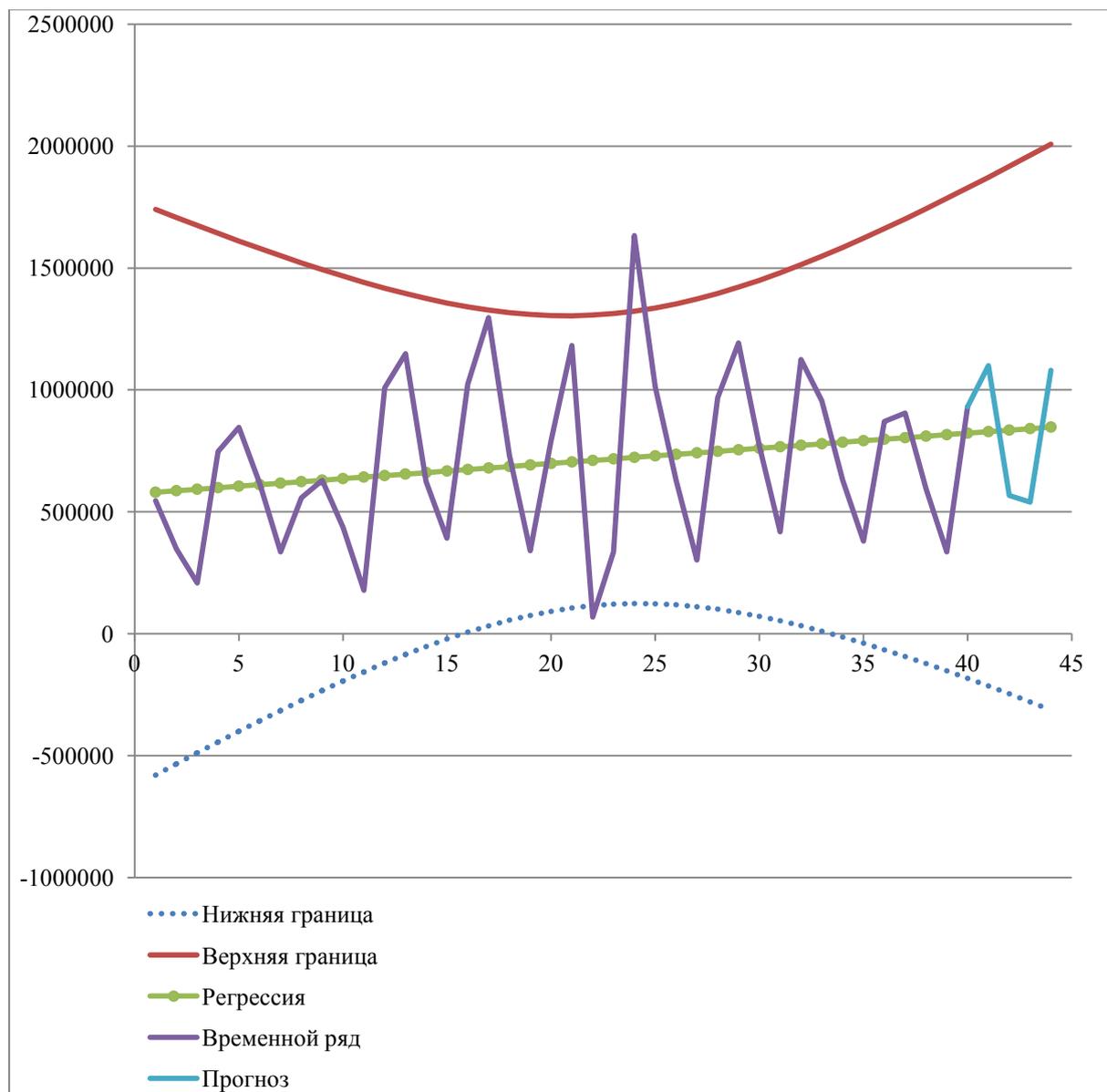


Рисунок 4 – Доверительный интервал для материальных затрат
ПАО Мурманская ТЭЦ на будущий период

Прогнозные значения материальных затрат на будущий период будет находиться в интервале от 1 828 540 до 2 007 973 рублей.

Адекватность модели подтверждена расчетом по критерию Фишера.

При использовании современных математических методов для управления затратами предприятия достигаются следующие результаты:

1. Устанавливается рациональный уровень затрат, впоследствии чего осуществляется эффективное использование всех видов ресурсов.
2. Оптимизируются управленческие решения, в свою очередь уменьшаются либо исключаются перерасходы.
3. Повышается точность учета затрат, а так же их оперативность.

Все это достигается при помощи математического моделирования и прогнозирования динамики затрат предприятия, что говорит о том, что данные методы являются достаточно эффективными.

Библиографический список

1. Кузьмина М. С. Акимова Б. Ж. Управление затратами предприятия (организации). – М. : КноРус, 2017. – 312 с.
2. Партыка Т. Л., Попов И. И. Математические методы. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2013. – 464 с.
3. Официальный сайт ПАО "Мурманская ТЭЦ" [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.murmantec.com/> – Загл. с экрана.

Дуализм науки и нравственности в подготовке инженера в рамках вуза

Мачкарина О. Д. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра философии и права)

Аннотация. В статье автор раскрывает проблему современной инженерной подготовки в рамках вуза, обращает внимание на различные оценки современного этапа научно-технического прогресса и изменение роли инженера в нем, на нравственную составляющую, дает обоснование необходимости сочетания естественно-технической и гуманитарной составляющих в учебном процессе.

Abstract. In the article the author reveals the problem of modern engineering training within the framework of the university, draws attention to various assessments of the current stage of scientific and technical progress and the change in the role of the engineer in it, on the moral component, provides a justification for the need to combine the technical and humanitarian components in the educational process.

Ключевые слова: техника, научно-технический прогресс, знания, личность, коммуникации, нравственность, ответственность личности, категорический императив.

Key words: technology, scientific and technological progress, knowledge, personality, communication, morality, responsibility of the individual, categorical imperative.

Техногенная цивилизация с ее достоинствами, включая мобильность, разветвленные сети коммуникаций, роботизацию, предоставила человечеству техническую возможность реализовать свои мечты о "золотом веке", о возможности управления процессами, включая природные, об ускорении темпов роста общественного блага, и реализации своих растущих потребностей, о возможности самореализации личности и росте благосостояния. Но именно эта цивилизация, отличающаяся ростом и накоплением информации, потребностью ее быстрой переработки, столкнулась с проблемой управления процессами, прежде всего управление машинами. Как пишет Освальд Шпенглер в работе "Человек и техника" (1931), механизация мира оказалась стадией "опаснейшего перенапряжения" для человечества и объясняется это тем, что "человеческое мышление уже не в силах улавливать собственные последствия". [4] Он справедливо полагал, что техника не сводится к изобретениям, ее нельзя понимать чисто инструментально. Это, прежде всего, "тактика всей жизни", порыв человеческой мысли, способность человека познавать и созда-

вать новое, отличное от природного, а так же пользоваться им. Пользование техническими достижениями – самое сложное для человечества, поскольку техника несет в себе и благо и вред для него. Сам человек должен научиться предвидеть негативные последствия и не допустить их.

Человеческая мысль стремится решить проблему, предлагая создание машин и инструментов, но при этом упускает самого человека, его личность. Н. А. Бердяев в 1933 году подчеркивал, что техника "убийственно действует на душу" и вместе с тем, вызывает "сильную реакцию духа", стремление личности к самосохранению и самореализации. [1] Человек в технизированном обществе столкнулся с проблемой противостояния человека и машины, источником которой стал сам человек, создавший машину, ставшую для него источником унижения. Не машина в этом виновата, а сам человек, который снял с себя всякую ответственность за последствия. Чтобы машина несла человеку благо, необходимо, чтобы сам человек стал "духовным" и действовал во имя человечества.

Ф. Фукуяма в 2002 году, отмечая в обществе наличие неоднозначной реакции на ускорение темпов технического прогресса, особенно биотехнологий и геномной инженерии, задался решением актуального вопроса: можно ли сохранить управление техническим прогрессом в руках человека? Понимая всю сложность сложившейся ситуации, возможность утраты человеком своего главенствующего положения в отношении к технике, Фукуяма сохраняет свою приверженность техническому прогрессу, уверенность в способности человека управлять процессами, в осознании ответственности за последствия принятых решений и реализованных в технике и технологиях мечтах [6].

Но чтобы реализовать эти мечты, человек должен получить необходимую подготовку, освоить накопленный человечеством опыт и знания.

В современном техническом университете подготовка специалиста технического направления (инженера, технолога), осуществляется согласно требованиям федерального образовательного стандарта, ориентированного на компетентностную подготовку обучающегося, включающую определенный спектр знаний, умений и навыков, позволяющих (в идеале) выпускнику быстро реализовать свои знания, свой потенциал в конкретном производстве, в науке. Однако темпы роста научно-технического прогресса, внедрения инноваций

в производство сегодня значительно опережают уровень подготовленности

выпускника. Выпускник вуза, исходя из необходимости производства, может повысить свою профессиональную квалификацию, однако это требует дополнительных затрат, которые можно предотвратить, изменив содержание подготовки специалиста в вузе. Данная проблема должна стать предметом изучения, как преподавателей естественно-технического и гуманитарного блоков, так и работодателей, заинтересованных в соответствующих специалистах. Обращаем внимание на то, что современный выпускник должен обладать не только необходимой производству базой знаний, включая знания в области фундаментальных и прикладных наук, но и способностью с осознанием долга и ответственности принять необходимое решение в нестандартных ситуациях. Конечно же, в образовательных стандартах соответствующих направлений подготовки специалиста, составленных чиновниками Министерства образования и науки, содержатся компетенции, предусматривающие формирование духовной культуры личности, такие как: готовность действовать в нестандартных ситуациях; способность нести социальную и этическую ответственность за принятые решения; способность к самоорганизации и самообразованию. Но, сталкиваясь с конкретной ситуацией, возникающей в процессе производства, молодой специалист испытывает определенные проблемы с применением тех знаний, которые он сформировал в процессе обучения. И это касается не столько его теоретической подготовки, сколько морали, противоречий между теми нормами, которые усвоил в вузе и тем решением, которое навязывается производственной организацией и его непосредственным руководителем, нацеленным на выполнение производственной задачи – экономической выгоды. Такую противоречивую ситуацию Ж. Эллюль вслед за ЖП. Сартром назвал "триумфом абсурда". [6]

Причин такого положения дел несколько, чтобы выявить их, сегодня необходим глубокий анализ подготовки современного инженера. Прежде всего, это касается информации, которая накапливается студентом в процессе обучения. Информационная база, сформированная у выпускника, т. е. система знаний, умений и навыков, ориентирована либо на настоящее, либо на прошлое, как знание, воплощенное в уже существующей технике и технологиях. Знания, умения, навыки, отрабатываемые студентом под руководством преподавателя на стендах, симуляторах, в лабораториях, имеют лишь приближенный характер по отношению к производству.

Необходимо отметить, что любой технической установке присуще свойство старения. Воплощенное в материалах знание (в технике, в технологиях) – это сформулированная теория, подтвержденная на практике, и внедренная в производство, как полезное знание, проявляющееся в работе конкретного узла, механизма (например, двигателя корабля) или самого судна. По мере использования, инженер-проектировщик убеждается в несовершенстве знания и необходимости уточнения. Поэтому, отрабатывая определенные теоретические знания на практике, в учебных лабораториях и симуляторах, студент учится решать задачи, присущие "прошлому" производству. Отдельные же аппараты, установки, симуляторы, напротив, демонстрируют отставание предприятий общественного производства от учебных моделей, и тогда происходит некая идеализация знаний. В дальнейшем от самого выпускника будет зависеть: сможет ли он применить эти (идеализированные) знания к решению конкретных задач или нет.

Транслируемые учеными, преподавателями, руководителями практик, специалистами – производственниками, в стенах вузов и на производстве в ходе практик, знания в виде теорий, методов, технологий, приемов, правил, ГОСТов и так далее, безусловно, формируют "почву" (в формулировке Л. Шестова [3]) для будущей профессиональной деятельности выпускника, в том числе и нормы инженерной этики, этики свободы и ответственности человека в принятии определенных управленческих решений, включая стадии проектирования и моделирования. Но ориентирована эта "почва" на идеалы, нормы, модели, "работающие" в рамках классной аудитории. Она нацелена на производство, как на "законченный процесс". В реальности мы сталкиваемся с иной действительностью, прежде всего, это касается состояния материально-технической базы производства, технической оснащенности предприятий, значительно отстающих от темпов роста научно-технического прогресса, что свидетельствует о существующем значительном отрыве науки от производства. Осуществляемые научно-исследовательские, технические проекты, разрабатываемые в рамках университетов, демонстрирующие возможности применения в производстве новых технологий и техники, экономическую целесообразность внедрения новаций, тормозятся на уровне самого производства.

Прежде всего, необходимо отметить, что внедрение новых технологий или установка нового оборудования – дорогостоящая новация, требующая

дополнительных инвестиций в производство, поддержку со стороны государства, а так же времени на модернизацию и подготовку квалифицированных специалистов, способных решать производственные задачи, принимать нестандартные решения в новых условиях.

Подготовка квалифицированных кадров в рамках вузов, требует особых инвестиций в учебное оборудование и переоснащение учебных аудиторий. Сегодня мы чаще сталкиваемся в классах и учебных лабораториях с устаревшим оборудованием.

Но вопрос подготовки заключается не только в том, насколько теория опережает практику или наоборот, а в том, какой вариант решения производственной проблемы выберет молодой специалист? Другими словами: как подготовлен современный выпускник к будущему? Способен ли он решать конкретные производственные задачи, взаимодействуя с машиной, погружаясь в сложноорганизованную систему "человек – машина", сделать выбор, требующий взвешенного анализа предполагаемых последствий?

Сегодня техника стала "средой" существования человека, обеспечивающей, с одной стороны, – возможность роста благосостояния, включая условия для реализации личной свободы (например, изменение характера труда, сокращения рабочего времени, развития сферы услуг и т. д.), с другой, – средой, изменившей смысл его жизни, систему ценностей и идеалов. Техника стала для человека не только средством покорения природы, способом приобретения благ, но и источником его творчества, его мыслей и желаний. Сегодня необходимо знать, что при взаимодействии с техникой человек сталкивается с технической экспансией. Он втягивается техникой в принудительный порядок технического роста, без осознания полезности конкретной новации, на что обращает внимание Ж. Эллюль. [6]

В современной технике заложена техническая возможность совершенствования, инновации, обуславливающая необходимость ее реализации человеком. Человек как элемент системы "человек-машина" должен понимать происходящие процессы и предвидеть возможные результаты, предупредив негативные для человека последствия, в том числе и угрозу утраты самим человеком свободы выбора решения. Однако темпы технического роста таковы, что инженер, пользователь не успевают оценить его результаты всесторонне. И объясняется данный факт не только темпами роста технических достижений, но и ростом информации, которая требует пристального вни-

мания со стороны исследователей и соответствующего уровня образования, соответствующей подготовки инженера.

Инженерная деятельность включает в себя изобретательство, конструирование, организацию производства технических систем. Основу его деятельности составляют, как и для ученого-исследователя, идеализированные природные объекты, но в отличие от ученого, инженер использует их для создания технических систем, вкладывая в них определенные научные знания, социальные ценности и нормы, регулирующие человеческую деятельность, субъективные ценности и идеалы, собственное видение и оценки будущего человечества. Научные знания, которые использует инженер в качестве теорий, концепций, идей, имеющие актуальность сегодня, не лишены сомнений, носят относительный характер и изменяются в зависимости от условий. Профессиональные знания, существующие в виде методов, приемов, технологий, правил, стандартов, ГОСТов, так же изменчивы и относительны. Поэтому инженер вынужден критически оценивать имеющуюся у него информацию при построении определенной парадигмы и включать собственные оценки. А потому важно обеспечить будущему инженеру полноценную подготовку, включая глубокое понимание основ человеческой деятельности. Еще Сократ посредством своей диалектики учил своих современников доходить до понимания оснований человеческих поступков. Сегодня это вновь актуально.

Еще И. С. Тургенев настаивал на необходимости особого образования, которые включало бы в себя не только научные знания, но и нравственность. Л. Шестов отмечал особую роль в этом процессе философии, которая должна "научить человека жить в неизвестности". [3]

Знанием научных теорий, концепций, идей, которые носят относительный характер, не должна ограничиваться подготовка будущего специалиста, важнее сформировать понимание происходящих процессов, способность управлять своим "страхом неизвестного", принимать необходимые решения в проблемных ситуациях и нести ответственность. Показателен пример, который приводит Лев Шестов в своем труде "Апофеоз беспочвенности": страх не остаться без крыши над головой подавляется человеком тогда, когда он оказывается в такой ситуации. Отсутствие "крыши над головой" вынуждает его решать эту проблему путем адаптации к конкретной ситуации, преодолевая в себе страх. В таком ракурсе подготовка специалиста требует от нас

другого понимания сути проблемы подготовки кадров: задача образования – обеспечить базу, чтобы человек смог выжить, сохранив себя как человека.

Наука и нравственность не противоположны друг другу, напротив, Шестов считает их "родными сестрами", которые родились от одного отца – закона. [3, с. 458] Это утверждение вновь возвращает нас к категорическому императиву И. Канта, к моральному принципу, обеспечивающему существование человека, который должен учитываться и развиваться как важнейшая составляющая учебного процесса.

Библиографический список

1. Бердяев Н. А. Человек и машина (Проблема социологии и метафизики техники // Путь. – Май 1933. – № 38. – С. 3–38.
2. Лефевр В. А. Смолян Г. А. Алгебра конфликта. – М., 1967.
3. Шестов Л. Апофеоз беспочвенности. – М. : АСТ, 2000. – С. 453.
4. Шпенглер О. Человек и техника. Культурология XX век. Сборник статей. – Перевод с немецкого. – М., 1995. С. 454–492. // Электронная публикация: Центр гуманитарных технологий. – 10.08.2010. URL: <http://gtmarket.ru/laboratory/expertize/3131>
5. Фукуяма Ф. Наше постчеловеческое будущее. Последствия биотехнологической революции. – М. : Изд-во "АСТ"; АОО "Люкс", 2004. – С. 264–267.
6. Эллюль Ж. Технологический блеф // Это человек. Антология. – М. : "Высшая школа", 1995. – С. 265–294.

К вопросу о подготовке кадров: кто будет осваивать инновационные сварочные технологии?

Пашеева Т. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Возрастание значения инноваций в экономике и стремительное развитие базовых технологий резко ужесточают требования к базовому образованию. Россия вынуждена срочно изменять ситуацию в одном из самых болезненных для нее вопросов – подготовке кадров для всех отраслей экономики.

Abstract. The increasing importance of innovation in the economy and the rapid development of basic technologies sharply tighten the requirements for basic education. Russia is forced to urgently change the situation in one of the most painful issues for her – training of personnel for all sectors of the economy.

Ключевые слова: высокотехнологичное производство, инновационные технологии, инженерное образование, университет, рабочие кадры, профессия, сварщик, квалификация, качество профессиональной подготовки.

Key words: hi-tech production, innovative technologies, engineering education, university, skilled workers, profession, welder, qualification, quality of vocational training.

Ключевым фактором экономического роста страны президент Российской Федерации Владимир Владимирович Путин называет повышение эффективности национальной экономики, в том числе за счет обеспечения высокого качества подготовки квалифицированных кадров рабочих и специалистов в системе профессионального образования.

Успех решения многообразных экономических и социальных задач, стоящих перед страной, определяется быстрым ростом производительности труда, резким повышением эффективности производства, ускорением научно-технического прогресса. Для повышения эффективности национальной экономики и для подъема производительности труда нужны значительные капиталовложения и квалифицированные кадры. Потребность в специалистах высокой квалификации, способных овладеть инновационными технологиями и новейшей техникой увеличивается из года в год. Например, в России имеется явный дефицит сварщиков и специалистов сварочного производства, как в оборонном комплексе, так и в гражданских отраслях промышленности. В подготовке специалистов сварочного производства наряду с высоким уровнем профессионального мастерства все большее значение приобретают овладение основами наук, понимание научных принципов развития техники, технологии и организации производства.

Это становится объективной производственной необходимостью и требует от сварщиков и специалистов сварочного производства непрерывного повышения знаний, совершенствования квалификации.

Современный этап развития промышленности диктует применение более надежных и эффективных методов сварки. Сварка и родственные технологии будут и дальше интенсивно развиваться, задача производства – внедрять инновационные сварочные технологии в производство, тем самым повышать надежность и улучшать качество выпускаемой продукции [1].

Внимание к проблеме подготовки специалистов сварочного производства всех уровней, от сварщика до главного специалиста, объясняется широким распространением сварочных работ в различных отраслях, в том числе, в судостроении и судоремонте. Профессия сварщик входит в число 50-ти профессий, наиболее востребованных на рынке труда. Требования к качеству сварочных работ вызваны необходимостью обеспечения безопасности эксплуатации объектов, на которых они ведутся, поэтому вопрос подготовки квалифицированных кадров для сварочной отрасли является краеугольным. В последние десятилетия в стране наблюдался глубокий системный сбой в подготовке специалистов сварочного производства, а это в свою очередь может стать реальной угрозой для государства. Отсутствие сварочного персонала может снести на нет все усилия по импортозамещению сварочных материалов и оборудования, разработке передовых технологий, так как внедрять технологии и работать на оборудовании в ближайшем будущем, возможно, будет просто некому. Кто в настоящее время может пополнить армию недостающих специалистов, кто выполнит сварку новых строящихся объектов?

Будущее развитие сферы применения сварки напрямую зависит от модернизации системы подготовки и сертификации кадров. Сложный вопрос подготовки кадров необходимо решать комплексно, включая усиление материальной базы учебных и научно-исследовательских лабораторий [2].

Модернизация отечественной промышленности может рассматриваться только в контексте с модернизацией и совершенствованием профессионального образования. Социальные требования к выпускникам колледжей и университетов развиваются с прогрессом общества, науки и техники. Возрастают требования как к мировоззрению, к овладению теорией науки и особенно теорией соответствующих профилирующих научных дисциплин, так и к ответственности и способности личности в использовании прогрессивных дан-

ных науки и техники в общественной практике, что соответствует ускорению научно-технического прогресса.

Цель педагогического процесса – формирование личности, выработка мировоззренческих позиций, установок в отношении обучения и профессии, активности, самостоятельности, инициативности, которые обеспечат способность и готовность выпускника колледжа, вуза к высоким и наивысшим достижениям для общества. Чтобы получить специалиста, готового к такой комплексной деятельности, средние и высшие учебные заведения должны решить ряд задач, заключающихся в обеспечении условий для подготовки техников, инженеров нового уровня, совершенствовании содержания и технологий образования.

Сложившаяся на протяжении XX столетия практика подготовки инженеров в вузе предполагала разделение высшего образования, академической науки и промышленности, что не способствовало обеспечению достойного качества инженерного образования. Таким образом, сложилось противоречие между необходимостью подготовки выпускника, способного решать быстро меняющиеся задачи инновационного производства и невозможностью достичь этой цели на основе существующих методик обучения в вузе [3].

Возрастание значения инноваций в экономике и стремительное развитие базовых технологий, постоянное увеличение их наукоемкости, резко ужесточают требования к базовому образованию инженеров, качеству их интеллектуальных, волевых и организационных способностей. Инженер должен быть способным формировать новые технические идеи и осуществлять исследовательскую и проектно-конструкторскую разработку для их реализации в опытном и серийном производстве [4].

Для развития системы подготовки кадров необходимы принципиальные изменения компетенций преподавателей, формирование научно-педагогического корпуса, способного актуализировать содержание курсов и использовать передовые технологии обучения, во многом опирающиеся на самостоятельную работу студентов. Интенсивность студенческой деятельности, эффективность обучения в вузе можно существенно повысить, если найти лучшие формы коллективной и индивидуальной деятельности, оптимизировать соотношение воспитания в коллективе и самовоспитания, имеющихся исследовательских задач, создать широкий спектр новых творческих задач.

Создание необходимых материально-предметных условий является предпосылкой для выполнения общественных требований к формированию и воспитанию в колледже, вузе. Материально-техническая оснащенность колледжа,

вуза – это не только необходимое условие среднего и высшего образования, но и важный воспитательный фактор. Образовательное учреждение, обладающее материально-технической базой на уровне самой передовой науки и техники, формирует у обучающихся способность после окончания учебы ответственно и сознательно распоряжаться огромным экономическим и общественным фондом, техническим оборудованием, новейшей технологией и другими средствами производительного труда. Обучение на отсталом оборудовании отнюдь не стимулирует формирование профессиональной гордости, гражданской ответственности за собственное дело. Только материально-учебная база, насыщенная новейшим оборудованием и наиболее совершенной на сегодняшний день информационно-вычислительной техникой, может гарантировать формирование технического специалиста, способного определять и разрабатывать новые направления общественного прогресса. К сожалению, развитие учебно-лабораторной базы за счет приобретения колледжами и вузами современного промышленного оборудования объективно не всегда возможно и зачастую нецелесообразно в силу дороговизны и необходимости его регулярного обновления, в этой ситуации основной путь развития – организация эффективного взаимодействия с высокотехнологичными компаниями в части использования их материально-технической базы. На современном этапе, в достижении наилучшего результата в подготовке кадров для предприятий страны одной из важнейших задач образовательной политики государства выступает всестороннее партнерство образовательных организаций с предприятиями реального сектора экономики, т. е. развитие сетевого взаимодействия.

Еще несколько лет назад мы наблюдали, что образованию и его проводникам – педагогическому корпусу, была отведена роль "самовыживания", при этом только профессиональная гордость, одержимость и высокое внутренне сознание создавали у истинных преподавателей мотивацию к повышению своего профессионального педагогического уровня, способствуя решению задач в области профессионального образования.

Собственно говоря, логическая цепочка преобразований должна начинаться с Учителя, с подъема его роли и статуса в обществе, с наполнения его сознания инновационными технологиями. Только потом можно ожидать серьезных плодов в изменении технологий обучения и воспитания, в изменении образа студента. Сейчас же все фактически начинается с бюрократии – с новых стандартов, требований, приказов. А учитель вынужден приравни-

ваться к потоку все новых указаний, зачастую изображая инновационную активность [5].

Современная парадигма среднего и высшего образования обуславливает необходимость в специальной подготовке преподавательских кадров. В настоящее время очевидно, что повышение квалификации преподавателей технических колледжей и вузов в обязательном порядке должно включать стажировки на высокотехнологичных предприятиях, для которых они готовят инженерные кадры, а еще лучше – гармоничное совмещение на регулярной основе преподавательской деятельности с инженерной деятельностью, например, в инжиниринговых центрах.

В последние годы отечественная система подготовки инженерных и рабочих кадров проходит этап глубокого реформирования, причины которого связаны с необходимостью появления нового поколения кадров, отвечающих запросам общества, государства и рынка труда.

Усилиями чиновников, горе – реформаторов от образования, сегодня в России путем умышленно раздутой вакханалии по "объединению" и "присоединению" к другим техническим вузам или университетам, фактически были ликвидированы все, так называемые заводы-втузы, т. е. полностью ликвидирована интегрированная система подготовки инженерных кадров для машиностроения [6].

Проведенная за последние годы в России политика по укрупнению вузов путем их объединения не привела к хорошим результатам. Все эти мероприятия привели к обыкновенному уничтожению (сокращению) вузов. Многие опытные преподаватели были "выставлены" за дверь или отправлены на пенсию [6].

Преобразования, потрясшие Россию в последние десятилетия, не могли затронуть и систему образования, которая еле устояла под настойчивыми реформаторскими толчками, далеко не всегда оправданными, последовательными и эффективными [7].

К сожалению, подобного рода реформы не обошли и наш, Мурманский государственный технический университет. Известие о том, что Мурманский государственный технический университет меняет собственника (из ведения Федерального агентства по рыболовству переходит в ведение Министерства образования и науки РФ) и становится структурным подразделением Мурманского арктического государственного университета взбудоражило людей. Бывшие выпускники "вышки" огорчились, абитуриенты и их родители насторожились, студенты задумались [8].

Задуматься есть над чем. Образование становится неперенным условием и средством для достижения интеграции общественных, научных и производительных сил общества. Каким должно быть современное высшее образование в современной России? Для кого существует университет? И без кого нет университета? Что значит быть конкурентоспособным вузом на рынке образовательных услуг? Кто и как должен готовить кадры для инновационного производства? Может ли система образования, в частности, могут ли профессиональные образовательные учреждения с опережением от текущих потребностей производства развивать свои регионы – их экономическую, социальную и культурную сферы?

Библиографический список

1. От угольного электрода до лазера: новая пятилетка НАКС // Сварка и диагностика. – 2017. – № 6 (66). – С. 10–17.

2. В печатной версии название статьи – "Искрометные кадры в фокусе внимания" (журнал "Морской бизнес", № 46, март, 2017 год)

1. Ежелева Л. Искрометные кадры в фокусе внимания: о сварке в судостроении <http://mbsz.ru/?p=27780>

2. Валишева Альфия Гаптыльбаровна Методическая система подготовки будущих инженеров в области сварочного производства к решению типовых профессиональных задач // Преподаватель XXI век. 2014. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskaya-sistema-podgotovki-buduschih-inzhenerov-v-oblasti-svarochnogo-proizvodstva-k-resheniyu-tipovyh-professionalnyh-zadach> (дата обращения: 11.04.2018).

3. Инженерное образование: мировой опыт подготовки интеллектуальной элиты / А. И. Рудской, А. И. Боровков, П. И. Романов, К. Н. Киселева. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. – 216 с.

4. Марков В. И. Парадоксы реформы образования // Вестник Кемеровского государственного университета культуры и искусств. 2008. № 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/paradoksy-reformy-obrazovaniya> (дата обращения: 16.04.2018).

КиберЛенинка: <https://cyberleninka.ru/article/n/paradoksy-reformy-obrazovaniya>

5. Ю. М. Зубарев Высококвалифицированные кадры – основа экономического развития России // Справочник. Инженерный журнал. 2017. № 7. – С. 39–43.

6. Управление современным университетом: Кол. Монография / Под общ. Ред. Проф. Г. И. Лазарева. – Владивосток : Изд-во ВГУЭС, 2005. – 324 с.

7. Преобразование Мурманского государственного технического университета [Электронный ресурс] // – Режим доступа:

http://profcom.myl.ru/news/preobrazovanie_murmanskogo_gosudarstvennogo_tekhnicheskogo_universiteta/2017-06-09-1757 – Данные соответствуют 2018 г.

Интерактивные технологии в ВУЗе: пример занятия по теме "Синусоидальные функции и способы их графического представления"

Ромахова О. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "МГТУ", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения, e-mail: olgaromahova@gmail.com)

Аннотация. В статье приводится подробный конспект занятия по теме "Синусоидальные функции и способы их графического представления" как пример применения интерактивных методов обучения.

Abstract. The article gives a detailed outline of the lesson on "Sinusoidal functions and ways of their graphical representation" as an example of the application of interactive teaching methods.

Ключевые слова: интерактивные методы, преподавание математики.

Key words: interactive methods, the teaching of mathematics.

Одно из направлений совершенствования подготовки студентов в современном вузе – введение интерактивных форм обучения. Использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий способствует формированию необходимых профессиональных и общекультурных компетенций.

Цели интерактивного обучения:

- повышение эффективности образовательного процесса, достижение высоких результатов;
- усиление мотивации к изучению дисциплины;
- формирование и развитие профессиональных навыков обучающихся;
- формирование коммуникативных навыков;
- развитие навыков анализа и рефлексивных проявлений;
- развитие навыков владения современными техническими средствами и технологиями восприятия и обработки информации;
- формирование и развитие умения самостоятельно находить информацию и определять ее достоверность;
- сокращение доли аудиторной работы и увеличение объема самостоятельной работы студентов [1].

Учебное занятие "Синусоидальные функции и способы их графического представления"

Продолжительность занятия – 1 пара (2 академических часа)

Цель занятия: усвоение обучающимися способов представления синусоидальных функций в электротехнике, анализ преимуществ и недостатков каждого способа, отработка навыков работы с каждым способом представления.

Задачи:

1) *Образовательная* – сформировать понятие синусоидальной функции, ее характеристиках, познакомить с основными способами ее представления, научить применять полученные знания при решении конкретных практических задач.

2) *Развивающая* – способствовать развитию аналитического и творческого мышления, профессионального интереса, коммуникативных умений, навыков командной работы.

3) *Воспитательная* – способствовать формированию личностных качеств, необходимых в будущей профессиональной деятельности (целеустремленности, ответственности, уважения к чужому мнению).

Форма проведения занятия: интерактивная лекция с элементами групповой работы.

Оборудование и материалы: письменные и чертежные принадлежности, тетради для конспектов лекции; аудитория для занятия должна быть оснащена проекционным оборудованием.

Ход занятия

1. Организационный момент, вступление, мотивация к изучению новой темы (5 мин.)

Приветствие, проверка присутствующих и готовности группы к занятию, сообщение темы и цели занятия, создание положительного настроения на работу.

Мотивация:

"Один из разделов электротехники – переменный ток. Как многие другие волновые процессы он может быть описан функцией, изменяющийся во времени по закону синуса. Такой ток называется синусоидальным. Кроме тока синусоидальной функцией также описываются переменные напряжение и ЭДС. Поэтому трудно переоценить важность синусоидальных функций в электро-

технике. Сегодня мы рассмотрим основные характеристики синусоидальной функции и некоторые способы ее представления, используемые в электротехнике".

2. Описание основного этапа проведения занятия (75 мин)

2.1 Лекция "Синусоидальная функция, ее характеристики и способы ее графического представления (40 минут)

С функцией $y = \sin x$ обучающиеся знакомятся еще в школе. Но, к сожалению, качество знаний об этой функции очень низкое, так как этот материал не входит в ЕГЭ. Поэтому в начале лекции необходимо повторить основные свойства функции $y = \sin t$, а также преобразование графика этой функции в график функции $y = A \sin(\omega t + \psi)$. Особое внимание стоит уделить периоду и частоте графиков функций, точке пересечения с осью OX .

Изложение теоретического материала (понятие синусоидальной функции, ее характеристики, способы ее графического представления) сопровождается мультимедийной презентацией, главная функция которой – визуализация графического и векторного представления синусоидальной функции.

Презентация содержит видеоролик, демонстрирующий, как радиус-вектор, вращающийся частотой, равной частоте синусоидальной функции, выдает одинаковое значение ординаты. Этот материал достаточно сложен для понимания, мультимедийная визуализация значительно упрощает восприятие. Статическая картинка (кадр видеоролика) представлена на рис. 1.

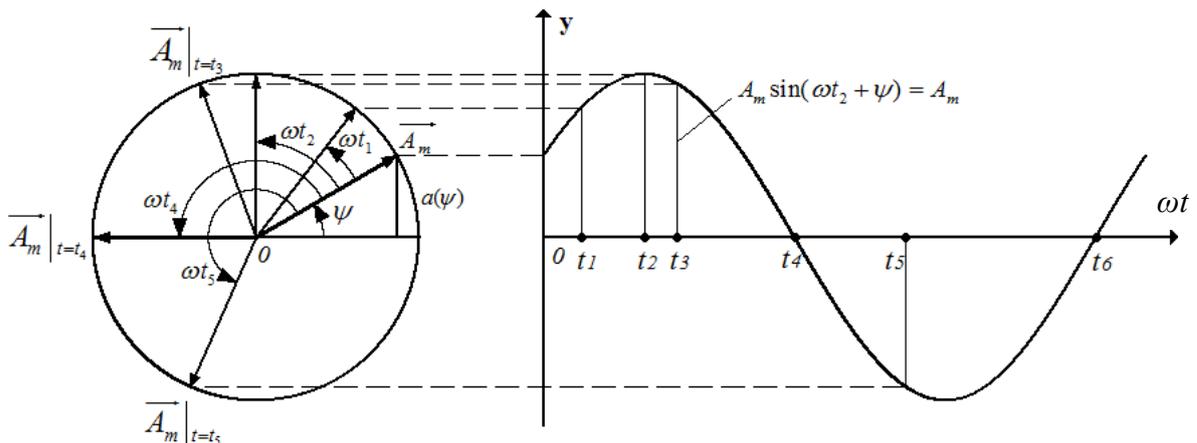


Рисунок 1 – Кадр визуализации

Для демонстрации особенностей работы с синусоидальными функциями в различных формах их графического представления на экран выводятся иллюстрации сложения двух величин в форме графиков – волновая диа-

грамма (рисунок 2а) и в форме радиус-векторов – векторная диаграмма (рисунок 2б). При этом преподаватель подробно описывает этапы построений.

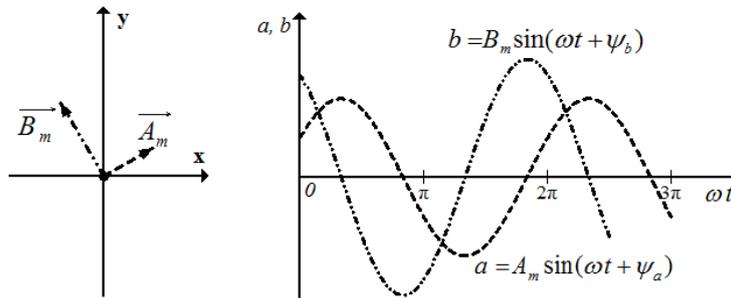


Рисунок 2

Особое внимание уделяется частотам синусоидальных функций – в задачах электротехники в рамках одной задачи они одинаковы, поэтому при сложении получается функция той же частоты (математическое обоснование!). При этом радиус-векторы, вращаясь с одинаковой частотой, не меняют своего взаимного расположения. Это позволяет изображать радиус-векторы, представляющие синусоидальные функции, только в начальном их положении, что значительно упрощает работу.

2.2 Групповая работа (35 мин)

Для отработки навыков работы с различными способами графического представления синусоидальных функций аудитория разбивается на две группы. Обоим группам дается одинаковое задание – сложить две синусоидальные функции одинаковой частоты. Но первая группа должна выполнить задание, построив волновую диаграмму, а вторая – векторную.

Задание 1. Даны функции: $a = \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)$ и $b = \sin\left(x - \frac{2\pi}{9}\right)$.

Построить *волновую* диаграмму этих синусоидальных процессов.

С помощью диаграммы найти амплитуду и начальную фазу функции $c = a + b$.

Задание 2. Даны функции: $a = \sin\left(x + \frac{\pi}{6}\right)$ и $b = \sin\left(x - \frac{2\pi}{9}\right)$.

Построить *векторную* диаграмму этих синусоидальных процессов.

С помощью диаграммы найти амплитуду и начальную фазу функции $c = a + b$.

Для начала участники каждой группы обсуждают набор средств, инструментов, необходимых им для выполнения задания. При этом допускается

использование приложений на смартфон (построители графиков функций) или интернета (сайты-построители графиков функций) участниками первой группы, если будет озвучена такая необходимость. Вторая группа должна заявить необходимость наличия транспортеров.

Выполнение задания производится участниками в тетрадях для конспектов лекций. Наиболее удачные диаграммы отбираются для демонстрации. Результаты работы групп представлены на рисунках 3(а, б).

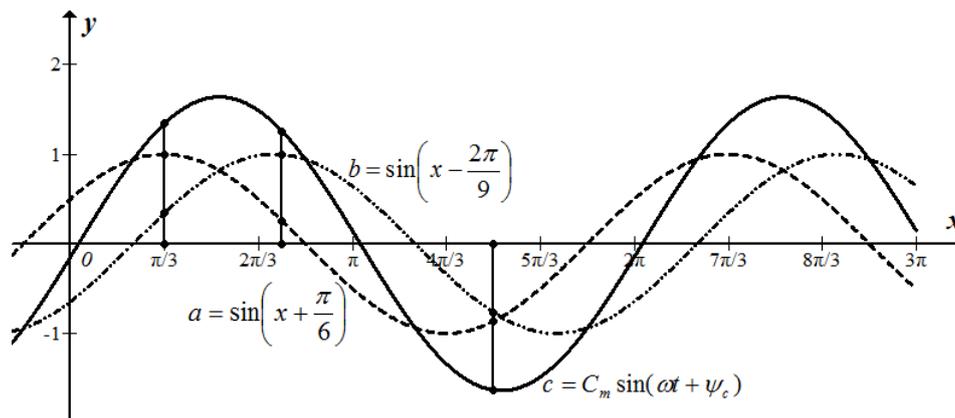


Рисунок 3а – Волновая диаграмма

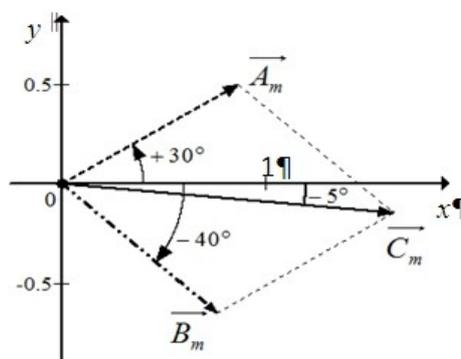


Рисунок 3б – Векторная диаграмма

После выполнения задания производится сопоставление результатов, суммарная синусоидальная функция должна быть одинаковой: $c = 1,6 \sin(\omega t - 5^\circ)$.

Самая важная часть этой групповой работы – анализ достоинств и недостатков каждого способа представления. Обе группы формулируют условия, при которых применение данной формы предпочтительнее, дает рекомендации для более качественного выполнения своего задания.

Группы меняются заданиями и выполняют его, пользуясь представленными рекомендациями.

Процедура групповой работы:

- 1) обсуждение средств и инструментов, необходимых им для выполнения задания – 3 мин.
- 2) выполнение задания каждым участником группы – 12 мин.
- 3) сопоставление результатов внутри группы, исправление возможных ошибок, выбор наиболее удачных построений – 3 мин.
- 4) демонстрация результатов участникам другой группы, сопоставления результатов, полученных каждой группой – 5 мин.
- 5) межгрупповая дискуссия о достоинствах и недостатках каждого способа, формулировка рекомендаций для более качественного выполнения заданий – 8 мин.
- 6) выполнение задания, используя второй способ – 9 мин

Задача преподавателя – четко сформулировать задание, ответить на все вопросы обучающихся, контролировать ход выполнения задания, при необходимости, помочь с окончательными выводами с помощью наводящих вопросов.

3. Подведение итогов занятия (10 мин.)

По окончании групповой работы преподаватель дает качественную оценку работы каждой группы, обращает внимание на стиль и манеру взаимодействия членов группы, желание и умение обучаемых слушать и слышать других, учитывать их мнение, выражать свои мысли четко, понятно и аргументировано.

При подведении итогов занятия перечисляются новые понятия, с которыми познакомились и которые должны быть усвоены: понятие и основные характеристики синусоидальной функции, два способа их графического представления, их особенности применения.

Сообщается, что на следующем занятии будет рассмотрен еще один способ представления синусоидальной функции – с помощью комплексного числа, поэтому дается задания повторить основную информацию о комплексных числах (алгебраическая, тригонометрическая и показательная форма, переход от одной формы к другой, операции над комплексными числами в этих формах).

Библиографический список

1. Проведение занятий с применением интерактивных форм и методов обучения: учеб. пособие / Т. И. Ермакова, Е. Г. Ивашкин ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2013. – 158 с.

2. Абакумова С. И. Профессиональная направленность преподавания математики в инженерно-техническом вузе // Вестник Университета Российской академии образования. – 2009. – № 1. – С. 156–158.

3. Петунин О. В., Мамонова Л. И. Профессиональная направленность физико-математической подготовки инженеров // Высшее образование сегодня. – 2007. – № 10. – С. 21–22.

4. Симкина И. М. Профессионально-ориентированная деятельность – основа обучения высшей математике младших специалистов электротехнического профиля // Didactics of mathematics: Problems and Investigations. Issue # 28. 2007. [Электронный ресурс]: Официальный сайт Национальной библиотеки Украины – Режим доступа:

www.nbuv.gov.ua/PORTAL/Soc_Gum/Dmpd/2007_28/_28/119

Интерактивное компьютерное средство для расчета трехфазного силового трансформатора

Саватеев Д. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов)

Аннотация. Представляются результаты разработки программного комплекса, предназначенного для сопровождения проектирования трехфазного силового трансформатора.

Abstract. The results of software package development for power transformer designing are presented.

Ключевые слова: электрическая машина, трансформатор, дистанционное обучение, компьютерные технологии в обучении.

Key words: electric machine, transformer, e-learning, information technologies in teaching.

Рабочая программа дисциплины, изучаемой в высшем учебном заведении, представляет собой авторскую работу. При реализации рабочей программы автор опирается, кроме литературных источников, на собственные методические разработки, среди которых все большее место должны занимать компьютерные средства обучения. Совершенно логично, что авторство таких средств также должно принадлежать разработчику рабочей программы. Возможно, потому что этот принцип не реализуется сегодня в широких масштабах, на исходе второго десятилетия активного внедрения компьютерных технологий в обучение, более уместно применять оборот "должны занимать", а не констатировать "занимают".

Вместе с тем современные инструменты программирования инженерных расчетов и разработки графического интерфейса позволяют, при минимальных навыках программирования, создавать учебные пособия, значительно превосходящие по своему функционалу традиционные учебные издания. И это не только традиционные функции тестирования, выдачи заданий и приема выполненных работ, симуляции физических процессов, анимации графиков и схем. В настоящей статье представляется средство обучения, реализующее функции проверки выполненных расчетов при проектировании электромагнитной системы трехфазного силового трансформатора.

Компьютерная программа TRANScalc внедрена в учебный процесс с целью повышения эффективности самостоятельной работы обучающихся при минимальном объеме контактной работы с преподавателем, что особенно востребовано при обучении по индивидуальному учебному плану, заочном,

дистанционном обучении. У программы два основных назначения, первое – сверка результатов самостоятельной работы с типовым, условно безошибочно выполненным расчетом, второе – апробация большого числа вариантов расчета с целью выработки путей получения оптимального результата проектирования. На рис. 1 показано титульное диалоговое окно программы. Пользователь, согласный с условиями использования программы, переходит к ее основному, рабочему окну, функциональные возможности которого будут рассмотрены далее. Обучающимся рекомендуется обращаться к компьютерной программе после того, как будут получены первые результаты расчета и возникнет необходимость в их проверке.

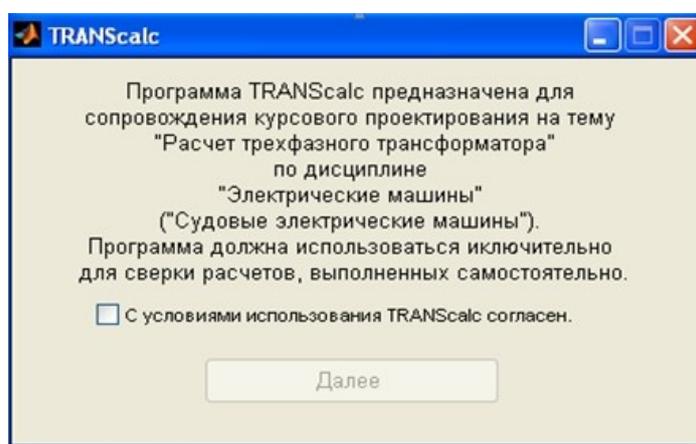


Рисунок 1 – Титульное диалоговое окно программы TRANScalc

Для ввода основных исходных данных в программу TRANScalc предусмотрена панель с ячейками редактируемого текста (рис. 2, поз. 1), расположенная в верхнем правом углу рабочего окна программы. Элементы управления, определяющие способ укладки провода обмотки низкого напряжения в исходном состоянии неактивны. Они активизируются в том случае, если по итогам расчета для обмотки низкого напряжения окажется выбран проводник прямоугольного сечения. Такой проводник может укладываться плашмя или на ребро. По умолчанию используется укладка провода плашмя. После нажатия на кнопку "Расчет" производится расчет электромагнитной системы трансформатора с заданными исходными данными, и в рабочее окно программы выводятся результаты расчета (рис. 2).

На рис. 2 отмечены следующие элементы рабочего окна: 2 – список основных результатов расчета; 3 – эскиз электромагнитной системы (основной вид); 4 – эскиз электромагнитной системы (вид сверху); 5 – Т-образная схема замещения со значениями параметров; 6 – координатные оси для вы-

вода графиков $\Delta u = f(\varphi)$ и $\eta = f(k_{нр})$; 7 – панель корректировки расчета; 8 – список корректируемых параметров; 9 – ячейка ввода значений корректируемых параметров; 10 – кнопка добавления/удаления значения избранного корректируемого параметра; 11 – кнопка удаления значений всех корректируемых параметров.

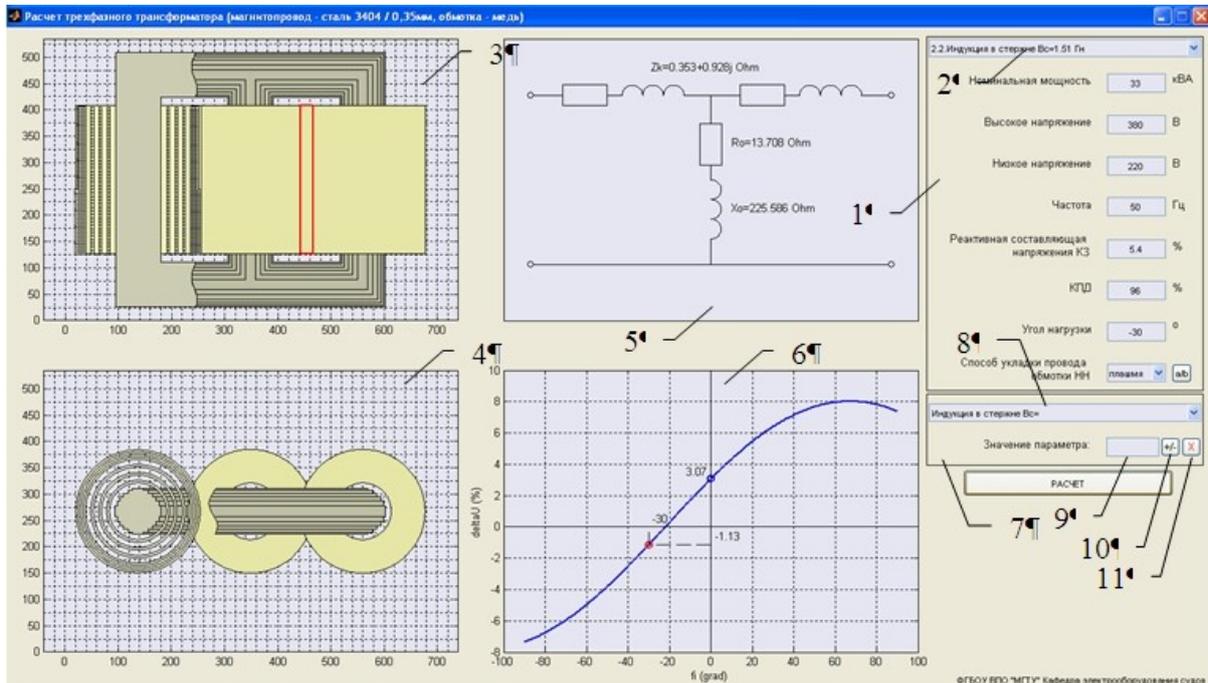


Рисунок 2 – Рабочее окно программы TRANScalc после первичного расчета

На рис. 3 представлена основная содержательная часть расчета электромагнитной системы трансформатора. Нумерация позиций списка соответствует нумерации этапов расчета, используемой в методических указаниях к курсовому проектированию.

Выше указывалось, что расчет, выполняемый программой, является условно безошибочным. Это значит, что исключены ошибки при выборе данных из справочного источника и при выполнении вычислений. В остальном программа действует аналогично усредненному студенту: производит расчет без учета критериев оптимизации вплоть до контрольной точки, в которой происходит проверка на соответствие критерию. В представленном примере расчета можно видеть три несоответствия таким критериям: число слоев обмотки, изготовленной из проводника прямоугольного сечения, должно быть не более двух, а по результатам расчета их три, ширины окна сердечника недостаточно для размещения обмоток (рис. 2, поз. 3) и плотность теплового потока на поверхности обмотки высокого напряжения превышает до-

пустимое значение на $12,2 \text{ Вт/м}^2$. Выявленные несоответствия должны быть устранены обучающимся.

2.2. Индукция в стержне $B_c=1,51 \text{ Гн}$
2.4. Коэффициент $\beta=1,692$ Коэффициент $K=0,7908$ Коэффициенты $K_z/K_{kr}=0,97/0,92$ (число ступеней - 6) Коэффициент $K_c=0,892$ Приведенная ширина канала рассеяния $a_p=0,024402 \text{ м}$ Диаметр окружности $d=87 \text{ мм}$
2.5. Активное сечение стержня $P_c=0,0053612 \text{ кв.м}$
3.1. Магнитный поток $\Phi=0,0080704 \text{ Вб}$
3.2. Число витков обмотки ВН/НН $w_b/w_n=213/123$
3.4. Ток обмотки ВН/НН $I_b/I_n=30,15/50 \text{ А}$
3.5. Плотность тока обмотки ВН/НН $j_b/j_n=2,29/1,91 \text{ А/кв.мм}$ Площадь сечения провода ВН/НН $P_b/P_n=13,2/26,2 \text{ кв.мм}$
3.6. Диаметр провода ВН без/с изол. $d_{во}/d_{вс}=4,1/4,5 \text{ мм}$ Допустимая плотность теплового потока $q=300 \text{ Вт/кв.мм}$ Радиальный размер прямоугол. сеч. провода НН $\leq 6,16 \text{ мм}$ Размеры голого провода НН $b_{но}/a_{но}=4,5/6,3 \text{ мм}$ Размеры изолированного провода НН $a_n/b_n=5/6,8 \text{ мм}$
3.7. Коэф. заполнения окна обмоточной медью $f_{ок}=0,3$ Площадь окна $P_{ок}=41294 \text{ кв.мм}$ Высота/ширина окна $h_{ок}/b_{ок}=333,9/123,7 \text{ мм}=2,7$
3.8. Число слоев обмотки ВН/НН по высоте окна $=67/44$ Число слоев обмотки ВН/НН по ширине окна $=4/3$ Расстояние между рядами катушки НН $a_{11}=10 \text{ мм}$ Толщина обмотки ВН/НН $a_2/a_1=18,72/35 \text{ мм}$
3.9. Радиальное расстояние между обмотками $a_{22}=23,8 \text{ мм}$
3.10. Уточн. высота/ширина окна $h_{ок}/b_{ок}=311,4/123,7 \text{ мм}$
3.11. Вес меди обмотки ВН/НН $G_{мв}/G_{мн}=51/40,4 \text{ кг}$
3.12. Вес стержней/ярм/седел $G_c/G_y/G_d=40,4/33,7/2 \text{ кг}$ Вес угла магнитной системы $G_y=2,9 \text{ кг}$ Вес стали/меди $G_{ст}/G_{м}=74/91,4 \text{ кг}=0,80963$
4.1. Коэффициенты добавочных потерь ВН/НН $=1,0012/1,0058$ Потери в меди обмотки ВН/НН $=639,27/322,55 \text{ Вт}$ Потери в стали/меди $P_{ст}/P_{м}=116,3/961,8 \text{ Вт}=0,12$ Площадь пов-ти охлаждения обмотки НН $P_{он}=0 \text{ кв.м}$ Пл. теплового потока на пов. обмотки НН $q=179,5 \text{ Вт/кв.мм}$ Площадь пов-ти охлаждения обмотки ВН $P_{ов}=1,04 \text{ кв.м}$ Пл. теплового потока на пов. обмотки ВН $q=612,2 \text{ Вт/кв.мм}$
4.2. Коэффициент $\beta=2,0928$ Приведенная ширина канала рассеяния $a_g=0,027907 \text{ м}$ Коэффициент Роговского $K_r=0,92792$ Напряжение КЗ $U_k/U_a/U_p=7,9/2,8/7,4 \%$
4.3. Установившийся ток КЗ $I_k=382,9 \text{ А}$ Ударный коэффициент $K_{уд}=1,3029$ Ударный ток КЗ $I_{к.уд}=705,6 \text{ А}$ Механич. напряжение сжатия обмотки НН $G_{рн}=1,3 \text{ МПа}$ Расчетная продолжительность КЗ $t_{кз}=3 \text{ с}$ Температура в режиме КЗ $T_{кз}=103,8 \text{ град.С}$
4.5. Полная мощность холостого хода $S_0=1916,8 \text{ Вт}$ Ток холостого хода, $I_0/I_a/I_{ор}=5,6/0,3/5,6 \%$
4.6. Схема замещения: $X_0/R_0/X_k/R_k=225,6/13,7/0,93/0,35 \text{ Ом}$

Рисунок 3 – Основные результаты расчета электромагнитной системы трансформатора

На рис. 4 показаны возможные действия по корректировке расчета. Для уменьшения числа слоев обмотки низкого напряжения намотка "плашмя" заменена на намотку "на ребро" (рис. 4а). Очевидно, что в данном случае такое изменение не уменьшает число слоев обмотки, поэтому следующим корректирующим действием становится изменение соотношения поперечных размеров проводника в соответствии с приводимой в справочной литературе номенклатурой обмоточной меди. При измененном соотношении число слоев обмотки низкого напряжения по ширине окна соответствует критерию проверки, однако уменьшение толщины обмотки стержня оказывается недостаточным для размещения обмоток в окне (рис. 4б). Увеличение ширины окна

устраняет это несоответствие и основной вид эскиза электромагнитной системы трансформатора становится оптимальным (рис. 4в).

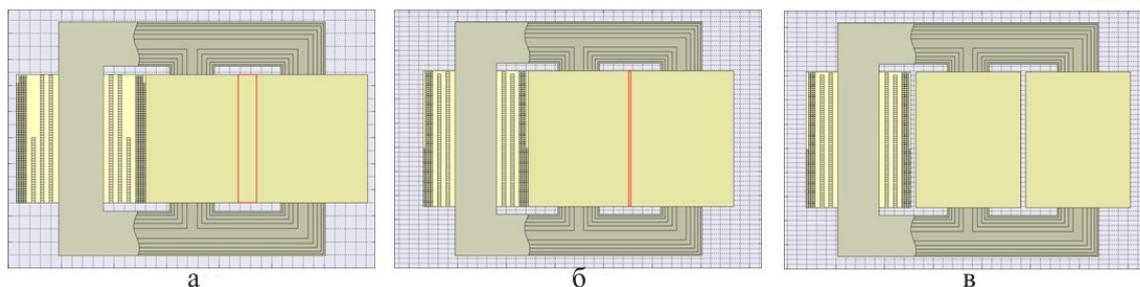


Рисунок 4 – Коррекция расчета:

- а) укладка провода обмотки низкого напряжения на ребро,
- б) изменение соотношения поперечных размеров проводника обмотки низкого напряжения, в) увеличение ширины окна магнитопровода

Для корректировки теплового расчета в дополнительном поле ввода (поз. 8, рис. 2) предусмотрена возможность изменения расчетной плотности тока в проводниках каждой обмотки, а также геометрических размеров окна сердечника, обуславливающее изменение площади поверхности охлаждения катушек.

Для размещения графиков зависимостей $\Delta u = f(\varphi)$ и $\eta = f(k_{нг})$ в рабочем окне программы TRANScalc предусмотрены общие координатные оси (поз. 6, рис. 2). По умолчанию в эти оси выводится график зависимости $\Delta u = f(\varphi)$, переключение на зависимости $\eta = f(k_{нг})$ производится кликом на свободном пространстве координатных осей.

На рис. 5 представлена зависимость изменения вторичного напряжения трансформатора в функции угла нагрузки. На графике отмечены две точки: синим маркером – номинальное изменение вторичного напряжения при активной нагрузке ($\varphi = 0$), красным маркером – номинальное изменение вторичного напряжения при заданной, активно-емкостной нагрузке ($\varphi = -30^0$).

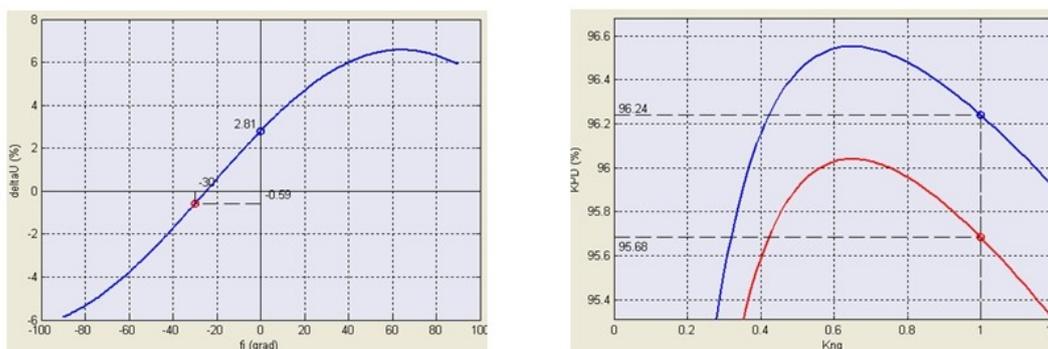


Рисунок 5 – Графики зависимостей $\Delta u = f(\varphi)$ и $\eta = f(k_{нг})$

Зависимости КПД от коэффициента нагрузки, построенные для спроектированного трансформатора, показаны на рис. 5. Зависимость, соответствующая активной нагрузке, изображена синим цветом, зависимость, соответствующая заданной, в данном случае активно-емкостной нагрузке, изображена красным цветом. На графиках отмечены значения КПД, соответствующие 100%-й загрузке трансформатора.

Заключение

С учетом современных требований, предъявляемых к электронной информационно-образовательной среде вуза, разработано компьютерное средство обучения, подтвердившее свою эффективность при реализации образовательных программ в индивидуальной, заочной и дистанционной формах.

Программная реализация процесса назначения повышенной академической стипендии

Скрябин А. В. (*г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра математики, информационных систем и программного обеспечения*)

Аннотация. В докладе рассматриваются правила назначения обучающимся повышенной академической стипендии (ПАС). Выделяются категории достижений, по которым обучающиеся могут претендовать на получение ПАС, описываются процесс конкурсного отбора и программное средство для автоматизации расчетов при назначении ПАС.

Abstract. In the report a high academic scholarship (HAS) rules are reviewed. The category of achievements, according to which students can apply for a HAS, are described. The selection process for a HAS is presented. A software tool for automating the calculations when assigning a HAS is described.

Ключевые слова: повышенная академическая стипендия; автоматизация процессов в университете.

Key words: a high academic scholarship; automation of processes in a university.

Одной из форм поддержки обучающихся в университете является повышенная академическая стипендия (ПАС). Правила, по которым должна назначаться ПАС, а также список категорий достижений, по которым обучающиеся могут претендовать на получение ПАС, перечислены в Порядке назначения государственной академической стипендии и (или) государственной социальной стипендии студентам, обучающимся по очной форме обучения за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, государственной стипендии аспирантам, ординаторам, ассистентам-стажерам, обучающимся по очной форме обучения за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета, выплаты стипендий слушателям подготовительных отделений федеральных государственных образовательных организаций высшего образования, обучающимся за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета (далее – Порядок), который был утвержден приказом № 1663 Министерства образования и науки РФ 27 декабря 2016 года.

Согласно Порядку обучающийся, имеющий за последние две сессии только оценки "отлично" и "хорошо" и не имеющий академических задолженностей, может претендовать на получение ПАС за достижения, получен-

ные в течение года, предшествующего назначению ПАС, по следующим видам деятельности: учебной, научно-исследовательской, общественной, культурно-творческой, спортивной. В каждом из видов деятельности можно обобщенно выделить следующие возможные достижения обучающихся:

– *в учебной деятельности*: две последние сессии закрыты только на оценки "отлично"; победа в мероприятиях различного уровня, направленных на выявление учебных достижений обучающихся; получение награды за результаты проектной деятельности или опытно-конструкторской работы;

– *в научно-исследовательской деятельности*: награда за результаты научно-исследовательской работы; наличие патента или свидетельства на результат интеллектуальной деятельности; выполнение гранта на выполнение научно-исследовательской работы; наличие публикации в научных изданиях различного уровня;

– *в общественной деятельности*: систематическое участие в проведении общественно значимой деятельности; систематическое участие в деятельности по информационному обеспечению общественно значимых мероприятий;

– *в культурно-творческой деятельности*: награда за результаты культурно-творческой деятельности; публичное представление созданного произведения литературы или искусства; систематическое участие в проведении публичной культурно-творческой деятельности;

– *в спортивной деятельности*: награда за результаты спортивной деятельности; систематическое участие в спортивных мероприятиях; выполнение нормативов и требований золотого знака отличия "Всероссийского физкультурно-спортивного комплекса "Готов к труду и обороне" [1].

В Порядке также сказано, что численность студентов, получающих ПАС, не может составлять более 10 процентов общего числа студентов, получающих государственную академическую стипендию.

На основании Порядка в ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет" разработано Положение о стипендиальном обеспечении и других формах материальной поддержки обучающихся ФГБОУ ВО МГТУ (далее – Положение), в котором уточнены и детализированы правила и критерии назначения ПАС. Так, касаясь вопроса о максимальном количестве обучающихся, получающих ПАС, уточнено, что общее количество обучающихся, получающих государственную академическую стипендию,

принимается за число таковых по состоянию на 1 октября текущего учебного года [2].

Конкурс на получение ПАС проводится дважды за учебный год: после зимней и летней промежуточной аттестации (сессии). Для участия в конкурсе обучающемуся необходимо в объявленные сроки предоставить стипендиальной комиссии заполненную анкету с перечислением своих достижений и пакет подтверждающих документов. После окончания сбора заявок стипендиальная комиссия приступает к их анализу на предмет соответствия заявленным категориям и актуальности. Когда все заявки обработаны, выстраивается общий рейтинг участников и первым n обучающимся из него назначается ПАС. Число n вычисляется как 10 % от числа обучающихся, получающих государственную академическую стипендию по состоянию на 1 октября текущего учебного года. Рассмотрим подробнее процесс построения рейтинга участников.

Каждому достижению, представленному в Положении, сопоставлено определенное количество баллов. Например, отличная успеваемость в течение двух семестров оценивается в 200 баллов; наличие у обучающегося публикации в международном издании оценивается в 300 баллов, а в региональном – в 100 баллов. Очевидно, что нельзя адекватно сравнить достижения в различных видах деятельности, например, что значительнее: награда за победу в международной олимпиаде или публикация в международном научном издании. В связи с этим первым этапом построения общего рейтинга конкурсантов является построение локальных рейтингов по видам деятельности. Это производится путем сопоставления каждому конкурсанту отношения его баллов по какому-либо виду деятельности к сумме баллов всех претендентов по этому виду деятельности. Например, если по учебной деятельности было подано три заявки от Ивана (300 баллов), Екатерины (400 баллов) и Петра (200 баллов), то локальный рейтинг по учебной деятельности будет выглядеть так:

- Екатерина – 4/9;
- Иван – 3/9;
- Петр – 2/9.

Итоговый рейтинг обучающегося можно было бы представить как сумму его локальных рейтингов, но предварительно необходимо провести процедуру нормализации видов деятельности, т. е. определения веса локальных рей-

тингов обучающихся в итоговом рейтинге. Это необходимо в связи с тем, что разные виды деятельности могут иметь неодинаковую степень представленности заявок, например, по учебной деятельности может быть подано 2 заявки, а по спортивной – 46. Без проведения нормализации обучающиеся, подавшие заявки по учебной деятельности, будут иметь необоснованное преимущество перед подавшими по спортивной. Для определения веса вида деятельности находится отношения числа заявок, поданных по нему, к общему числу заявок по всем видам деятельности. Так, если по учебной деятельности было подано 3 заявки, по научно-исследовательской – 14, по общественной – 12, по культурно-творческой – 20, а по спортивной – 35, то веса будут распределены следующим образом:

- учебная деятельность – $1/28$;
- научно-исследовательская деятельность – $1/6$;
- общественная деятельность – $1/7$;
- культурно-творческая деятельность – $5/21$;
- спортивная деятельность – $5/12$.

Локальные рейтинги обучающихся по каждому виду деятельности умножаются на веса соответствующих видов деятельности, а затем суммируются в итоговый рейтинг. Произведение локального рейтинга обучающегося по отдельному виду деятельности на вес этого вида деятельности называется *приведенными баллами* обучающегося по этому виду деятельности. Таким образом, итоговый рейтинг строится на основании сумм приведенных баллов всех обучающихся.

Помимо определения победителей в конкурсе на получение ПАС в задачи стипендиальной комиссии также входит установление конкретных размеров ПАС каждому победителю. Для этого необходимо установить стоимость приведенных баллов в рублях, что выполняется на основании следующих данных:

- размер стипендиального фонда данного конкурса;
- периоды назначения государственной академической стипендии для каждого из победителей в соответствии с графиками учебного процесса.

Исходя из периодов назначения государственной академической стипендии, для каждого победителя определяется количество месяцев, в течение которых он будет получать ПАС. Умножая количество месяцев назначения стипендии на сумму приведенных баллов для каждого победителя, а затем

суммируя полученные произведения, мы получаем общее количество приведенных баллов, по которым должны быть осуществлены выплаты ПАС. Таким образом, разделив размер стипендиального фонда на сумму приведенных баллов всех конкурсантов в соответствии с их периодами назначения стипендии, мы получаем стоимость 1 приведенного балла в рублях. Исходя из этой стоимости, получается размер ПАС каждого победителя.

Описанный выше процесс назначения ПАС является очень трудоемким с точки зрения количества обрабатываемых данных и расчетов. Для упрощения этого процесса и анализа дальнейшей его программной реализации была создана таблица Microsoft Excel, в которую вносятся данные о конкурсантах, их достижениях и периодах назначения государственной академической стипендии, а также о размере стипендиального фонда конкурса, а затем автоматически производятся расчеты рейтингов и размеров стипендий. При этом используются такие функции как СУММПРОИЗВ, СЧЁТЕСЛИ, стандартные математические функции, функции работы со строками и функции работы с датами.

Упрощая процесс назначения ПАС, представленное программное решение, тем не менее, является лишь прототипом специализированного программного средства с более широкими возможностями по работе с данными анкет конкурсантов, которое в настоящее время разрабатывается на кафедре математики, информационных систем и программного обеспечения МГТУ.

Библиографический список

1. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 27.12.2016 г. № 1663. // Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: <https://cdnimg.rg.ru/pril/136/11/26/45376.pdf> (дата обращения: 02.04.2018).

2. Положение о стипендиальном обеспечении и других формах материальной поддержки обучающихся ФГБОУ ВО МГТУ // Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: http://www.mstu.edu.ru/info/docs/uvsr/files/Pol_st_03.03.2017.pdf (дата обращения: 02.04.2018).

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФЛОТА

Особенности термического старения судовых кабелей с различным типом изоляции

Власов А. Б., Власова С. В., Мухалев В. А. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов)

Аннотация. Рассмотрены особенности длительного термического старения судовых кабелей с различным типом изоляции, в том числе, на основе полихлоропропеновой резины и поливинилхлоридного пластика.

Abstract. The Considered particularities of the long termal diligenсe of the ship cables with different type of the insulation, including, on base rubbers and PVC-plasticat.

Ключевые слова: твердость изоляции, кабели, экспресс-метод диагностики, качество изоляции, старение изоляции кабелей.

Key words: hardness of insulation, diagnostics, methods estimation technical condition, insulating the cables.

Процессы старения изоляции силовых электрических кабелей на судах происходят при повышенных значениях температуры, влажности воздуха, присутствии загрязнений.

Известные случаи пожаров на судах, в том числе, в жилых помещениях, как правило, связаны с повреждением кабельных трасс и короткими замыканиями в силовых сетях.

Таблица 1 – Известные случаи пожаров на судах

Дата	Судно	Причина	Владелец
2009	Танкер "Терек"	Неисправность электропроводки	Вспомогательный флот, Мурманск
2010	Тобаго	КЗ электропроводки на рыбофабрики	ООО "Вирма", Мурманск
2011	РТМ "Кремень"	Неисправность электропроводки	Находка, Приморье
2015	ТОО	Неисправность проводки в каюте	ЗАО "Вега", Мурманск

В настоящее время на судах кабели с резиновой изоляцией являются наиболее распространенными. В процессе ремонта и замены кабельных трасс возникает вопрос о пригодности кабельной трассы к дальнейшей работе. Как показывает практика, электрические характеристики резиновой изоляции в процессе теплового старения изменяются незначительно, и на их основе сложно произвести прогнозирование остаточного ресурса.

В период 1990–2018 гг. в МГТУ изучаются вопросы неразрушающего контроля технического состояния изоляции и определения остаточного ресурса судовых кабелей с резиновой изоляцией. Целью работы является разработка метода для оценки долговечности реальной кабельной продукции (кабели типа КНР, КНРГ, НРШМ и другие) с учетом физико-химических процессов старения.

Остаточный ресурс может быть оценен в том случае, если известны сроки службы кабеля при его непрерывной эксплуатации в условиях повышенных температур. Для анализа условий эксплуатации кабельных трасс произведен контроль температуры окружающей среды в различных помещениях промысловых судов тралового флота как традиционными методами (датчики температуры, термометры), так и с помощью тепловизионной техники (для оценки и детализации тепловых карт объектов).

Температура кабельных трасс на судах типа "Алтай", которая контролировалась в течение года в различных районах плавания, в локальных точках может существенно отличаться от средней температуры, регистрируемой в помещении. Это отличие наиболее сильно проявляется при анализе температурных режимов с помощью тепловизионной техники. В отдельных точках температура кабельных трасс достигает (70–80) °С и выше, вплоть до температуры 120 °С. Из гистограммы выборки температур кабельных трасс на судах (рис. 1) видно, что более 15 % кабельных сетей имеет температуру выше 60 °С, около 5 % – температуру более 70 °С и выше.

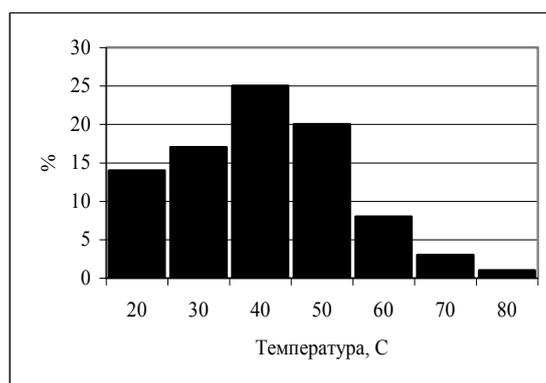


Рисунок 1 – Гистограмма выборки температур кабельных трасс на судах

При разогреве кабельных трасс под действием электрического тока, протекающего по жиле, в условиях недостаточной вентиляции, температура изоляции может достигать больших значений, и вследствие этого она ускоренно разрушается.

Исходным материалом для изготовления кабельной изоляции на судах является резина из полихлоропрена (наирита), из которой изготавливается шланговая оболочка кабелей типа КНР, КНРГ, НРШМ и других.

Согласно техническим условиям критерием работоспособности кабелей после истечения срока службы является отсутствие на поверхности шланговой оболочки трещин по длине. В процессе теплового старения кабель теряет эластичность, становится жестким. На шланговой оболочке и изоляции жилы возникают первоначально сетка мелких трещинок, а затем, трещины, открывающие доступ влажному воздуху, загрязнениям, вплоть до металлической жилы.

Для оценки срока службы кабелей нами разработана методика определения срока службы кабелей по кинетике массопотерь в процессе теплового старения при температурах, близких к температуре эксплуатации.

Рассчитанные значения ресурса шланговой изоляции приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения ресурса работы шланговой изоляции кабелей

Температура эксплуатации, °С	Ресурс работы, год		
	НРШМ	КНР	КНРГ
90	0,4	0,5	0,4
80	1,1	1,2	0,9
70	2,7	3	2
60	8	9	4
50	21	27	11
40	63	87	30

Старение кабеля происходит как при повышенных, так и при пониженных температурах, но с различной интенсивностью. Шланговая изоляция кабелей типа КНР, КНРЭ, НРШМ при эксплуатации при "комнатных" температурах сохраняет свои эксплуатационные свойства в течение четырех-пяти десятков лет. Но уже при температурах 50–60 °С и более шланговая изоляция покрывается трещинами в течение 10–6 лет и менее, а при более высоких температурах за меньшее время. Для учета прерывного процесса эксплуатации кабельных трасс при различных температурах и могут быть использованы методы, учитывающие эксплуатацию изделий при различных температурах. Учет реальных значений температур в различных точках трасс позволяет оценить вероятный срок службы.

В то же время в наибольшей степени разрушению подвержена резиновая изоляция жилы, находящаяся на воздухе (вне шланга). Многолетний

контроль за состоянием изоляции жилы на воздухе при комнатных температурах показывает, что резиновая изоляция жилы практически разрушается за время 25–30 лет (рис. 2).

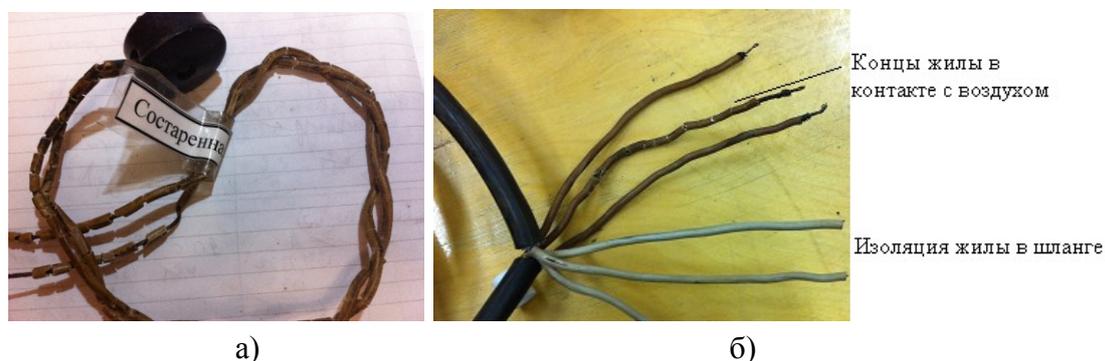


Рисунок 2 – Состаренная изоляция жилы кабелей типа КНР

Неоднократные результаты исследований на судах показывают, что интенсивному старению подвергается изоляция жилы (вне шланга) вблизи осветительных, например, потолочных светильников, так как температура фарфоровых патронов может превышать 60–70 °С над температурой среды, в особенности под потолочным перекрытием (рис. 3, а).

Аналогично, опасности подвергаются концы изоляции жилы в розетках, соединительных коробках при их недостаточно надежном исполнении (рис. 3, б) и аномальном перегреве контактных соединений в аппаратных зажимах.

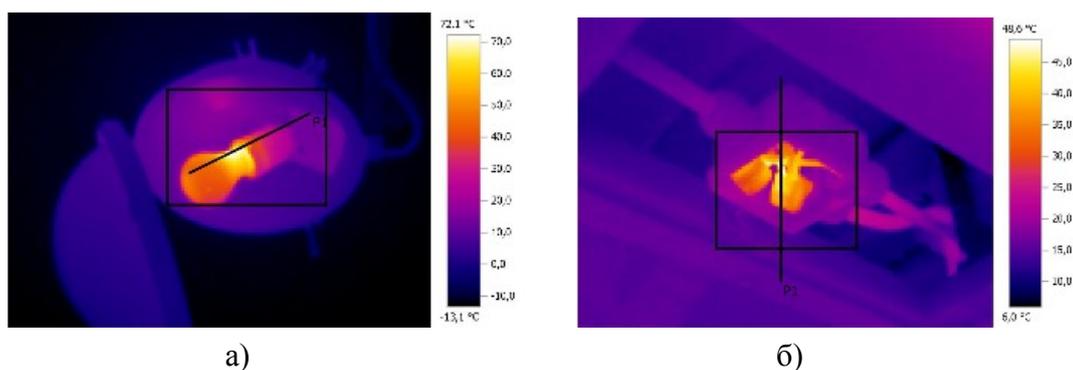


Рисунок 3 – Нагрев судовых светильников (а) и соединительной коробки (б) на судах

В процессе исследования старения судовых кабелей актуальным является разработка методов оперативного контроля за состоянием материала изоляции кабелей и оценка остаточного ресурса работы кабельных трасс.

Анализ тепловых процессов в судовых ДВС на основе термографии и инструментальных методов контроля

Власов А. Б.¹, Сергеев К. О.², Соловьев Б. В.³ (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", ¹кафедра электрооборудования судов, ²кафедра судовых энергетических установок, ³МЦПК ИДПО)

Аннотация. В данной статье рассмотрены изменение тепловых процессов при разных режимах работы ДВС с помощью термографии и снятия развернутой индикаторной диаграммы изменения давления в цилиндре в течении цикла при разных режимах нагрузки. Этот метод исследования позволяет оперативно получать данные для анализа и расширить возможности диагностирования режима работы ДВС. С помощью комплексного метода, диагностика и контроль рабочих процессов оборудования становится более эффективным и своевременным.

Abstract. In this article, we consider the change in thermal processes under different operating conditions of the internal combustion engine by means of thermography and removal of the expanded indicator diagram of the pressure variation in the cylinder during the cycle under different load conditions. This method of research allows you to quickly obtain data for analysis and expand the possibilities of diagnosing the operating mode of engines. With the help of a comprehensive method, the diagnosis and control of the working processes of the equipment become more efficient and timely.

Ключевые слова: теплограмма, термография, тепловизионный контроль, судовые ДВС, режимы нагрузки, предварительная оценка.

Key words: thermogram, thermography, thermal imaging control, ship engines, loading regimes, preliminary estimation.

Термографическая технология для исследования тепловых процессов в машинах, с помощью которой можно получить полное тепловое изображение машины или узлов машины без применения традиционных приспособлений и нарушения рабочего режима, не требует значительной настройки и обеспечивает оперативную диагностику. Подобные методы могут быть использованы как часть процесса мониторинга состояния, когда такой процесс осуществляется в соответствии с требованиями ISO 17359.

С учетом особенностей методов количественной термографии, в том числе, специфического влияния коэффициента излучательности на значения измеряемых температур поверхности, можно, в первом приближении, выделить множество прикладных задач, связанных с оперативной диагностикой

технического состояния машин и выработки экспертных решений. В данном исследовании, для подтверждения выводов на базе тепловизионного контроля, использовался диагностический комплекс для получения развернутой индикаторной диаграммы.

Рассмотрим результаты тепловизионного анализа для определения согласованности работы цилиндров судового двигателя компании SKL модель 3 NVD 24, работающего в составе дизель – генераторной установки. Поставлена задача оценки работы цилиндров на двух режимах нагрузки по косвенным параметрам, полученным в процессе анализа термограмм и индикаторных диаграмм.

Термограммы выхлопного коллектора при различных нагрузках приведены на рис. 1.

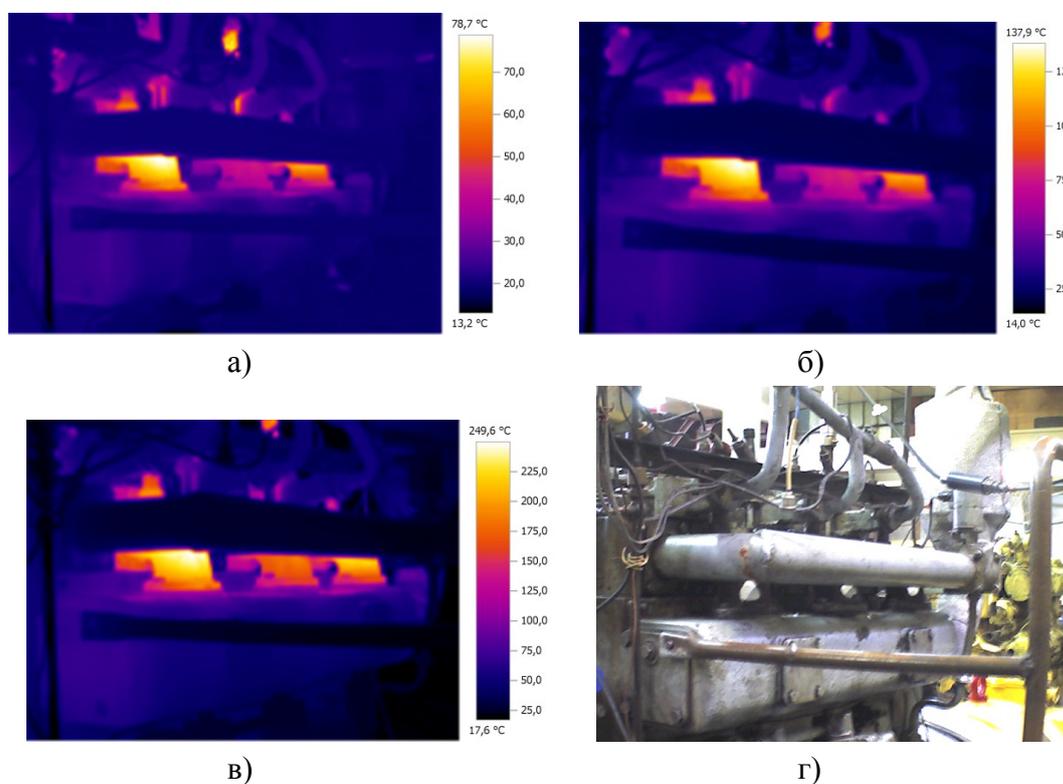


Рисунок 1. Термограммы выхлопного коллектора при различных нагрузках:

а) холостой ход; б) 40 % от номинала; в) 80 % от номинала;

г) снимок в видимом спектре

Анализ термограмм показывает, что на холостом ходу температура выхлопных газов третьего цилиндра (рис. 1, а, слева) значительно выше, чем у первых двух. При увеличении нагрузки на данном ДВС можно наблюдать относительный рост температуры выхлопных газов на первом цилиндре с сохранением той же динамики в третьем цилиндре (рис. 1, б и рис. 1, в).

В первом приближении (без учета степени чистоты зарубашечного пространства, расхода охлаждающей воды по цилиндрам, взаимное тепловое влияние, состояния и регулировки топливной аппаратуры, клапанов и т. п.), можно видеть, что на всех режимах работы (рис. 2) доминирует тепловой поток от первого цилиндра, и при увеличении нагрузки температуры увеличиваются пропорционально.

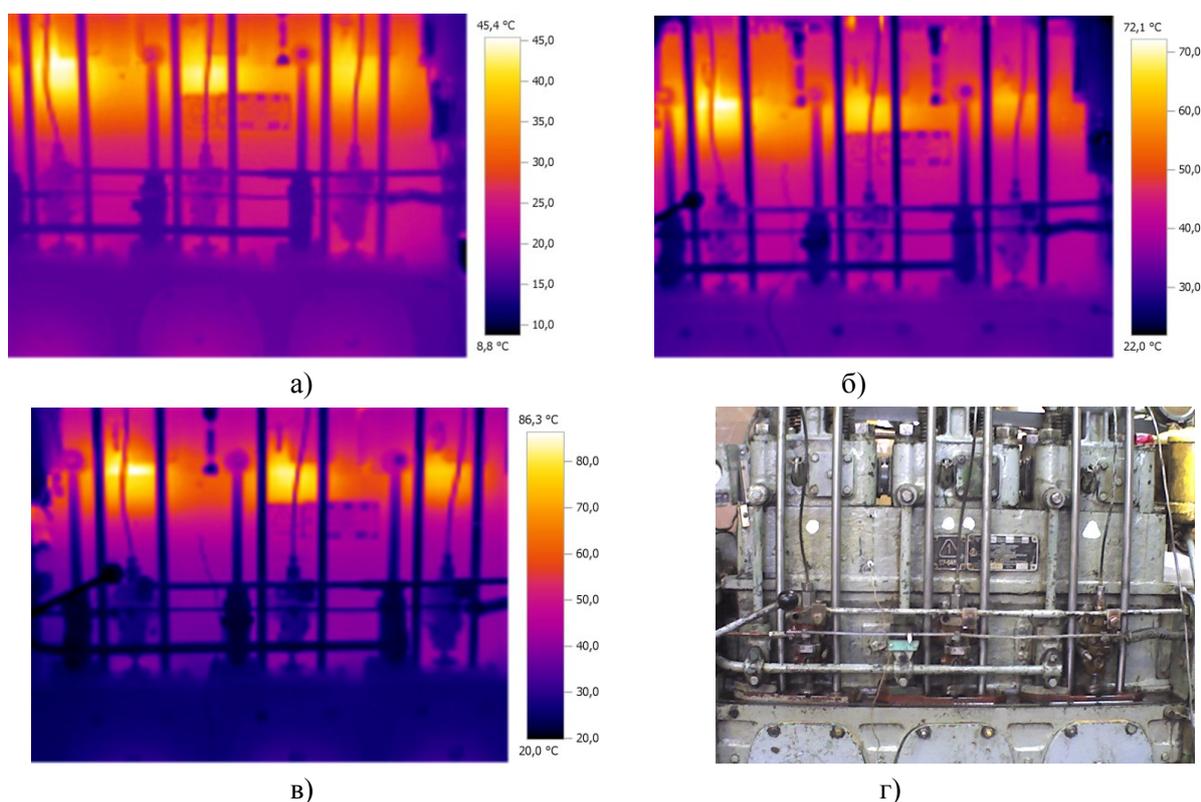


Рисунок 2 – Теплограммы поверхности блока в области цилиндров при различных нагрузках: а) холостой ход; б) 40 % от номинала; в) 80 % от номинала; г) снимок в видимом спектре

Выводы

Анализируя динамику изменений тепловых характеристик по мере увеличения нагрузки, можно сделать следующие заключения.

В первом цилиндре ДВС при увеличении нагрузки наблюдается резкий рост теплового потока и температуры выхлопных газов. Предполагается, что выросла цикловая подача топлива и цилиндр перегружен по сравнению с другими.

Во втором цилиндре – тепловой поток средний, а температура выхлопных газов – наименьшая. Следовательно, на этом цилиндре самый удачный угол опережения подачи топлива по отношению к другим.

В третьем цилиндре тепловой поток относительно низкий, температура газов самая высокая, что характеризует наименьший угол опережения подачи топлива.

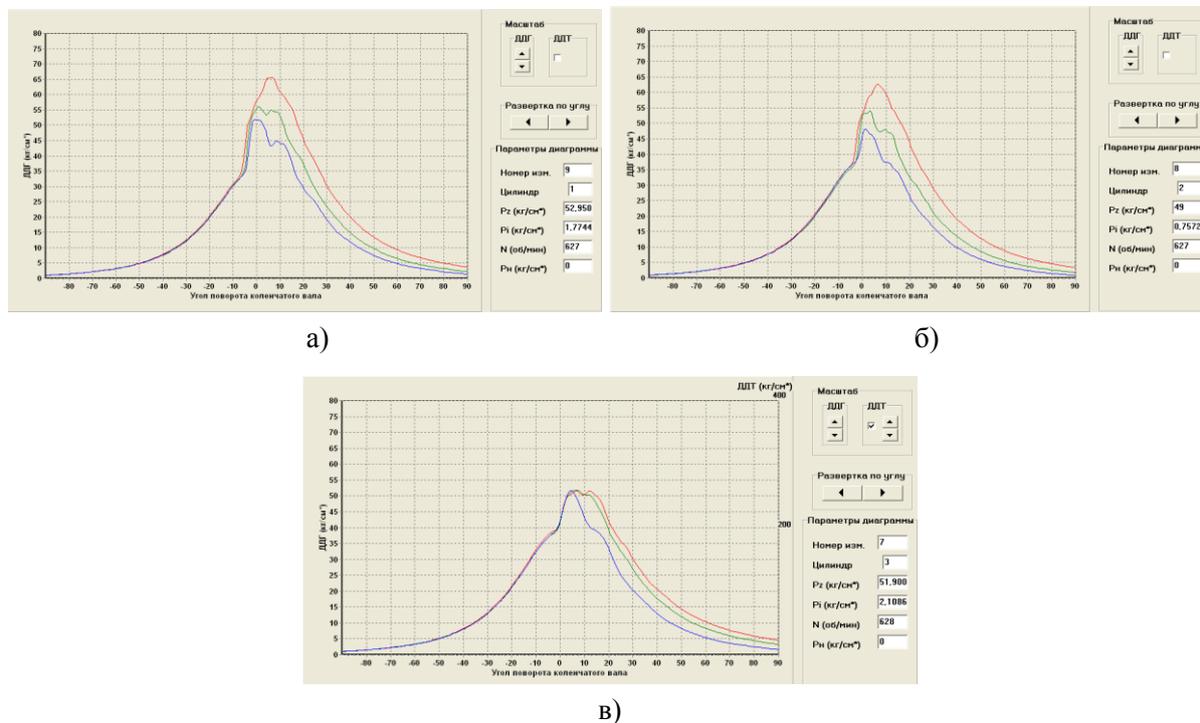


Рисунок 3 – Развернутые индикаторные диаграммы по цилиндрам в зависимости от нагрузки синим цветом – холостой ход, зеленым – 40 % нагрузки, красным – 80 % нагрузки а) первый цилиндр; б) второй цилиндр; в) третий цилиндр

Приведенные диаграммы в полной мере подтверждают, наши предположения, сделанные на основании тепловизионного контроля. А именно на первом цилиндре угол опережения подачи топлива (УОПП) самый ранний а на третьем цилиндре самый поздний, что ведет к неправильной работе цилиндра: растягивания периода сгорания топлива и высокой температуре выхлопных газов.

Применение методов качественной и количественной термографии позволяет сделать предварительную оперативную экспертную оценку работоспособности ДВС, не обращаясь, на первом этапе испытаний к методам инструментального контроля рабочих процессов.

Библиографический список

1. Власов А. Б. Модели и методы термографической диагностики объектов энергетики / А. Б. Власов. – М. : Колос, 2006. – 280 с.

Особенности преподавания дисциплины "Электромагнитная совместимость на судах"

Кучеренко В. В., Власов А. Б. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра электрооборудования судов)

Аннотация. Рассмотрены особенности преподавания дисциплины "Электромагнитная совместимость на судах" для специальности "Эксплуатация судового электрооборудования судов и средств автоматики".

Abstract. Features of teaching the discipline "Electromagnetic compatibility on ships" for the specialty "Operation of ship electrical equipment of vessels and automation facilities" are considered.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость, морские суда, электрическое оборудование.

Key words: Electromagnetic compatibility on ships, electrical equipmen.

Проблема обеспечения электромагнитной совместимости на судах возникла как следствие научного и технического прогресса и обусловленного этим непрерывного роста мощности источников, потребителей электроэнергии, автоматизации технологических процессов.

Особое значение имеет повышение уровня мощность полупроводниковых преобразователей (выпрямителей, инверторов, преобразователей частоты и т. п.), наличие которых приводит к резкому увеличению амплитуды высших гармоник.

С другой стороны, актуальность внедрения специализированных курсов по электромагнитной совместимости обусловлено расширением оборудования и повышением чувствительности устройств судовой радиоэлектроники, расширением использования бортовых средств вычислительной техники, чувствительных к воздействию электромагнитных излучений, высшим гармоникам в судовых сетях.

Известно [1–3], что одновременная работа судового электроэнергетического оборудования сопровождается электромагнитными процессами, нарушить нормальную работу некоторых наиболее чувствительным к помехам устройств, что может привести к сбоям в работе, ложным срабатываниям и даже авариям на судне.

В связи с этим становится весьма актуальна проблема электромагнитной совместимости электротехнического и электронного оборудования судовых электроэнергетических систем.

В отличие от проблем электромагнитной совместимости, характерных для береговой энергетики, специфические условия эксплуатации электроэнергетического, технологического, высоковольтного оборудования на судах требуют дополнительного рассмотрения при подготовке судовых электромехаников.

Наряду с общепринятыми проблемами, ознакомлением с основными понятиями и определениями актуально рассмотрение новых требований ГОСТ по проблемам электромагнитной совместимости и методам контроля качества электрической энергии [4–8].

Под "качеством электрической энергии" понимается степень соответствия характеристик электрической энергии в данной точке электрической системы совокупности нормированных показателей качества электрической энергии.

Особое место в процессе преподавания дисциплины "Электромагнитная совместимость на суда" отводится анализу составляющих электромагнитного взаимодействия на судне; источника электромагнитных помех на судне, коммутационными переключениями, рецепторам, чувствительным к электромагнитным помехам. Представляется актуальным рассмотрение вопросов коммутации резистивных и емкостных нагрузок, индуктивных цепей, однофазных замыканий на корпус, электростатических разрядов и т. п.

Важнейшую роль играют влияние импульсных помех на энергетическое оборудование (электрические машины, трансформаторы, источники света, нагревательное оборудование, распределительные устройства, кабели и конденсаторы.)

Особенности судна требуют рассмотрения распространения помех в судовой электроэнергетической системе, в том числе по судовой кабельной сети, через элементы электроэнергетической системы, распространения излучением и т. п.

Особое внимание обращается на обеспечение электромагнитной совместимости на судах, пути обеспечения электромагнитной совместимости, на организационное и техническое обеспечение.

Реализации электромагнитной совместимости производится путем совершенствования принципов работы, конструкций, схем, режимов работы отдельных устройств – источников, направленных на снижение уровня электромагнитных помех, а также устройств – рецепторов, направленных на снижение их восприимчивости к электромагнитным помехам, повышения помехоустойчивости.

Общий подход к защите от помех и повышению помехоустойчивости, снижением уровня импульсных помех связан с внедрением схемы фильтро-компенсирующих устройств, фильтрами, нелинейными элементами, экранированием и заземлением электроэнергетического оборудования.

Реализуются защиты по порту питания, порту ввода-вывода, по порту корпуса и т. п.

Особое значение имеет ознакомление обучающихся с проблемами сертификации и организации по стандартизации в области электромагнитной совместимости электроэнергетического, технологического, высоковольтного, радиотехнического и электронного оборудования.

Немаловажным является ознакомление будущих электромехаников с планированием работ по электромагнитной совместимости, испытанием технических средств, измерением уровня помех, испытанием и процедурами контроля характеристик гармоник и оценкой их влияния по работоспособность оборудования судов.

Библиографический список

1. Ворщевский А. А., Гальперин В. Е. Электромагнитная совместимость судовых технических средств. СПбГМТУ, Санкт-Петербург : 2006, –317 с.
2. Харлов Н. Н. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике : учебное пособие. – Томск : Изд-во ТПУ, 2007. – 207 с.
3. Кармашев В. С. Электромагнитная совместимость технических средств. Справочник. – М. : 2001, – 401 с
4. ГОСТ 30804.4.7-2013 (IEC 61000-4-7:2009) Совместимость технических средств электромагнитная. Общее руководство по средствам измерений и измерениям гармоник и интергармоник для систем электроснабжения и подключаемых к ним технических средств

5. ГОСТ 30804.4.30-2013 (IEC 61000-4-30:2008) Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии.

6. ГОСТ 32144–2013 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения" (EN 50160:2010, NEQ), – М. : Стандартиформ, 2014. – 16 с.

7. ГОСТ 32145-2013 (ГОСТ Р 53333-2008) Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения".

8. ГОСТ 33073–2014 "Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Контроль и мониторинг качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения", – М. : Стандартиформ, 2014. – 81 с.

Инновационные сварочные технологии – гарантия обеспечения эффективного производства

Пашеева Т. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Для предприятий судостроения и судоремонта важнейшую роль играет технологическая подготовка производства, которая призвана обеспечить материально, информационно и организационно процесс производства. Судоремонтное производство должно применять новые технологические процессы и средства технологического обеспечения, в том числе инновационные технологии сварки.

Abstract. For shipbuilding and ship repair companies, the most important role is played by the technological preparation of production, which is designed to provide the material, information and organizational production process. Ship repair production should use new technological processes and technological support, including innovative technologies for welding.

Ключевые слова: судоремонтное предприятие, технологический процесс, средства технологического оснащения, технологическая подготовка производства, сварочное производство, сварочное оборудование, лазерная сварка.

Key words: ship repair enterprise, technological process, means of technological equipment, technological preparation of production, welding production, welding equipment, laser welding.

В настоящее время Россия активно осваивает космос и Арктику, занимает главенствующие позиции в разработке новых материалов, а в этом направлении невозможно продвигаться без технологий сварки. Сварка новых материалов, контроль сварки, подготовка специалистов – это абсолютно инновационный сектор экономики [1].

Сварочное производство, имеющее межотраслевой характер, в настоящее время представляет собой одну из науко- и инженероёмких составляющих мировой и национальных экономик. В металлообрабатывающих отраслях промышленного производства и строительстве, где сварка и родственные ей процессы сегодня являются базовыми технологиями соединения и обработки конструкционных материалов, сварочное производство – это самостоятельный технологический сектор, в той или иной мере интегрированный в общий производственный процесс [2].

В современном производстве сварочная техника и технология занимают одно из значимых мест. Введение технико-технологической инновации в области сварочных технологий позволяет достигнуть следующих целей:

– снизить материалоемкость изделий за счет применения новых материалов;

- снизить технологическую трудоемкость изделий и затрат ручного труда;
- обеспечить комплексную автоматизацию и регулирование процессов управления производством на основе электроники и компьютерной техники;
- снизить конструктивно-технологическую сложность выпускаемых изделий за счет конструктивных новшеств [3].

Актуальными темами для обсуждения считаются работоспособность сварных конструкций в условиях низких температур; технологическая свариваемость хладостойких материалов, применяемых при изготовлении конструкций и морской техники для освоения шельфа северных морей; подходы и методики математического моделирования в области сварки.

Наиболее важными научно-техническими программами являются:

- разработка и внедрение лазерных и гибридных технологий сварки, применяемых, в первую очередь, в производстве судокорпусных конструкций и морской техники, при изготовлении труб и строительстве магистральных трубопроводов;
- разработка и внедрение новых промышленных технологий сварки параллельно с созданием новых высокопрочных хладостойких сталей, поскольку возрастает значение нефтегазодобывающего комплекса, происходит активное освоение шельфа морей;
- создание полноценных производств сварочных порошковых проволок и других материалов на основе отечественной минерально-сырьевой базы.

14 сентября 2017 года в ВИАМ (Москва, Всероссийский НИИ авиационных материалов) прошел круглый стол "Лучевые методы сварки в авиационном строении". По итогам обмена мнениями по тематике круглого стола его участники решили: "Признать, что технологии соединения современных конструкционных материалов играют важнейшую роль в обеспечении тактико-технических характеристик изделий новой техники. Подтвердить необходимость исследований в области свариваемости лучевыми методами сварки (электронно-лучевая, лазерная, гибридная) современных и перспективных металлических материалов" [5].

Электронно-лучевая сварка (ЭЛС) относится к методам сварки высококонцентрированными источниками энергии и обладает широкими технологическими возможностями, позволяя соединять за один проход металлы и сплавы толщиной от 0,1 мм до 400 мм. ЭЛС оказалась эффективной для соединения деталей из любых металлических материалов, особенно сплавов

на основе химически активных металлов, таких как алюминий, титан и тугоплавкие элементы. При сварке обеспечиваются максимальная пластичность и вязкость сварных соединений.

Лазерная сварка имеет огромный потенциал использования благодаря высокой скорости, низкой деформации и простоте автоматизации. В настоящее время ни одно из стратегически важных технологических направлений в мире не обходится без использования лазеров при обработке материалов. Лазерные технологии во многом определяют развитие практически всех отраслей современной промышленности и активно применяются в машиностроении, автомобилестроении, атомной, космической, авиационной и судостроительной промышленности. Главным свойством лазерной сварки является способность концентрации достаточной величины лазерной энергии, необходимой для плавления материалов при их соединении.

Процесс лазерной сварки происходит, когда лазерный луч с энергетической плотностью, достаточной для плавления материалов, сталкивается с поверхностью, после чего его лазерное излучение поглощается. Лазерная сварка может применяться при обработке пластмассы, однако, основная область её применения распространяется на металлы.

Дальнейшим направлением работ научного центра в области развития лазерных технологий в РФ будет внедрение инновационных лазерных технологий и оборудования на производственных площадках предприятий судостроительной и машиностроительной отрасли. Первым этапом реализации данной программы можно считать успешное внедрение и ввод в промышленную эксплуатацию в апреле 2015 года комплекса лазерной резки "РИТМ – ЛАЗЕР" на АО "Центр Судоремонта Звездочка" Филиал Астраханский Судоремонтный завод [6].

Современный этап развития судостроения диктует применение более надежных и эффективных методов сварки. Инновационные технологии предлагают не только ведущие мировые компании, но и отечественные производители. АО "Центр технологии судостроения и судоремонта" является ведущим проектно-технологическим центром судостроения в России и на протяжении 75 лет с момента образования в 1939 г. разрабатывает и оснащает отечественное судостроение высокоэффективными технологиями строительства, эксплуатации и ремонта морской техники. В частности, АО "ЦТСС" активно занимается разработкой и внедрением лазерных и плазменных технологий

для судостроения и уже более 40 лет выпускает порталные машины термической резки различных модификаций [7].

Благодаря успешным разработкам конструкций твердотельных лазеров исследователи и инженеры в последние годы проявляют большой интерес к гибридной лазерной сварке. Достоинства новых источников лазерного излучения расширили области применения гибридной лазерной сварки и вывели ее из узкой ниши судостроения, в которой она существовала ранее, на новые рынки. В этом процессе лазерный луч не только расплавляет материал, но и частично испаряет его, образуя узкий и глубокий капиллярный канал, окруженный расплавленным металлом.

Лазерная гибридная сварка – процесс с большим будущим. Лазерная сварка и лазерная гибридная сварка – перспективы роста для относительно развитой сварочной промышленности. Конечно же, еще необходимо провести множество экспериментов, но, как процесс, лазерная гибридная сварка получила признание.

Главным фактором, обеспечивающим конкурентоспособность продукции с точки зрения ее стоимости и качества, является уровень технологий производства, а технологическое развитие всегда связано с приобретением современного оборудования и автоматизацией производственных процессов.

Сварка и родственные технологии будут и дальше интенсивно развиваться, задача производства – внедрять инновационные сварочные технологии в производство, тем самым повышать надежность и улучшать качество выпускаемой продукции.

Библиографический список

1. От угольного электрода до лазера: новая пятилетка НАКС // Сварка и диагностика. – 2017. – № 6 (66). – С. 10–17.
2. Бернадский, В. Н. Сварочное производство и рынок сварочной техники в современной экономике / В. Н. Бернадский, О. К. Маковецкая // Автоматическая сварка. – 2007. – № 1. – С. 44–48.
3. Батуева, Д. Н. Исследование промышленности Республики Саха (Якутия) в области внедрения инновационных технологий сварочного производства / Д. Н. Батуева // Молодой ученый. – 2016. – № 8-3 (112). – С. 33–34.
4. Куда движется сварка: новые технологии и перспективы развития [Электронный ресурс] // ГАЗ Technology : отрасл. аналит. журн. – Электрон.

журн. – Режим доступа: <http://www.gas-technology.ru/kuda-dvizhetsya-svarka-novye-tehnologii-i-perspektivy-razvitiya>. – Данные соответствуют 2018 г.

5. Круглый стол "Лучевые методы сварки в авиастроении" [Электронный ресурс] // Всерос. науч.-исслед. ин-т авиационных материалов : [сайт]. – Режим доступа: <https://conf.viam.ru/conf/263>. – Данные соответствуют 2018 г.

6. Инновационные технологии лазерной резки и сварки [Электронный ресурс] / Н. А. Афанасьев, В. К. Букато, А. Г. Жмуренков, Н. А. Носырев // Союз машиностроителей России : [сайт]. – Режим доступа: <http://www.unionexpert.ru/index.php/zhurnal-qekspertnyj-soyuzq-osnova/zhurnal-qehkspertnihyj-soyuzq-17-2015g/item/1241-innovacionnye-tehnologii-lazernoj-rezki-i-svarki>. – Данные соответствуют 2018 г.

7. Ежелева, Л. Лазер, подчиненный роботу: современные технологии сварки в судостроении [Электронный ресурс] / Л. Ежелева // Морской бизнес Северо-Запада : [сайт]. – Режим доступа: <http://mbsz.ru/?p=19097#>. – Данные соответствуют 2018 г.

Оценка эффективности системы охлаждения СЭУ в условиях эксплуатации

Петров А. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовых энергетических установок)

Аннотация. Хорошо известно, что эффективность систем охлаждения во многом зависит от состояния теплопередающих поверхностей теплообменников, а также теплоемкостей массовых расходов теплоносителей, т. е. – водяных эквивалентов. Оценить изменение характеристик теплообменников классическим поверочным расчетом в судовых условиях представляется затруднительным из-за громоздкости расчетов и точности определения коэффициентов теплопередачи. Поэтому предлагается выполнять своевременную оценку технического состояния теплообменников и системы охлаждения в целом, используя широко применяющийся в теплоэнергетике метод поправочного коэффициента среднего логарифмического температурного напора теплоносителей и диаграмм, связывающих этот коэффициент с числом единиц переноса тепла и эффективностью теплообменника.

Abstract. It is well known that the efficiency of cooling systems substantially depends on the heat transfer surfaces condition of heat exchangers, as well as heat capacity of massive consumption of coolant that is – water equivalents. Rate change characteristics of heat exchangers using classic verification calculation at the ship the conditions are difficult due to the complexity of the calculations and accuracy of heat transfer coefficients. It is therefore proposed to carry out timely assessment of technical condition of heat exchangers and cooling systems in general, using widely applied method in heat medium temperature logarithmic correction factor pressure coolants and diagrams linking this factor with the number of units of heat transfer and efficiency of the heat exchanger.

Ключевые слова: водяной эквивалент, число единиц переноса тепла, коэффициент теплопередачи.

Key words: heat capacity of massive consumption of coolant, number of heat transfer units, heat transfer coefficient.

Энергоэффективность использования механизмов и оборудования судовых энергетических установок (СЭУ) продолжает оставаться одной из актуальных задач их эксплуатации. По-прежнему, большинство морских судов мирового транспортного и промыслового флотов оборудованы дизельными установками, обладающими возможностью использования дешевых высоковязких сортов топлива, при сохранении высокой надежности и удобства их обслуживания. КПД современных судовых дизелей уже давно превышает 50 %, однако существенная часть теплоты при этом теряется с выпускными

газами и охлаждающей водой. Стоит отметить, что расчет количества теплоты, отводимой в контурах дизелей, может быть представлен следующими численными значениями.

Таблица 1 – Расчет количества теплоты, отводимой в контурах дизелей

Тип двигателя	Количество отводимой теплоты, %			
	От цилиндров	От поршней		От форсунок
		Охлаждаемых маслом	Охлаждаемых пресной водой	
Малооборотные	20–30	4–6	8–10	0,2
Среднеоборотные	15–20	4–6	–	0,2–0,6
Высокооборотные	10–15	–	–	–

Очевидно, что приходящаяся на систему охлаждения часть потерь существенна и во многом зависит как от комплектации самой системы, так и от её грамотного технического использования. Наиболее существенными элементами систем охлаждения являются холодильники, представляющие собой различные варианты и комбинации рекуперативных теплообменников. Оценивая энергоэффективность СЭУ в целом, необходимо помнить, что суммарное количество теплоты, отводимой в конечном итоге заборной водой, представляется выражением

$$\sum Q = (Q_{п.в.} + Q_{в.} + Q_{м.} + Q_{ф.})_{гд} + (Q_{п.в.} + Q_{в.} + Q_{м.})_{вдг} + Q_{р.} + Q_{к.} + Q_{п.} + Q_{кп.}, \quad (1)$$

где Q_{-} – отводимая теплота в:

$Q_{п.в.}$ – холодильниках пресной воды;

$Q_{в.}$ – холодильниках наддувочного воздуха;

$Q_{м.}$ – холодильниках масла;

$Q_{ф.}$ – холодильниках форсунок;

$Q_{р.}$ – холодильниках редукторов;

$Q_{к.}$ – холодильниках воздушных компрессоров;

$Q_{п.}$ – холодильниках подшипников валопровода;

$Q_{кп.}$ – конденсаторе парового котла.

При этом суммарная производительность насоса заборной воды с учетом коэффициента запаса n определится отношением:

$$V_2 = \frac{\sum Q}{\rho_2 c_2}, \quad (2)$$

где ρ_2 – плотность заборной воды;

c_2 – удельная теплоемкость заборной воды;

– – разность температур заборной воды на выходе и входе в теплообменник.

Учитывая общее уравнение теплопередачи, можно оценить тераемое системой охлаждения СЭУ тепло следующим образом:

$$\sum Q = K \cdot A \cdot \Delta T_m, \quad (3)$$

где K – суммарный коэффициент теплопередачи,

A – суммарная поверхность теплопередачи,

ΔT_m – эффективная средняя разность температур охлаждаемой и охлаждающей воды (теплоносителей).

Для случая противоточного движения теплоносителей допускается равенство ΔT_m среднелогарифмическому значению разности температур теплоносителей, т. е.

$$\Delta T_m = \Delta T_{ln} = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}, \quad (4)$$

где ΔT_1 и ΔT_2 – разность температур пресной охлаждаемой воды на входе и выходе из теплообменника.

С другой стороны, количество тепла $\sum Q$ может быть определено через тепловой баланс заборной воды и охлаждаемой пресной:

$$\sum Q = V_2 \cdot c_2 \cdot (T_2 - T_1) - V_1 \cdot c_1 \cdot (T_1 - T_2). \quad (5)$$

Для сложных схем движения, например, движения в межтрубном пространстве с поперечным током теплоносителя между перегородками, учитывают поправочный коэффициент $F = \Delta T_m / \Delta T_{ln}$. Этот коэффициент может быть выражен через параметр R , представляющий собой отношение изменения температур горячего и холодного теплоносителей и P , представляющий собой тепловую эффективность теплообменника в виде отношения изменения температуры холодного теплоносителя к максимально возможной разности температур, т. е. к разности между входными температурами горячей и холодной воды.

$$R = \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}, \quad (6)$$

$$P = \frac{\Delta T_2}{\Delta T_1}, \quad (7)$$

Количество передаваемого в теплообменнике тепла каждым из теплоносителей может быть представлено условным числом единиц переноса тепла NTU . В частности для холодного теплоносителя

$$NTU_2 = \frac{K A}{\dot{m} c_p} \quad (8)$$

Безразмерная величина NTU дополняется в расчетах еще одной безразмерной температурой Θ .

$$\Theta = \frac{t - t_1}{t_2 - t_1} \quad (9)$$

Приведенные параметры F , R , P , NTU_2 и Θ широко используются в промышленных расчетах теплообменников по так называемому методу поправочного коэффициента F и Θ -методу с использованием диаграмм $\Delta T_m - \Theta - NTU_2 - F$. Такие диаграммы рассчитаны для наиболее употребляемых кожухотрубных теплообменников [1, том 1 с. 44–55]. Оценка эффективности текущей работы любого из аналогичных судовых теплообменников может быть произведена с использованием показателя P , рассчитываемого по предлагаемым диаграммам. Удобство предлагаемого метода по сравнению с классическим поверочным расчетом заключается, прежде всего, в быстроте и достаточной для инженерного расчета точности выходных температур теплоносителей, т. е. охлаждаемой и охлаждающей воды и сравнении их с теми, что были заложены проектантом в новой конструкции.

Такой расчет может быть пояснен на примере определения выходных температур обоих теплоносителей по известным значениям теплоемкостей массовых расходов охлаждаемой и охлаждающей воды, коэффициенту теплопередачи нового теплообменника и теплопередающей поверхности, известной также из паспортных данных теплообменника. Для этого по уравнению (6) рассчитывают параметр R , а по уравнению (8) число NTU_2 . Затем по $\Theta - NTU_2 - F$ диаграмме находят значение P , соответствующее рассчитанным значениям R и NTU_2 . Далее, преобразовав выражение (7), определяют по P и входной температуре:

$$t_2 = P(t_1 - t_2) + t_2 \quad (10)$$

Аналогично рассчитывают с помощью уравнения (6) температуру охлаждаемой воды на выходе из теплообменника

$$t_1 = \frac{K A (t_2 - t_1)}{\dot{m} c_p} + t_1 \quad (11)$$

Рассмотренный пример хорошо иллюстрируется графически на диаграмме общего вида со схематическим обозначением пути решения задачи.

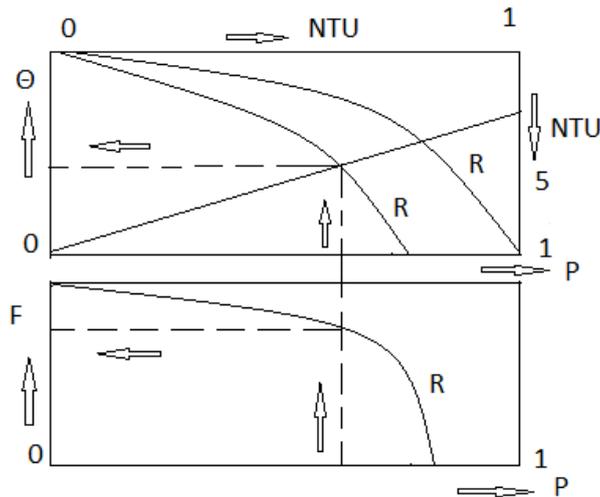


Рисунок 1 – Схематическое изображение F - P и Θ – P - NTU_2 диаграммы

Предлагаемый способ оценки технического состояния системы охлаждения может быть оперативно использован обслуживающим персоналом при наличии паспортных характеристик теплообменников от завода-изготовителя. Параллельно может быть дана оценка эффективности совместной работы теплообменника и связанного с ним регулятора температуры, памятуя, что чрезмерный перепуск охлаждающей воды приводит к дополнительным бесполезным затратам вырабатываемой электроэнергии.

Библиографический список

1. Справочник по теплообменникам. Том 2/с74. Перевод с англ. Под ред. О. Г. Мартыненко и др. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 352 с. : ил.
2. Справочник по теплообменникам. Том 1/с74. Перевод с англ. Под ред. Б. С. Петухова, В. К. Шикова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 560 с. : ил.
3. Исаченко В. П. Теплопередача. Учебник для энергетических вузов / Исаченко В. П., Осипова В. А., Сукомел А. С. – М. : Энергия, 1975. – 486 с.

Методика контроля защищенности люковых закрытий трюмов от атмосферных влияний системой ультразвукового тестирования

Петров А. Л., Баева Л. С., Петрова Н. Е., Кумова Ж. В. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Ежегодный анализ ущерба и потерь груза на судне показывает, что одной из проблем являются протечки люковых закрытий трюмов судна, характеризующие основные причины крупных претензий в сфере морских грузоперевозок. В результате выполненных исследований предложен метод ультразвуковой диагностики системы тестирования герметичности люковых закрытий трюмов, изучены его достоинства и недостатки.

Abstract. The annual analysis of damage and loss of cargo on the ship shows that one of the problems is the leakage of hatch covers of the ship's holds, which characterize the main causes of large claims in the field of sea freight. As a result of the performed research, the method of ultrasonic diagnostics of the system of tightness testing of hatch covers of holds is proposed, its advantages and disadvantages are studied.

Ключевые слова: погрузка, атмосферное влияние, герметичность, крышка трюма, ультразвук, тест.

Key words: loading, atmospheric influence, integrity, cover the hold, ultrasound, test.

Введение

Порча груза вследствие попадания воды часто является результатом плохого обслуживания люковых закрытий и комингсов, или неспособностью обеспечить эффективную герметичность люковых закрытий трюмов [1].

Одной из процедур, проводимых до начала погрузки судна, является ультразвуковой тест, выявляющий вероятность попадания воды через резиновое водонепроницаемое уплотнения между секциями крышек трюмов вследствие его повреждения или износа. Самыми распространёнными являются методы ультразвукового тестирования (Ultrasonic Test) и испытания на водонепроницаемость струей воды из шланга (Hose Test).

На протяжении последних 12–15 лет, с момента появления ультразвукового оборудования, ультразвуковой тест активно применяется ввиду эффективности и доступности этого типа проверки люковых закрытий трюмов. В настоящее время этот метод проверки широко используется как в судостроительной отрасли, так и в процессе эксплуатации флота для проверки и подтверждения герметичности люковых закрытий трюмов. Оборудование, при порядке эксплуатации, рекомендованном заводом – изготовителем,

дает точное местоположение и степень утечки и не требует помощи членов экипажа [2].

Устройство откидных люковых закрытий

Откидные, или створчатые, закрытия состоят из крышек, которые шарнирно крепятся к комингсу люка и при открывании откидываются в вертикальное положение. Такие закрытия широко применяются как при малых размерах люков пассажирских и рефрижераторных судов (рисунок 1), так и при больших люках балкеров и рудовозов [3].



Рисунок 1 – Откидное люковое закрытие судна для перевозки грузов навалом

Действующие нормы износа металлических крышек предусматривают допустимые средние остаточные толщины элементов балок и настила не менее 0,7 толщин, в соответствии с Правилами Российского морского регистра судоходства. Согласно представленных данных, строятся графики зависимости допустимого износа настила от износа остальных элементов несущих балок (см. рисунок 2). Значения точки *a* на графике кривой *1* характеризуют износы настила – 10 %, остальных элементов – 6 %, при этом минимально допустимый момент сопротивления и минимально допустимый момент инерции не превышают установленных значений.

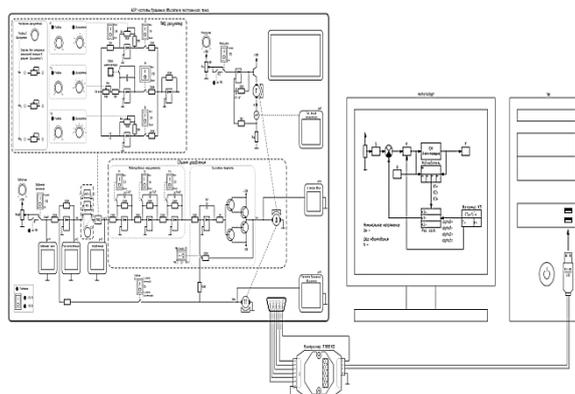


Рисунок 2 – Допустимый износ настила

При оценке технического состояния крышки допустимый износ настила не должен выходить за границы пределов 2 [4].

Водонепроницаемость закрытия обеспечивается уплотнением из мягкой резины, уложенным в пазы секций.

Для уменьшения износа уплотнений важно, чтобы вес крышек не передавался на них полностью. Это достигается тем, что секции имеют на внутренней стороне ребра жесткости, которыми они ложатся непосредственно на комингс. В результате вес секций передается на уплотнения лишь частично, и они сжимаются только на 5–10 мм.

Характеристика системы ультразвукового тестирования

Системы ультразвукового тестирования, применяемые в судостроении, предназначены для контроля герметичности крышек трюмов, иллюминаторов, люков, судовых дверей. Обследования стыков, швов на предмет зазоров и негерметичности, диагностики спускных клапанов, гидравлических и пневматических систем.

Применение методов ультразвуковой диагностики позволяет сохранить качество грузоперевозок, чем и обеспечивает безопасность мореплавания, так как предотвращает потери груза.

Повышение производительности системы ультразвукового тестирования типа Sherlog осуществляется за счет связи с компьютером и специализированного программного обеспечения для подготовки отчета ускоряют процесс контроля герметичности судна, точность нахождения мест износа или деформации уплотнения.

Система состоит из ультразвукового анализатора с гибким датчиком, генератора и шумо-изолированных наушников.

Ультразвуковой анализатор как прибор, основанный на использовании принципов распространения или отражения ультразвука позволяет проводить неразрушающие методы контроля, что является наиболее перспективным. В архиве анализатора содержится встроенная база данных о судне и специализированное программное обеспечение для контроля герметичности. Светозвуковая индикация позволяет зафиксировать отсутствие герметичности как представлено на схеме индикации нарушения герметизации (рисунки 3).

Ультразвуковой генератор с точечными источниками двух частотного диапазона генерируют специфический звук, который невозможно принять

в уплотнительном материале. Местоположение утечек может быть точно обнаружено снаружи трюма путем перемещения ручного детектора по периметру и поперечным швам крышек. Оценку степени утечки можно установить из показаний цифровой шкалы.

После теста крышки открываются, причины протечки, если таковые выявлены, устраняются, крышки повторно закрываются и подвергаются повторной проверке, которая должна доказать, что они полностью защищены от атмосферных влияний.

По окончании инспекции составляется отчет о проверке крышек трюмов, который храниться у представителя судовой администрации.

Пример дефекта уплотнения, не обеспечивающий герметичность, представлен на рис. 4а, на рис. 4б представлено герметичное уплотнение.



Рисунок 4 – Резиновое уплотнение люковых закрытий:
а – уплотнение с дефектом; б – герметичное уплотнение

Анализ отсутствия герметичности люковых закрытий трюмов

Результатом негерметичности люковых закрытий, и, как следствие, попадания воды в трюм часто является повреждение груза.

Согласно источника [6] результатом повреждения груза является порча объекта, который подлежит транспортировке, что вызывает изменение его свойств под воздействием неблагоприятных внешних факторов, в итоге приводя к обесцениванию или к нарушению целостности отдельных его элементов.

Невыполнение требований по сохранности груза обеспечивает возникновение ущерба, а в дальнейшем – его возмещения в полном размере в сумме, на которую уменьшилась стоимость груза [3, 6, 7].

В таблице приведена сравнительная характеристика объекта исследования (судно типа NORTHERN WAVE проекта 00/7236), с причиненным ущербом грузоотправителю вследствие негерметичности люковых закрытий.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика исследуемого объекта

Стоимость груза [8]				Стоимость перевозки [9]			Возможный ущерб	
Тип Груза	Масса, т.	Цена за тонну, руб.	Стоимость, руб.	Место погрузки	Цена перегрузки за тонну, руб.	Стоимость перегрузки, руб.	Ущерб, %	Сумма ущерба, руб.
Уголь марки ДР 0-300	22 000	1 150	25 300 000	ОАО "Мурманский морской торговый порт"	196,8	4 329 600	10	2 962 960

Заключение

Проверка герметичности позволяет существенно сократить финансовые затраты при проведении ремонтов люковых закрытий и проверке состояния грузовых трюмов перед погрузкой. К достоинствам метода ультразвуковой диагностики с помощью системы Ultrasonic Test в сравнении с испытаниями на водонепроницаемость Nose Test для оценки герметичности люковых закрытий трюмов можно отнести безопасность и надежность работы, а также выполнение работ при отрицательных температурах до -15°C [9].

Основным направлением обеспечения безопасности на море в ходе морской перевозки грузов является надежность морских судов и их сооружений.

Уплотнения, применяемые на современных судах, перевозящих грузы, требуют контроля степени защищенности от атмосферных влияний, ввиду того даже незначительный дефект влечет за собой большие материальные расходы.

Применение методики контроля защищенности люковых закрытий трюмов от атмосферных влияний системой ультразвукового тестирования позволяет уменьшать эксплуатационные затраты для компаний, обеспечивающих морские грузоперевозки и обеспечивает экономический эффект от использования.

Библиографический список

1. Венская конвенция о праве международных договоров 1969 г. URL: <http://base.garant.ru/2540820/> (дата обращения 15.02.2018).

2. Мелков Г. М. Международное право: учебник для вузов / Г. М. Мелков. – М. : РИОР, 2012. 720с.

3. Донцов С. В. Методика проведения драфт-сюрвея [Электронный ресурс]. – 2014. – Режим доступа: <http://deckofficer.ru/titul/study/item/metodika-provedeniya-draft-syurveya>. – Загл. с экрана.

2. Справочник судоремонтника-корпусника / А. Д. Юнитер, Ю. Е. Зобачев, Е. Г. Киперник и др. ; под ред. А.Д. Юнитера. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1991. 328 с.

3. <http://diagnost.ru/shop/kontrol-germetichnosti-tryumov/komplekt-sherlog-mate>

4. Международная конвенция об унификации некоторых правил о коносаменте 1924 года (вместе с "Протоколом подписания") (заключена в г. Брюсселе 25.08.1924) (с изм. от 21.12.1979). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133601/ (дата обращения 15.02.2018).

5. Конвенция Организации Объединенных Наций о морской перевозке грузов 1978 года ("Гамбургские правила") (Вместе с "Общей договоренностью...", "Резолюцией, принятой конференцией...") (Заключена в г. Гамбурге 31.03.1978). URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения 15.02.2018).

6. Качественный каменный уголь производство переработка поставка. URL: <http://kemuglesbit.ru/catalog> (дата обращения 15.02.2018).

7. Морские перевозки России. – URL: <http://www.transrussia.net/inquiry/tariff.aspx> (дата обращения 14.02.2018).

8. Ультразвуковая проверка герметичности люковых закрытий. URL: <http://www.lognar.com/ru/services/ultrasonic.html> (дата обращения 14.02.2018).

Изменения к Руководству по применению положений Международной конвенции МАРПОЛ 73/78, 2017

Петров А. Л., Баева Л. С., Петрова Н. Е., Кумова Ж. В., Орешкина В. М.
(г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Настоящие Изменения к Руководству по применению положений Международной конвенции МАРПОЛ 73/78 содержат указания по процедурам сведения к минимуму количества, сбора, хранения, переработки и удаления мусора, включая использование оборудования на борту судна, обязательные для выполнения всеми членами экипажа. Вновь прибывшие на судно члены экипажа должны быть ознакомлены с данными Изменениями, и с судовым оборудованием, предназначенным для хранения, обработки и уничтожения мусора.

Abstract. These Amendments to the guidelines for the Application of the provisions of the international Convention MARPOL 73/78 provide guidance on procedures for minimizing the quantity, collection, storage, recycling and disposal of waste, including the use of equipment on Board, which is mandatory for all crew members. The newly arrived crew members shall be familiar with these Changes and with the ship equipment intended for storage, processing and destruction of garbage.

Ключевые слова: судно, МАРПОЛ, резолюция, мусор.

Key words: vessel, MARPOL, resolution, garbage.

Введение

В связи с принятием резолюции ИМО МЕРС.295(71) "Руководство по применению Приложения V к международной конвенции МАРПОЛ, 2017 г.", в Руководство по применению положений Международной конвенции МАРПОЛ 73/78, 2017, вносятся изменения. Резолюция ИМО МЕРС.295(71) заменяет резолюцию МЕРС.219(63) "Руководство по применению Приложения V к международной конвенции МАРПОЛ 73/78, 2012 г.", с поправками в резолюции ИМО МЕРС.239(65). Изменения касаются условий присвоения категорий разделения мусора, обращения с остатками груза и классификация остатков груза, которые являются опасными для морской среды.

1. Разделение мусора по категориям

В соответствии с предыдущей редакцией Приложения V к МАРПОЛ 73/78 разделение мусора должно было производиться по следующим категориям:

- пластмасса;
- плавающий сепарационный, упаковочный и перевязочный материалы;

- измельченные бумага, ветошь, металл, стекло, бутылки, посуда (глиняная, фаянсовая) и т. п.;
- остатки груза, бумага, тряпки, стекло, металл, бутылки, посуда и т. п.;
- пищевые отходы;
- зола от сжигания в инсинераторе.

Прежнее Руководство по применению Приложения V к МАРПОЛ 73/78 предусматривало необходимость наличия на судах емкостей трех видов по назначению: пластмасса; пищевые отходы; другой мусор.

В емкостях для "другого мусора" допускалось хранить мусор нескольких категорий, который можно было сбрасывать за пределами особых районов на расстоянии 12 миль и более от ближайшего берега. Ввиду того, что мусор категории "плавающий сепарационный, упаковочный и перевязочный материалы" можно было сбрасывать за пределами особых районов на расстоянии 25 миль и более от ближайшего берега, мусор этой категории необходимо было собирать и хранить отдельно.

С вступлением в силу пересмотренного Приложения V к МАРПОЛ 73/78 [1] изменились требования по разделению мусора на категории, которые приведены в также пересмотренной форме Журнала операций с мусором. В соответствии с новыми требованиями мусор разделяется на следующие категории, как определено в соответствующих правилах пересмотренного Приложения V к МАРПОЛ 73/78:

- A – пластмасса (Правило 1.13);
 - B – пищевые отходы (Правило 1.8);
 - C – бытовые отходы (Правило 1.4);
 - D – кулинарный жир (Правило 1.3);
 - E – зола от сжигания в инсинераторе (Правило 1.10);
 - F – эксплуатационные отходы (Правило 1.12);
 - G – останки животных (Правило 1.1);
 - H – орудия лова (Правило 1.6);
 - I – электронные отходы;
 - J – остатки груза (классифицированные как не опасные для морской среды);
 - K – остатки груза (классифицированные как опасные для морской среды).
- Введены новые категории мусора: "C – бытовой мусор", "D – кулинарный жир", "F – эксплуатационные отходы", "J и K – остатки груза", "G – останки животных", "H – орудия лова" и "I – электронные отходы".

Новая категоризация мусора основана на том, что может и что не может сбрасываться в море по пути следования, а также какой мусор должен быть сдан в портовые приемные сооружения отдельно для переработки или повторного использования.

2. Сбор мусора

В соответствии с 2.4 Руководства 2017 г. по применению Приложения V к МАРПОЛ 73/78, приведенном в резолюции ИМО МЕРС.295(71) [2] судовые процедуры сбора мусора, образующегося на борту, должны быть основаны на рассмотрении того, что разрешено и что не разрешено сбрасывать в море при нахождении судна в пути, и какой мусор должен быть сдан в портовые приемные сооружения отдельно для переработки или повторного использования.

Рекомендуемые типы мусора, которые должны быть отсепарированы:

– не подлежащая переработке пластмасса и пластмасса, смешанная с другим мусором;

– ветошь;

– подлежащие переработке материалы:

– кулинарный жир;

– стекло;

– алюминиевые банки;

– бумага, картон, гофрокартон;

– дерево;

– металл;

– пластмасса (в том числе пенополистирол или иной аналогичный полимер);

– мусор, который может представлять опасность для судна или экипажа (например, промасленная ветошь, лампы дневного света, кислоты, химикаты, аккумуляторные батареи и т. д.);

– электронные отходы, образующиеся на борту (например, электронные карты, гаджеты, мониторы, компьютеры, элементы питания, картриджи и тонеры для принтеров и т. п.).

Эти процедуры должны быть отражены в Плане управления мусором.

Для сбора мусора вышеуказанных категорий необходимо иметь на борту судна соответствующие емкости. Требования к ним указаны в 2.2 части V "Оборудование и устройства судов по предотвращению загрязнения мусором" настоящего Руководства [3].

Сбор мусора отдельных категорий, таких как "бытовой мусор" и "эксплуатационные отходы" может осуществляться в бочки, металлические контейнеры, металлические банки, ящики, мешки и т. д.

Во избежание необходимости сортировки мусора после его сбора емкости для мусора должны иметь четкую маркировку.

Любые устройства для сбора мусора, расположенные на открытых палубах, должны быть закреплены и иметь плотные крышки.

3. Обработка мусора

В зависимости от типа судна, района плавания, количества членов экипажа и пассажиров, наличия портовых приемных сооружений и т. д. суда могут быть оснащены инсинераторами, прессователями, измельчителями или другими устройствами для обработки мусора.

Сжигание пищевых отходов в инсинераторах, одобренных для сжигания пищевых отходов, может являться решением проблем их сброса в море, в том числе в измельченном виде.

3.1. Инсинераторы

Инсинераторы, установленные на борту судов, должны соответствовать требованиям 2.4 части V "Оборудование и устройства судов по предотвращению загрязнения мусором" настоящего Руководства [3].

В соответствии с правилом 16 Приложения VI к МАРПОЛ 73/78 судовые инсинераторы, установленные на судах, кили которых заложены 1 января 2000 г. или после этой даты, должны соответствовать требованиям резолюции ИМО МЕРС.76(40) или МЕРС.244(66) в зависимости от того, что применимо, и иметь типовое одобрение Администрации.

Процедуры сжигания мусора в инсинераторах приведены в 2.5 части VI "Оборудование и устройства судов по предотвращению загрязнения атмосферы" настоящего Руководства [3].

3.2. Измельчители

В соответствии с правилами 4.1.1 и 6.1.1 Приложения V к МАРПОЛ 73/78 [1] сброс пищевых отходов на ходу судна разрешен только в измельченном виде в следующих случаях:

- судно находится за пределами особого района на расстоянии 3 миль и более от ближайшего берега;
- судно находится в особом районе на расстоянии 12 миль и более от ближайшего берега.

Условием возможности такого сброса является измельчение пищевых отходов до такой степени, чтобы их частицы можно было бы пропустить через сетку с размером ячеек не более 25 мм.

Для возможности такого измельчения пищевых отходов на судах, эксплуатирующихся в вышеуказанных районах, рекомендуется устанавливать измельчители, обеспечивающие выполнение вышеуказанного условия сброса.

Конструкция измельчителя должна обеспечивать переработку пищевых отходов в водяную смесь частиц пищевых отходов, которая должна легко смываться с выполнением вышеуказанного условия по степени измельчения. Расход смываемой смеси может быть в пределах от 10 до 250 л/мин.

В соответствии с 2.9.2 Руководства 2017 г. по применению Приложения V к МАРПОЛ 73/78, приведенном в резолюции ИМО МЕРС.295(71) [2], сброс из измельчителя пищевых отходов должен осуществляться в специально сконструированный сборный танк, когда судно эксплуатируется в пределах районов, где сброс измельченных пищевых отходов запрещен. Сброс измельченных пищевых отходов в сборный танк сточных вод не рекомендуется ввиду того, что в соответствии с Приложением IV к МАРПОЛ 73/78 необработанные сточные воды могут быть сброшены на расстоянии 12 миль и более от ближайшего берега, в том числе и вне особых районов, установленных в соответствии с Приложением V к МАРПОЛ 73/78, и при наличии пищевых отходов в сточных водах следует соблюдать более строгие требования по сбросу, т. е. требования по сбросу, регламентируемые Приложением IV к МАРПОЛ 73/78 (например, в случае сброса пищевых отходов со сточными водами в пределах 12 миль от берега вне особого района), в противном случае это будет являться нарушением требований МАРПОЛ 73/78. Кроме того, при наличии на судне установки по обработке сточных вод необходимо иметь подтверждение производителя оборудования, что такое оборудование предназначено для обработки измельченных пищевых отходов. Сброс измельченных пищевых отходов в сборный танк хозяйственно-бытовых вод также не рекомендуется ввиду того, что сброс хозяйственно-бытовых вод не регулируется требованиями МАРПОЛ 73/78 и может производиться во всех районах, а при наличии пищевых отходов в этих водах, такой сброс в пределах 12 миль от берега в особом районе будет являться нарушением требований по сбросу Приложения V к МАРПОЛ 73/78.

Процедуры измельчения мусора приведены в 2.9 Руководства 2017 г. по применению Приложения V к МАРПОЛ 73/78, приведенном в резолюции ИМО МЕРС.295(71) [2].

В соответствии с приложением 1 к части I "Общие положения по техническому наблюдению" Правил технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов, измельчители относятся к объектам технического наблюдения Регистра "Устройства для обработки мусора", виды технического наблюдения за которыми указаны в Номенклатуре.

Техническая документация предполагаемого к установке измельчителя должна быть разработана с учетом выполнения требований Приложения V к МАРПОЛ 73/78, положений Руководства 2017 г. по применению Приложения V к МАРПОЛ 73/78, приведенном в резолюции ИМО МЕРС.295(71) и требований Регистра. После рассмотрения и одобрения документации и проведения соответствующего освидетельствования Регистр выдает Свидетельство.

Наличие одобрения конструкции измельчителя другими классификационными обществами может быть учтено при техническом наблюдении Регистра.

3.3. Прессователи

Прессователи предназначены для уменьшения объема мусора с целью экономии судового пространства для хранения мусора и облегчения его сдачи в приемные сооружения.

Процедуры прессования мусора приведены в 2.10 Руководства 2017 г. по применению Приложения V к МАРПОЛ 73/78, приведенном в резолюции ИМО МЕРС.295(71) [2].

Требования к таким устройствам приведены в 2.3 части V "Оборудование и устройства судов по предотвращению загрязнения мусором" настоящего Руководства [3].

Устройства для прессования мусора следует устанавливать в отсеке с достаточным пространством для эксплуатации агрегата, а также для хранения мусора, подлежащего переработке. В этом помещении рекомендуется иметь систему промывки пресной водой, комингсы, палубные шпигаты и достаточную вентиляцию. Противопожарное оборудование должно соответствовать требованиям Приложения 2 к резолюции ИМО МЕРС.244(66).

4. Хранение мусора

Устройства для хранения мусора должны размещаться на судне в местах, удобных для осуществления разрешенного сброса мусора в море, сдачи в приемные сооружения, транспортировки к местам обработки или сжигания. Устройства могут быть установлены на открытой палубе или в вентилируемых помещениях, изолированных от жилых и служебных помещений. Во всех случаях мусор необходимо хранить таким образом, чтобы не возникало

угрозы здоровью человека и безопасности. Некоторые требования к помещениям для хранения отходов приводятся в резолюции ИМО МЕРС.244(66). С целью уменьшения пожароопасности к этим помещениям должны применяться требования, содержащиеся в 11-2/3.12 СОЛАС-74.

Устройства для хранения мусора могут быть съемными или стационарными. В обоих случаях устройства должны иметь гладкие внутренние поверхности.

Стационарные устройства должны иметь конструкцию, обеспечивающую их легкую разгрузку и очистку. Съемные устройства для хранения мусора должны иметь приспособления для надежного крепления на судне.

Устройства для хранения мусора должны иметь крышки, обеспечивающие плотное закрытие отверстий для приема мусора.

Отдельные устройства для хранения мусора должны быть предусмотрены для следующих категорий мусора:

- пластмасса и пластмасса, смешанная с другим мусором;
- пищевые отходы;
- бытовые отходы: стекло, металл, алюминиевые банки, бутылки, дерево, бумага, картон, ветошь и т. д.;
- кулинарный жир (масло);
- зола инсинераторов;
- эксплуатационные отходы, в том числе мусор, который может представлять опасность для экипажа и судна (промасленная ветошь, лампочки, кислоты, химикаты, аккумуляторные батареи и т. п.);
- электронные отходы, образующиеся на борту (например, электронные карты, гаджеты, мониторы, компьютеры, элементы питания, картриджи и тонеры для принтеров и т. п.);
- остатки груза (если применимо);
- останки животных (если применимо);
- орудия лова (если применимо).

Для каждого вида мусора, относящегося к категории "бытовые отходы", рекомендуется предусматривать отдельные емкости.

Устройства для хранения мусора должны иметь соответствующую маркировку.

Для хранения мусора категорий "остатки груза", "останки животных" и "орудия лова" могут предусматриваться места хранения с обеспечением крепления этого мусора к судовым конструкциям.

Регистру должен быть представлен согласованный с судовладельцем расчет вместимости устройств для хранения мусора с учетом предполагаемого района и режима эксплуатации судна, числа людей на борту, а также существующих норм образования мусора на одного человека в сутки в соответствии с требованиями Администраций флага судна.

В настоящее время для судов под флагом РФ действуют Санитарные правила для морских судов, утвержденные в 1982 г., в соответствии с которыми нормы образования мусора на 1 человека следующие: сухой бытовой мусор – 0,002 м³; пищевые твердые отходы – 0,003 м³.

5. Сброс мусора

В соответствии с правилами 4, 5 и 6 пересмотренного Приложения V к МАРПОЛ 73/78 разрешен сброс мусора категорий "B – пищевые отходы", "J – остатки груза (классифицированные как не опасные для морской среды)" и "G – останки животных" в зависимости от района эксплуатации судна и при соблюдении условий, указанных в этих правилах [1].

Сброс мусора остальных категорий запрещен, за исключением моющих веществ или добавок, содержащихся в промывочной воде грузовых трюмов, палуб или внешних поверхностей судна.

Новые требования к сбросу мусора для судов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Требования к сбросу мусора для судов [1]

Тип мусора ¹	Все суда, за исключением платформ ²		Морские платформы, расположенные более чем в 12 милях от ближайшего берега, и суда, когда они ошвартованы у таких платформ ² или находятся в пределах 500 м от них
	За пределами особых районов и Арктических вод (Расстояния от ближайшего берега)	В пределах особых районов и Арктических вод (Расстояния от ближайшего берега, ближайшего ледника или ближайшего припая)	
Измельченные или размолотые пищевые отходы ³	≥ 3 миль, в пути и как можно дальше	≥ 12 миль, в пути и как можно дальше ⁴	Сброс разрешается

Продолжение табл. 1

Тип мусора ¹	Все суда, за исключением платформ ²		Морские платформы, расположенные более чем в 12 милях от ближайшего берега, и суда, когда они ошвартованы у таких платформ ² или находятся в пределах 500 м от них
	За пределами особых районов и Арктических вод (Расстояния от ближайшего берега)	В пределах особых районов и Арктических вод (Расстояния от ближайшего берега, ближайшего ледника или ближайшего припая)	
Неизмельченные или не размолотые пищевые отходы	≥ 12 миль, в пути и как можно дальше	Сброс запрещается	Сброс запрещается
Остатки груза ^{5, 6} , не содержащиеся в промывочной воде	≥ 12 миль, в пути и как можно дальше	Сброс запрещается	Сброс запрещается
Остатки груза ^{5, 6} , содержащиеся в промывочной воде		≥ 12 миль, в пути и как можно дальше (с учетом условий, указанных в правиле 6.1.2 и 5.2.1.5 части II-A Полярного Кодекса)	
Моющие препараты и добавки ⁶ , содержащиеся в промывочной воде грузовых трюмов	Сброс разрешается	≥ 12 миль, в пути и как можно дальше (с учетом условий, указанных в правиле 6.1.2 и 5.2.1.5 части II-A Полярного Кодекса)	Сброс запрещается
Моющие препараты и добавки ⁶ , содержащиеся в промывочной воде палуб и внешних поверхностей		Сброс разрешается	
Туши животных (должны быть расчленены или обработаны иным образом для обеспечения немедленного их затопления)	Судно должно быть в пути или как можно дальше от ближайшего берега. Должно быть расстояние >100 миль и максимальная глубина воды	Сброс запрещается	Сброс запрещается

Окончание табл. 1

Тип мусора ¹	Все суда, за исключением платформ ²		Морские платформы, расположенные более чем в 12 миль от ближайшего берега, и суда, когда они ошвартованы у таких платформ ² или находятся в пределах 500 м от них
	За пределами особых районов и Арктических вод (Расстояния от ближайшего берега)	В пределах особых районов и Арктических вод (Расстояния от ближайшего берега, ближайшего ледника или ближайшего припая)	
Весь остальной мусор, включая пластмассу, синтетические канаты, орудия лова, пластмассовые мешки для мусора, золу и шлак из инсинераторов, кулинарный жир, плавучие сепарационные и подстилочные, обшивочные и упаковочные материалы, бумагу, ветошь, стекло, металл, бутылки, черепки и подобные отходы	Сброс запрещается	Сброс запрещается	Сброс запрещается

¹Если мусор смешан или загрязнен другими опасными веществами, сброс которых запрещается или сброс которых подпадает под другие требования, то применяются более строгие требования.

²Морские платформы, расположенные на расстоянии 12 миль от ближайшего берега, и соответствующие суда включают все стационарные или плавучие платформы, занятые разведкой или разработкой минеральных ресурсов морского дна, или иными связанными процессами, а также все суда, ошвартованные у таких платформ или находящиеся в пределах 500 м от них.

³Измельченные или размолотые пищевые отходы должны проходить через сито с отверстиями размером не более 25 мм.

⁴Сброс ввезенных продуктов из птицы в районе Антарктики запрещен, за исключением случаев, когда они сожжены, обработаны в автоклаве или обработаны иным образом для приведения их в стерильное состояние.

⁵Остатки груза означают только те остатки груза, которые не могут быть удалены с помощью обычных, доступных методов выгрузки.

⁶Эти вещества не должны быть опасными для морской среды.

Сброс небольшого количества пищевых отходов специально для подкормки рыбы в связи с рыболовством или туристическими целями не рассматривается в качестве сброса мусора в контексте Приложения V к МАРПОЛ 73/78

6. Обращение с остатками твердых навалочных грузов

Остатки груза включены в определение мусора в соответствии с правилом 1.9 Приложения V к МАРПОЛ 73/78 и могут сбрасываться в соответствии с правилами 4.1.3; 6.1.2 Приложения V и 5.2.1.5 части II-A Полярного Кодекса. Однако материал груза, содержащийся в льяльных водах грузового трюма, не следует рассматривать как остатки груза, если материал груза не опасен для морской среды, а льяльные воды сбрасываются из загруженного трюма через судовую стационарную осушительную систему.

Остатки груза считаются опасными для морской среды и подпадают под требования правил 4.1.3 и 6.1.2.1 пересмотренного Приложения V к МАРПОЛ 73/78 [1], если они являются остатками твердых навалочных грузов (иных, чем зерновые), классифицируемых в соответствии с критериями, указанными в Дополнении I к Приложению V к МАРПОЛ 73/78 резолюции ИМО МЕРС. 277(70).

Твердые навалочные грузы, как они определены в VI/1-1.2 СОЛАС-74 с поправками, иные чем зерновые, должны быть классифицированы в соответствии с критериями, указанными в Дополнении I к Приложению V к МАРПОЛ 73/78 резолюции ИМО МЕРС. 277(70) и задекларированы грузоотправителем в отношении представления их опасности для морской среды.

7. План управление мусором

В соответствии с правилом 10 пересмотренного Приложения V к МАРПОЛ 73/78 [1] на каждом судне валовой вместимостью 100 и более или на каждом судне, на котором допускается перевозка 15 или более человек, и на каждом плавучем сооружении или стационарной платформе, занятых в разведке, разработке или связанных с ними процессах обработки в море минеральных ресурсов морского дна, должен иметься и выполняться План управления мусором, который должен разрабатываться в соответствии с Руководством 2012 г. по разработке Планов управления мусором, (резолюция ИМО МЕРС.220(63)) [3].

Заключение

Несмотря на то, что одобрение Планов управления мусором не требуется Приложением V к МАРПОЛ 73/78, они могут быть одобрены по поручению Администраций, которые дали Регистру соответствующие полномочия.

В соответствии с письмом Федеральной службы морского флота России № МФ-36/2481 от 22.10.1996 г. Российский морской регистр судоходства

получил поручение на одобрение Планов управления мусором для судов под флагом РФ".

Библиографический список

1. МАРПОЛ 73/78. Приложение V (пересмотренное) к Конвенции
2. "Правила предотвращения загрязнения мусором с судов". Принято Резолюцией МЕРС.201(62) 15 июля 2011 года с поправками в резолюциях КЗМС от 15.05.2015 N МЕРС.265(68) с 1 января 2017 года и МЕРС.277(70)). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499014541> (дата обращения 02.04.2018).
3. Бюллетень изменений и дополнений 2017 года к Международной Конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ 73/78). – СПб. : АО "ЦНИИМФ", 2018. – 104 с. МЕРС.286(71), МЕРС.295(71) – Руководство 2017 года по выполнению положений Приложения V к Конвенции МАРПОЛ 73/78.
4. РЕЗОЛЮЦИЯ МЕРС.220(63). Принята 2 марта 2012 года. Руководство 2012 года по разработке планов управления ликвидацией мусора. URL: http://www.rise.odessa.ua/texts/МЕРС220_63.php3 (дата обращения 02.04.2018).

Применение прибора ПКЖ -904А для диагностики судовых редукторов

Сергеев К. О., Брянкин А. Ю. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовых энергетических установок)

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения для диагностики технического состояния судовых редукторов по содержанию продуктов износа в масле прибора контроля чистоты жидкости ПКЖ-904А. Приводятся примеры применения прибора для анализа масла судового редуктора.

Abstract. The possibility of application for diagnostics of the technical condition of marine gearboxes in terms of the content of wear products in the oil of the liquidity purity device – PZH-904A. Examples of the application of the device for the analysis of gearbox oil.

Ключевые слова: продукты износа, диагностика, судовые редуктора.

Key words: wear products, dispersed composition, diagnostics, marine reducers.

Введение

Жизненный цикл машины складывается из нескольких этапов, которые характеризуются разными степенями износа. Наибольшее значение износ имеет на первоначальном этапе (приработка) и при начале интенсивного аварийного износа. Из литературных источников известно, что аварийный износ сопровождается значительным изменением дисперсного состава частиц износа, т. е. распределения частиц износа по размерам.[1] Кроме того (по данным ЦНИИМФ), дисперсный состав восстанавливается уже через два часа работы агрегата после смены 50 % масла в системе смазки. Таким образом, кривая распределения частиц износа по размерам может предвещать начало аварийного износа даже в случае падения абсолютного значения содержания металла в масле. Существующая специализированная аппаратура, основанная на этих представлениях, довольно дорогостояща. [2] Учитывая, что в смазочном масле редуктора могут содержаться только металлические продукты износа и отсутствуют продукты окисления масла или частицы нагара можно использовать серийно выпускаемые приборы для определения загрязнения масла.

В данной статье рассмотрена попытка применения для диагностики судового редуктора прибора ПКЖ-904А.

Характеристики прибора ПКЖ-904А

Прибор ПКЖ-904А предназначен для измерения количества частиц, содержащихся в контролируемом объеме жидкости. Прибор регистрирует

частицы размером 5–300 мкм. Прибор позволяет проводить контроль чистоты самых разных жидкостей: трансформаторных, турбинных, промышленных, моторных, гидравлических масел, керосинов, спиртов, воды.



Рисунок 1 – Общий вид ПКЖ-904А

Проведение замеров

Определение пригодности прибора для проведения диагностики редукторов проводилось путем сравнения показаний прибора на чистом масле и масле, отобранном из систем смазки редукторов ВРК.

Для проведения сравнительного анализа были отобраны три пробы масла: 1-ый образец – чистое трансмиссионное масло марки TOTAL Epson Z 150, хранящееся в канистрах и служащее для пополнения систем редукторов ВРК, 2-ой образец – проба масла, взятая из редуктора винторулевой колонки левого борта Б/Т «Бизон», 3-ий образец – масло из редуктора ВРК правого борта Б/Т «Бизон».

Отбор проб из механизмов осуществлялся сразу после их остановки, перед этим редуктора отработали на различных режимах в течение 2 часов. При отборе пробы было выявлено значительное обводнение масла ВРК левого борта, о чем свидетельствовал мутный бело-жёлтый цвет масла.

Перед проведением анализа на приборе ПКЖ-904А каждая проба поочередно устанавливается на вибростенд для перемешивания и поддержания осажденных веществ и продуктов износа во взвешенном состоянии.

После заливки масла в воронку прибора наблюдались пузырьки воздуха по всему объему масла (рис. 2), что могло привести к значительным погрешностям в измерениях, так как датчик регистрирует все частицы, проходящие

через него, в том числе и пузырьки воздуха. Поэтому для получения более достоверного результата масло в воронке отстаивалось с периодическим перемешиванием чистым металлическим, стержнем, до удаления пузырьков из толщи.

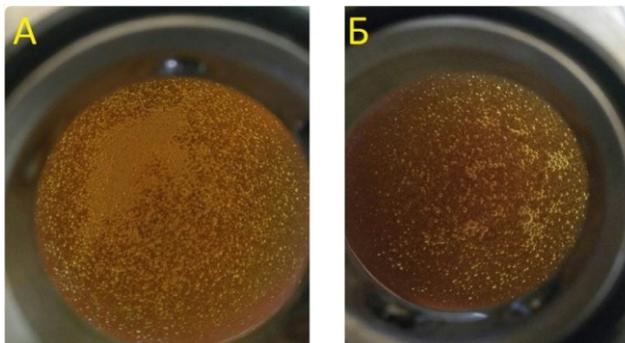


Рисунок 2 – Наличие пузырьков газа в образце масла:
А – сразу после заливки; Б – через 20 минут отстоя и помешивания

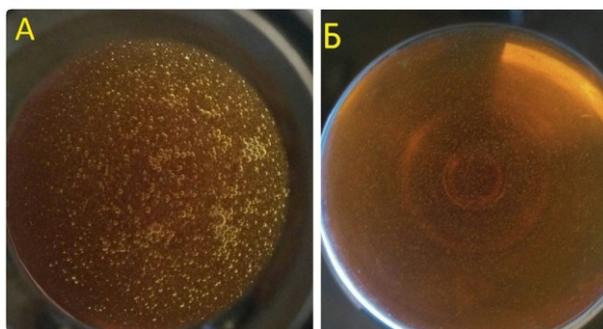


Рисунок 3 – Сравнение образцов после отстоя масла:
А – без подогрева; Б – с подогревом.

Далее были проведены замеры с предварительным подогревом масла для более эффективного удаления пузырьков воздуха. Результаты измерений приведены в табл. 1, 2 и на рис. 4, 5, 6.

Таблица 1 – Результаты замеров на холодном масле

№ образца Размер, мкм	Образец 1 (чистое)	Образец 2 (Обводненное)	Образец 3 (Б/У)
5–10	9512	0	17087
10–25	212461	0	51632
25–50	13371	50957	5338
50–100	1926	6193	5839
100–200	1813	5598	8226
св. 200	1564	5523	2572
Класс чистоты по ГОСТ 17216	14	>17	>17

Таблица 2 – Результаты замеров на масле с предварительным подогревом

№ образца Размер, мкм	Образец 1 (чистое)	Образец 2 (Обводненное)	Образец 3 (Б/У)
5–10	59031	0	11975
10–25	16783	0	44414
25–50	893	251006	8191
50–100	170	7059	2148
100–200	39	1352	637
св. 200	19	750	165
Класс чистоты по ГОСТ 17216	12	>16	13

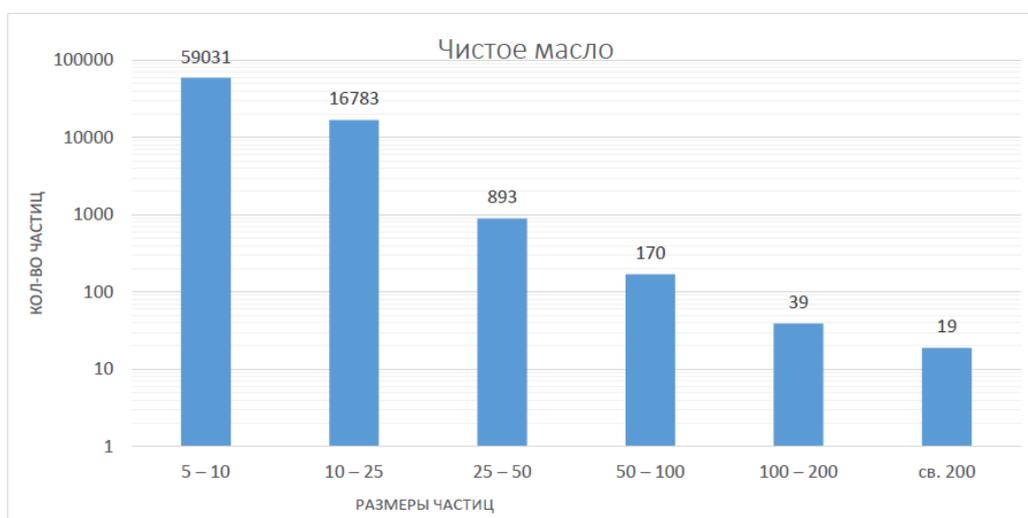


Рисунок 4 – Показания при бора при контроле чистого масла



Рисунок 5 – Показания при бора при контроле рабочего масла

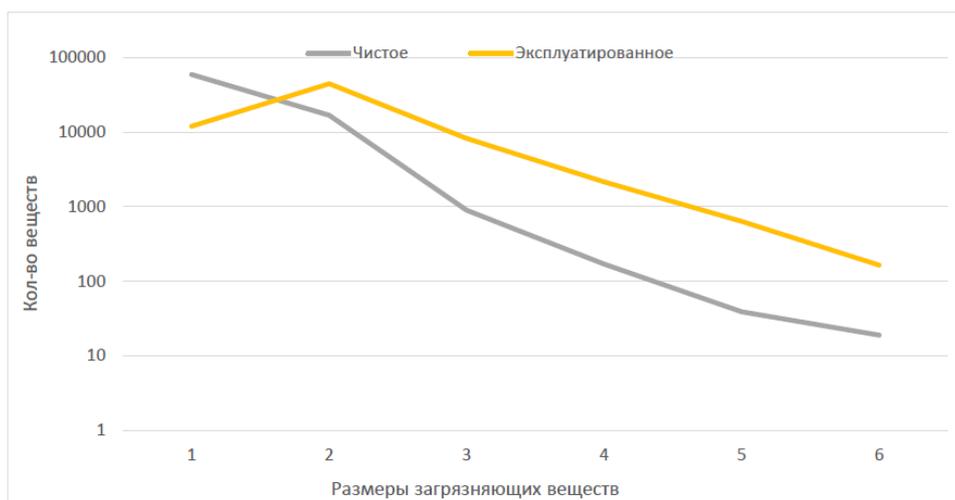


Рисунок 6 – Отношение взвешенных частиц образцов с чистым маслом и загрязненным частицами износа

Выводы

1. Применение прибора ПКЖ-904А для диагностики судовых редукторов по контролю дисперсного состава продуктов износа в масле вполне возможно, так как заметна существенная разница в результатах замера чистого и работавшего масла одинаковых марок.

2. При проведении анализа важным аспектом является удаление воздушных пузырей из пробы, так как прибор их регистрирует как частицы, что существенно влияет на результаты и может привести к ошибкам при проведении диагностики.

3. Еще одним фактором, влияющим на точность анализа, является обводненность масла. Из результатов замеров видно (табл. 1 и 2), что при значительном обводнении масла прибор не регистрирует мелкие частицы (5–25 мкм).

Рекомендации

1. Перед каждым началом работы и в конце каждого анализа необходимо промывать прибор бензином Б-70, чтобы исключить ошибку прибора от загрязнения измерительного тракта.

2. Для улучшения качества и скорости деаэрации масла производить помешивание пробы масла в воронке прибора с предварительным его подогревом.

3. Необходимо подбирать оптимальное давление воздуха для принудительного прокачивания масла через прибор, исходя из условия: чем медленнее поток проходит через датчик, тем достовернее будет результат.

4. Для более точного контроля технического состояния механизма производить анализ масла в совокупности с другими методами диагностики (например, методами вибродиагностики).

5. Для проведения достоверной диагностики по дисперсионному составу продуктов износа в масле необходимо разработать соответствующие нормы на основе статистического анализа ряда замеров.

Библиографический список

1. Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2 / И. В. Возницкий, А. С. Пунда – М. : МОРКНИГА, 2010. – 382 с. 2

2. Равин, А. А. Сравнительный анализ диагностических возможностей методов мониторинга продуктов износа в масле / А. А. Равин – Сб. научн. трудов XI-й Междунар. научной конф. «Трибология и надёжность». – СПб. : 2011. – с. 274÷282.

Исследование метрологических характеристик ферроиндикатора ФЧМ-П

Сергеев К. О., Тарновский Р. И. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра судовых энергетических установок)

Аннотация. В статье рассматриваются метрологические характеристики прибора для определения содержания ферромагнитных продуктов износа в смазочном масле – ферроиндикатора ФЧМ-П, определяются возможные погрешности и даются рекомендации по использованию.

Abstract. Metrological characteristics of the device that determines the content of ferromagnetic wear products in the lubricating oil – ferroindicator FCHM-P, possible errors are determined and recommendations for use are given.

Ключевые слова: продукты износа, диагностика, судовые редуктора, судовые двигатели ферроиндикатор, измерение, исследование, рабочее масло.

Key words: wear products, diagnostics, ship gearboxes, ship engines, ferroindicator, measurement, research, diagnosis, working oil.

Введение

Одним из наиболее эффективных методов технического диагностирования судовых механизмов (редукторов, ДВС) является диагностирование по показателям работающего смазочного масла. К основным достоинствам этого метода относится высокая информативность, оперативность, возможность определения технического состояния без разборки и даже без остановки агрегата.

Данный метод применяется при диагностировании судовых дизелей различного назначения, а также транспортных (локомотивов, автомобилей) и имеет высокую технико-экономическую эффективность. За рубежом анализ моторных масел выполняют специализированные лаборатории или компании. Собственными лабораториями, занимающимися диагностированием двигателей по параметрам масла располагают нефтеперерабатывающие компании Мобил Ойл, Тексако, Галф Ойл, Шелл и другие. [1].

Для оценки скорости износа вследствие трения определяется количество продуктов износа находящихся в масле. Продукты износа попадают в систему смазки и накапливаются в ней. Вместе с ними в масле накапливаются и другие примеси – продукты окисления масла, вода и т. д.

Понятно, что вместе с накоплением примесей в масле, идёт и обратный процесс – масло очищается в фильтре, происходит угар масла, его разбав-

ление при частичных доливах. Примеси откладываются на стенках картера и в каналах системы смазки. Все это обуславливает достаточно сложную динамику накопления продуктов износа в масле. [1]

Фирма «Техдиагнозсервис» выпускает переносной прибор для определения концентрации железа в масле – ферроиндикатор ФЧМ-П.

Оценка реальных характеристик указанного прибора проведена в данной статье.

Назначение ферроиндикатора ФЧМ-П

Ферроиндикатор ФЧМ-П предназначен для определения содержания ферромагнитных продуктов износа в рабочих смазочных маслах: цилиндровом масле крейцкопфных двигателей, циркуляционном масле среднеоборотных дизелей и дизель генераторов, в масле редукторов и зубчатых передач, колесно-моторных блоков тепловозов и электровозов и т. д. Прибор не реагирует на содержание в масле цветных металлов.



Рисунок 1 – Ферроиндикатор ФЧМ-П. Общий вид

Описание и принцип работы

Принцип работы ферроиндикатора ФЧМ-П заключается в измерении частоты измерительного генератора и выдачи на дисплее индикатора разницы частот измерительного генератора для пробирки с чистым маслом и пробирки с отработавшим маслом. Этот принцип позволяет избавиться от влияния на измерения внешних воздействующих факторов (температуры, понижения напряжения и т. д.). Индуктивный датчик включен в резонансный контур измерительного генератора. При внесении в датчик пробирки с маслом изменяется его индуктивность, соответственно изменяется и частота измерительного генератора.

Исследование влияния температуры исследуемого масла на показания ферроиндикатора ФЧМ-П

При исследовании метрологических характеристик ферроиндикатора ФЧМ-П, в первую очередь нужно было определить влияние температуры исследуемого масла на показания ферроиндикатора, так как предыдущая модель ферроиндикатора при различных температурах одной и той же пробы масла показывала различные значения содержания железа в этом масле.

Исследование проводилось в следующей последовательности: пробирка заполнялась маслом на 40 мм, в соответствии с инструкцией изготовителя. Ферроиндикатор ФЧМ-П выставлялся на ноль без пробирки, т. е. эталоном была атмосфера. Далее проводился нагрев масла до температуры, при которой оно находится в двигателе во время его работы. Показания ферроиндикатора фиксировались по мере остывания масла с одновременным контролем его температуры. При этом постоянно контролировалась установка нуля прибора.

Исследование проводилось в два этапа – сначала исследовалось чистое масло, а затем масло, отобранное из судового редуктора. Результаты приведены на графиках рис. 2 и рис. 3.

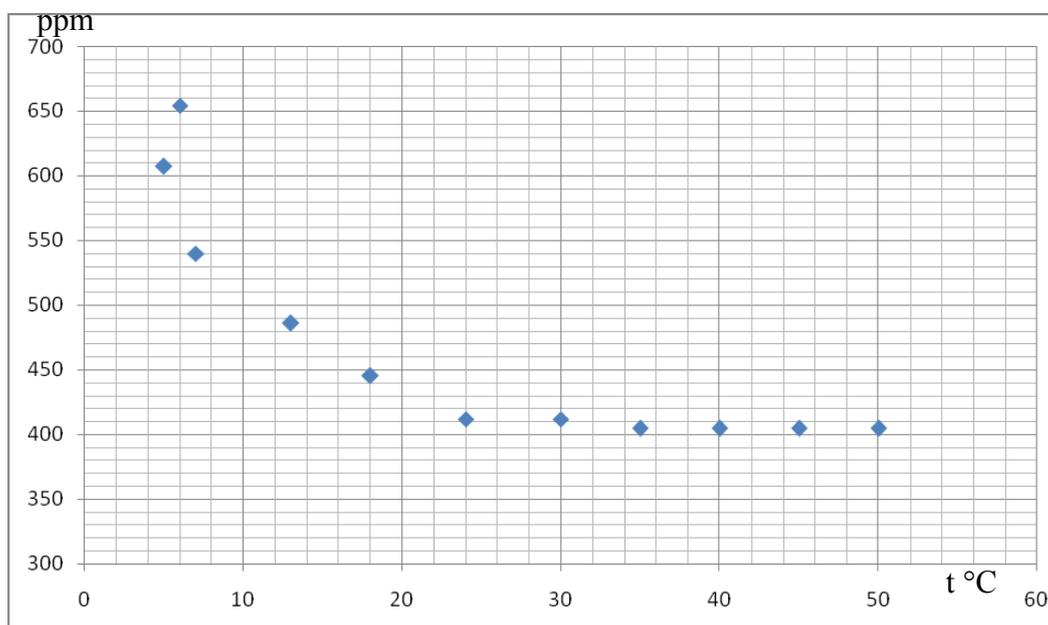


Рисунок 2 – График зависимости показаний ферроиндикатора ФЧМ-П от температуры на чистом масле

Из полученных графиков зависимости показаний ферроиндикатора ФЧМ-П от температуры исследуемого масла видно, что при $t \leq 18$ °C ферроиндикатор дает сильно завышенные значения, причем, чем ниже температура масла тем выше показания ферроиндикатора, а показания при темпера-

туре выше этого рубежа отличаются незначительно укладываясь в допустимую погрешность прибора ± 2 ед.

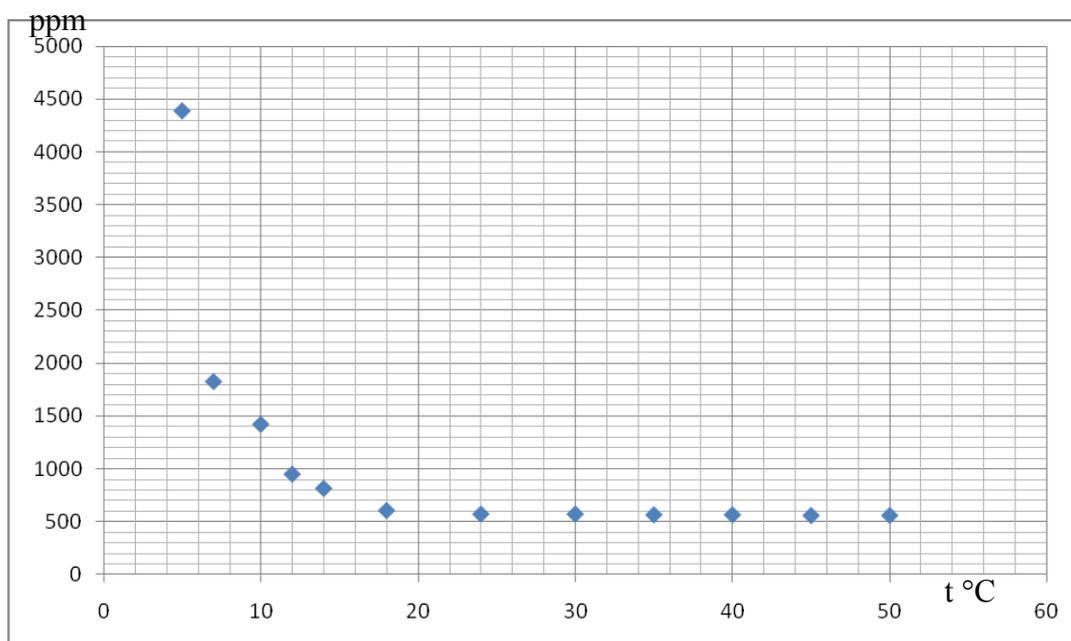


Рисунок 3 – График зависимости показаний ферроиндикатора от температуры на работавшем масле

Определение чувствительности ферроиндикатора

Далее исследовался вопрос о чувствительности ферроиндикатора, устанавливалось какое изменение частоты измерительного генератора прибор принимает за 1 условную единицу. Для этого выход генератора прибора подключался к частотомеру ЧЗ-54. Схема измерений показана на рис. 4.



Рисунок 4 – Ферроиндикатор ФЧМ-II с подключенным частотомером ЧЗ-54

Первоначально снимались показания частотомера при установке прибора на 0 по чистому маслу, а затем при установленной в ферроиндикатор

пробирке с отработавшим маслом из судового редуктора. Результаты представлены в табл 1.

Таблица 1 – Результаты измерений

Проба установленная в ферроиндикатор	Показания ферроиндикатора, усл. ед.	Показания частотомера, kHz
Чистое масло	0	246,4877
Чистое масло	1	246,4862
Без пробы	9937(-63)	246,4905
Без пробы	9938(-64)	246,4899
Масло из редуктора	16	246,4817
Масло из редуктора	16	246,4819
Масло из редуктора	16	246,4813
Масло из редуктора	15	246,4810
Масло из редуктора	14	246,4797

По полученным данным при проведении измерений было выявлено, что прибор ЧЗ-54 фиксирует изменение частоты измерительного генератора в сотые доли герца. При этом было установлено, что нет прямой зависимости показаний ферроиндикатора от частоты измерительного генератора. Это видно по различным показаниям частотомера при одинаковых показаниях индикатора. При изменении показаний прибора на одну условную единицу, показания частотомера изменяются на разные величины (от 0,3 Hz до 1,3 Hz). Это может свидетельствовать о некорретной работе или калибровке ферроиндикатора.

Заключение

По результатам испытания прибора выявлено:

1. У прибора постоянно сбивается установка нуля, что значительно усложняет процесс снятия показаний. Установка нуля необходима перед и после каждого измерения.
2. На показания сильно влияет температура исследуемой пробы масла. Для получения корректных показаний, необходимо, чтобы температура пробы была не ниже 20 °С.
3. Во время зарядки встроенного аккумулятора прибор сильно перегревается, это может быть связано с нарушениями в работе стабилизатора напряжения.
4. Возможно, на показания прибора и значительный разброс значений влияет слишком маленькая концентрация частиц износа в исследуемом масле судовых редукторов.

Рекомендации

1. Во время работы постоянно контролировать установку нуля по контрольной (исходной) пробе масла.
2. Необходимо подобрать контрольные образцы проб масел для каждой группы механизмов и использовать их в дальнейшей работе в качестве исходных.
3. Необходимо проводить несколько замеров (не менее трех) и вычислять среднее значение.
4. Необходимо контролировать температуру, при которой проводится измерение (фиксировать ее) и далее проводить анализ масла из контролируемого агрегата (при последующих замерах) только при этой температуре.
5. Желательно использовать термостат для стабилизации температуры пробы масла перед замером.
6. Необходимо разработать метод увеличения концентрации продуктов износа в пробе масла вносимой в измерительный узел прибора, например, используя осаждение из всего объёма пробоотборной емкости (бутылки), для чего провести соответствующие испытания и предложить методику пересчета концентрации на объем пробы.
7. Желательно доработать прибор, установив блок стабилизации напряжения на узел измерительного генератора.

Библиографический список

1. Равин, А. А. Сравнительный анализ диагностических возможностей методов мониторинга продуктов износа в масле / А. А. Равин – Сб. научн. трудов XI-й Междунар. научной конф. «Трибология и надёжность». – СПб. : 2011. – с. 274–82.

Моделирование теплофизических процессов в системах кондиционирования арктических судов

Чибисов В. Ю., Димитриенко Ю. И. (г. Москва, ФГБОУ ВО "Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана", кафедра ФН-11)

Аннотация. В статье рассматривается моделирование противообледенительной системы воздухозаборных решеток судовой системы вентиляции, используемой на атомных ледоколах типа "Москва". Исследована физ. мат. модель с учетом таких циклов как намораживание и оттаивание льда. Кратко представлено результаты моделирования. В заключении выбраны оптимальные свойства и представлены рекомендации по проектированию противообледенительной системы.

Abstract. The article deals with the modeling of the anti-icing system of air intake gratings of the ship's ventilation system used on nuclear icebreakers of the Moscow type. Studied physics and Mat. model taking into account cycles such as freezing and thawing of ice. The results of modeling are briefly presented. In conclusion, the optimal properties and recommendations for the design of the anti-icing system are selected.

Введение

В последнее время отмечается активный всплеск в развитии северных территории России. Все более актуальными становятся задачи такого характера как расширение геологоразведочных работ и увеличения добычи полезных ископаемых. Большое внимание уделяется мероприятиям по геологическому изучению Северно-Ледовитого океана. Арктический регион в ближайшее десятилетие будет оказывать серьёзное влияние на судьбы всего мира, уверяют эксперты. От отечественных проектировщиков судов требуются современные решения сложных прикладных задач. Одной из таких задач является проблема со своевременной диагностикой и профилактикой работоспособности воздухозаборных решеток, ввиду особых условия эксплуатации (обледенение, намерзание, оттаивание и т. п.) Арктических судов [1]. Например, обледенение сужает поперечное сечение воздухозаборных трактов, уменьшает количество поступающего воздуха и, даже в некоторых случаях, может вывести их строя судовую систему вентиляции и привести к тяжелым последствиям. Для решения данной задачи требуется провести численное моделирование процессов теплообмена противообледенительной системы обогрева и сделать верификацию физико-математической модели теплообмена проектных параметров системы обогрева.

При проведении расчетов были использованы следующие методы и средства компьютерного моделирования процессов тепло- и массопереноса:

- методы вычислительной гидродинамики (Computational Fluid Dynamics) основанные на совместном решении системы дифференциальных уравнений;
- метод конечных объемов – метод численного решения дифференциальных уравнений в частных производных.

При проведении расчетов использовался пакет компьютерного моделирования процессов тепло- и массопереноса FLOTHERM V7.1 (производитель Mentor Graphics), осуществляющий программную реализацию формализма вычислительной гидродинамики (CFD).

Цели компьютерного моделирования:

- оценка оптимального диапазона тепловых нагрузок на греющий кабель для предотвращения обледенения вентиляционных решеток при различных температурах наружного воздуха;
- определение оптимальных толщин жалюзи для минимизации термических сопротивлений с целью наилучшего прогрева решеток.

Исходные данные для компьютерного моделирования

Были приняты следующие исходные данные для компьютерного моделирования:

- размер вентиляционной решетки: 1600 x 600 мм;
- толщина жалюзи: Δ = от 3 до 6 мм;
- размер приточной камеры: 1500 x 2000 x 3000 мм;
- внешняя температура воздуха: T_{amb} = от минус 30 до минус 40 °С;
- скорость воздуха на входе в решетку : $V_{ex} = 2$ м/с;
- удельная тепловая мощность кабеля: P_L от 440 до 780 Вт/м;
- греющий кабель расположен на следующих элементах вентиляционной решетки:
 - боковины обечайки;
 - ребра жесткости
 - на нижней и верхней части обечайки греющий кабель отсутствует;
 - температурный критерий оптимального эксплуатационного режима: средняя температура жалюзи оценивается величиной близкой к $T_{жс} \approx 5$ °С;
 - энергетический критерий оптимальной конструкции: минимум общей тепловой нагрузки при минимуме удельной мощности на греющий кабель, обеспечивающий режим, препятствующий обледенению.

Результаты компьютерного моделирования

Рассматриваемые варианты решетки для расчетов приведены в таблице 1. Фрагмент вентиляционной решетки с 2 и 6 ребрами жесткости показан на рис. 1-2. Зависимость общей тепловой нагрузки на греющие вертикальные кабели от их количества представлена на рис. 3. Распределение температуры на поверхности вентиляционной решетки и воздушный поток через нее в среднем сечении (фрагмент, вентиляционная решетка с 6 ребрами жесткости $\Delta = 3$ мм, $T_{amb} = -30$ °С) представлена на рис. 4. Таблица 2 содержит основные выводы по тепловой нагрузке на греющий кабель и средние температуры вентиляционной решетки для различных эксплуатационных режимов и конфигураций.

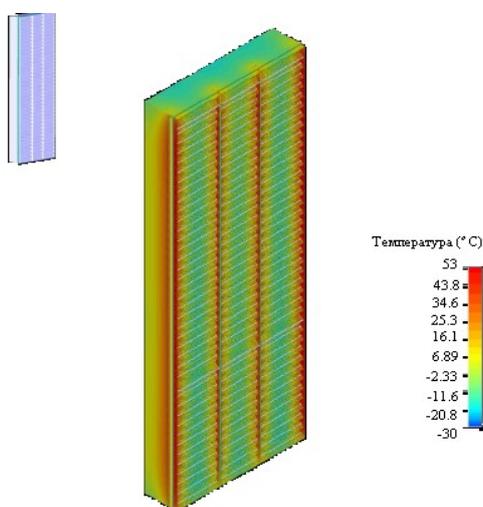


Рисунок 1 – Сравнительное распределение температур (вентиляционная решетка с 2 ребрами жесткости $\Delta = 3$ мм, $T_{amb} = -30$ °С)

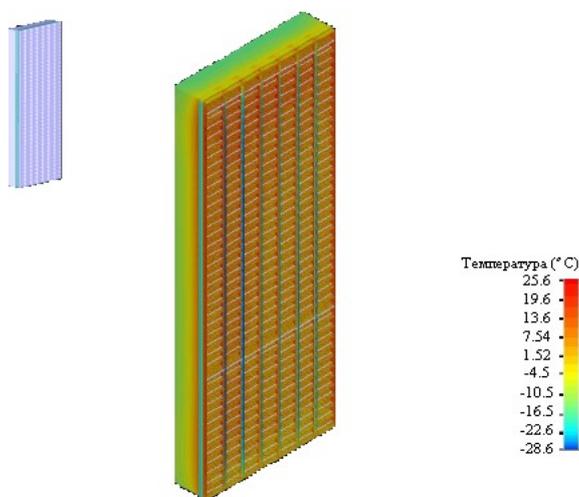


Рисунок 2 – Сравнительное распределение температур (вентиляционная решетка с 6 ребрами жесткости $\Delta = 3$ мм, $T_{amb} = -30$ °С)

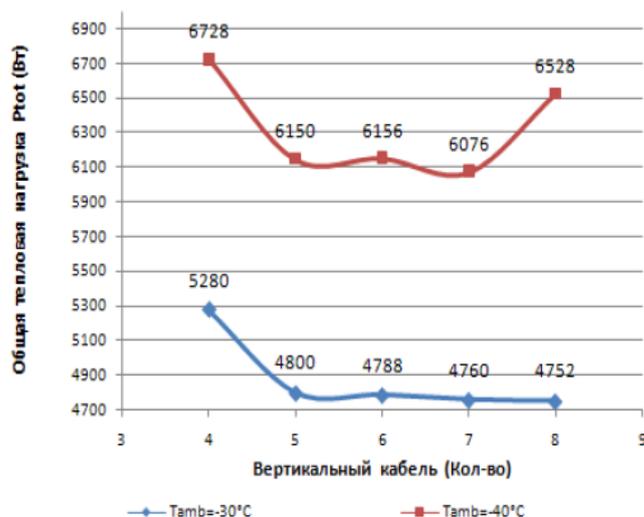


Рисунок 3 – Зависимость общей тепловой нагрузки на греющие вертикальные кабели от их количества



Рисунок 4 – Распределение температуры и воздушный поток через нее в среднем сечении (фрагмент, вентиляционная решетка с 6 ребрами жесткости

$$\Delta = 3 \text{ мм}, T_{amb} = -30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Таблица 1 – Рассматриваемые конфигурации решетки, системы обогрева и условий функционирования решетки

N	Конфигурация	Кол-во вертикальных ребер жесткости	Кол-во вертикальных греющих кабелей	Толщина жалюзи Δ (мм)	Внешняя температура T _{amb} (°C)	Скорость воздуха на входе в решетку V _{вх} (м/с)	Удельная тепловая мощность кабеля P _L (Вт/м)
1	1	2	4	3	-30°C	2	825.0
2	2	3	5				600.0
3	3	4	6				498.8
4	4	5	7				425.0
5	5	6	8				371.3
6	6	2	4	3	-40°C	2	1051.3
7	7	3	5				768.8
8	8	4	6				641.3
9	9	5	7				542.5
10	10	6	8				510.0

Таблица 2 – Тепловая нагрузка на греющий кабель и средние температуры вентиляционной решетки для различных эксплуатационных режимов и конфигураций

N	Эксплуатационный режим	1	2	3	4	5
1	Толщина жалюзи Δ (мм)	3				
2	Внешняя температура T_{amb} (°C)	$T_{amb} = -30^{\circ}\text{C}$				
3	Вертикальный кабель	Кол-во				
4	Удельная мощность кабеля P_L (Вт/м)	4	5	6	7	8
5	Тепловая нагрузка на вертикальный кабель P_{cabel} (Вт)	825.0	600.0	498.8	425.0	371.3
6	Общая тепловая нагрузка P_{tot} (Вт)	1320	960	798	680	594
7		5280	4800	4788	4760	4752
8	Элементы вентиляционной решетки	Распределение средних температур				
9	Жалюзи	Средняя температура T_c (°C)				
10	Обечайка низ	5.0				
11	Обечайка верх	-8.2 ± 0.5				
12	Обечайка боковина	22.5	12.0	6.9	3.0	0.3
13	Ребра жесткости	42.4	31.2	20.0	14.8	12.9

N	Эксплуатационный режим	6	7	8	9	10
1	Толщина жалюзи Δ (мм)	3.0				
2	Внешняя температура T_{amb} (°C)	$T_{amb} = -40^{\circ}\text{C}$				
3	Вертикальный кабель	Кол-во				
4	Удельная мощность кабеля P_L (Вт/м)	4	5	6	7	8
5	Тепловая нагрузка на вертикальный кабель P_{cabel} (Вт)	1051.3	768.8	641.3	542.5	510.0
6	Общая тепловая нагрузка P_{tot} (Вт)	1682	1230	1026	868	816
7		6728	6150	6156	6076	6528
8	Элементы вентиляционной решетки	Распределение средних температур				
9	Жалюзи	Средняя температура T_c (°C)				
10	Обечайка низ	5.0				
11	Обечайка верх	-11.5 ± 1				
12	Обечайка боковина	-13.3 ± 1				
13	Ребра жесткости	31.7	13.7	7.4	2.2	-2.3
		52.0	33.3	24.1	17.4	11.7

Заключение

Из результатов компьютерного моделирования термического состояния вентиляционных решеток при изменении внешней температуры воздуха в диапазоне $-40^{\circ}\text{C} < T_{amb} < -30^{\circ}\text{C}$ следует:

1. Вентиляционные решетки с толщиной жалюзи в $\Delta = 3$ мм обеспечивают режим, препятствующий обледенению, в диапазоне тепловых нагрузок на греющий кабель, представленных в таблице 2.

2. Оптимальное количество вертикальных ребер жесткости ($N_{реб} = 5$) и греющих вертикальных кабелей ($N_{каб} = 7$) для режимов, препятствующих обледенению, определено с учетом минимума удельной мощности на греющий кабель и общей тепловой нагрузки, а также образованием льда.

Библиографический список

1. Ерохин Б. Т. Теория внутрикамерных процессов и проектирование РДТТ. – М. : Машиностроение, 1991.
2. Калинин В. В., Ковалев Ю. Н., Липанов А. М. Нестационарные процессы и методы проектирования узлов РДТТ. – М. : Машиностроение, 1986.

2. Синюков А. М., Волков Л. И., Львов А. И., Шишкевич А. М. Баллистическая ракета на твердом топливе. – М. : Воениздат, 1972.
3. Липанов А. М., Алиев А. В. Проектирование РДТТ. – М. : Машиностроение, 1995.
4. Димитриенко Ю. И. Механика композиционных материалов при высоких температурах. – М. : Машиностроение. – 1997.
5. Г. Стренг, Дж. Фикс “Теория метода конечных элементов”, Москва, Мир, 1977.
6. Дж. Голуб, Ч. Ван Лоун. Матричные вычисления. Перевод с английского. – М. : "Мир", 1999.
7. R. Barrett, M. Berry, T.F. Chan, J. Demmel, J.M. Donato, J. Dongarra, V. Eijkhout, R. Pozo, C. Romine, Henk Van der Vorst, Templates for the Solution of Linear Systems: Building Blocks for Iterative Methods, SIAM, 1994.
8. Ж.-К. Сабоннадьер, Ж.-Л. Кулон “Метод конечных элементов и САПР”, Москва, Мир, 1989.
9. Димитриенко Ю. И., Изотова С. Г. Численное исследование нестационарных газодинамических процессов горения в камерах РДТТ // В наст. сборнике.
10. Димитриенко Ю. И., Коряков М. Н., Чибисов В. Ю. Численное решение сопряженной задачи газодинамики и теплообмена для воздухозаборной решетки с противообледенительной системой // Инженерный журнал: наука и инновации, 2013, вып. 9. URL: <http://engjournal.ru/catalog/mathmodel/technic/1116.html>
11. Димитриенко Ю. И., Чибисов В. Ю., Кирчанов А. Г., Ворошилов Р. Ю. Разработка и испытания противообледенительной системы обогрева судовых воздухозаборных решеток // Инженерный журнал: наука и инновации, 2015, вып. 12(48), DOI: 10.18698/2308-6033-2015-12-1453
12. Кирчанов А. Г., Димитриенко Ю. И., Чибисов В. Ю., Краснов И. К. Способ контроля обледенения жалюзи воздухоприемной решетки // патент на изобретение RUS 2563710 23.05.2014.

Судовые системы аэрозольного объемного пожаротушения. Структура, принцип работы, преимущества

Федич Р. М. (г. Мурманск, ФГБОУ ВО "Мурманский государственный технический университет", кафедра технологии металлов и судоремонта)

Аннотация. Произведено исследование судовых систем аэрозольного объемного пожаротушения на примере станции "Каскад".

Abstract. The researching of aerosol bulk fire extinguishing systems was carried out on the example of "Kaskad" system.

Ключевые слова: системы аэрозольного объемного пожаротушения, структура, принцип работы, преимущества.

Key words: aerosol bulk fire extinguishing systems, structure, principle of operation, advantages.

1. Введение

Пожар на судне – одно из самых опасных бедствий. Он приносит намного большие разрушения, чем любой другой вид аварии. При пожаре могут испортиться грузы, выйти из строя машины, судовое оборудование, он представляет угрозу для жизни людей. Особенно большой ущерб причиняют пожары на пассажирских, грузопассажирских судах и танкерах. На последних они могут сопровождаться взрывом нефтяных паров в грузовых танках. Пожар может возникнуть из-за неисправности электропроводки, неправильной эксплуатации электрического и теплообменного оборудования, небрежного и неосторожного обращения с огнем, попадания искр на горючие материалы и по другим причинам [3].

В настоящее время существуют различные разновидности судовых систем пожаротушения: водяные, газовые на основе углекислоты или инертных газов, пенные, порошковые и другие. Одними из наиболее эффективных систем являются системы аэрозольного объемного пожаротушения (АОТ).

2. Структура системы АОТ на примере станции "Каскад"

ООО НПО "КАСКАД" специализируется на разработке, проектировании и производстве систем аэрозольного объемного пожаротушения (АОТ). Оборудование систем АОТ сертифицировано Российским Морским Регистром Судоходства (РС), Российским Речным Регистром (РРР) и другими. Общая структура системы АОТ представлена на рис. 1.

Щит управления и сигнализации судовой системы аэрозольного объемного пожаротушения (ЩУС) представляет собой электронное устройство управления, выполненное в виде единой конструкции, устанавливаемой на вертикальной плоскости. Органы управления и индикации выведены на лицевую панель, расположенную под крышкой корпуса.

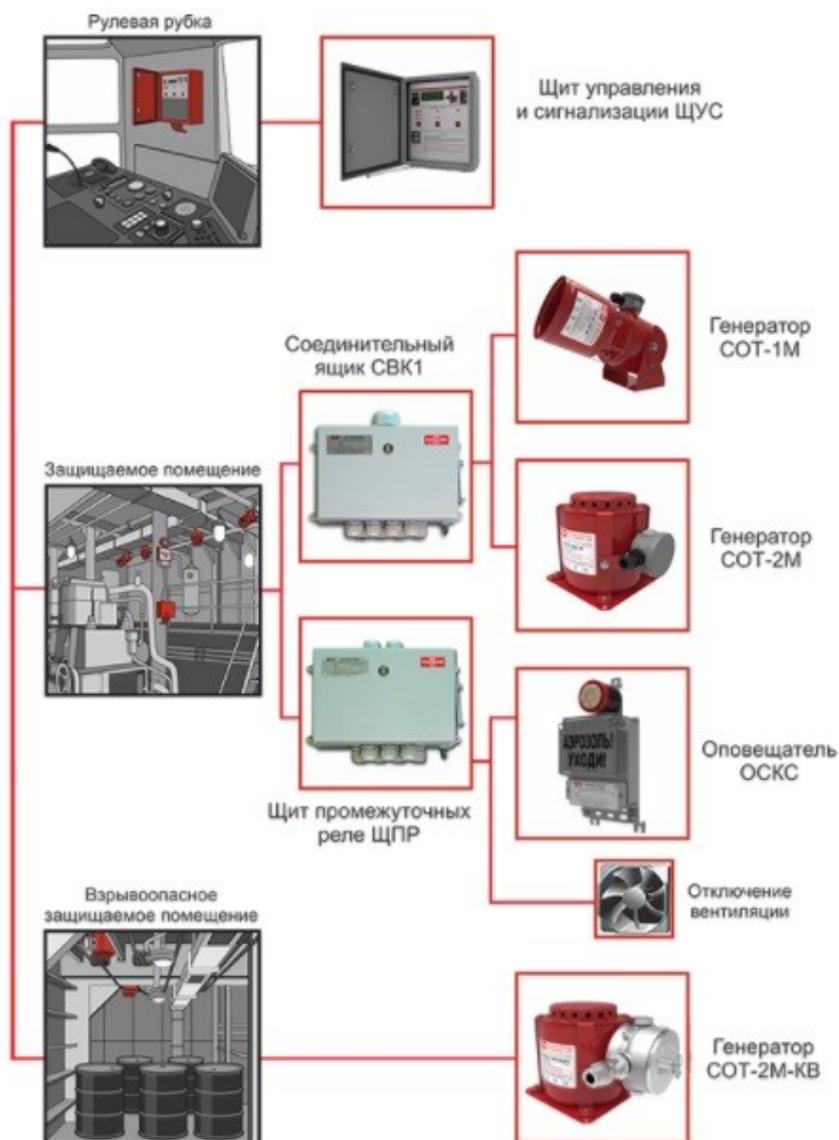


Рисунок 1 – Структура системы АОТ

Выполняет следующие функции:

- функциональный самоконтроль работоспособности ЩУС;
- автоматический контроль целостности электрических пусковых цепей с индикацией неисправностей;
- проверка работоспособности сигнализации и отключения вентиляции в защищаемых помещениях;

– дистанционный запуск генераторов огнетушащего аэрозоля типа СОТ-М в режимах "Тушение" (с автоматической задержкой времени пуска) и "Экстренное тушение" (без задержки времени пуска);

– защита от токов короткого замыкания и перегрузок в цепях запуска генераторов и сигнализации.

Соединительный ящик СВК1 предназначен для разводки кабельных трасс пусковых цепей генераторов по защищаемым помещениям.

Оповещатель судовой комбинированный светозвуковой (ОСКС) предназначен для подачи звукового и светового сигнала "АЭРОЗОЛЬ, УХОДИ!" в судовых помещениях, при запуске судовой стационарной системы АОТ. ОСКС начинает подачу световых и звуковых сигналов одновременно с подачей питания и отключается после окончания запрограммированного времени работы.

Щит промежуточных реле (ЩПР) предназначен для управления судовым оборудованием (отключение принудительной вентиляции, котла, систем кондиционирования и пр.) и сигнализацией предупреждения в защищаемом помещении по сигналам, поступающих от ЩУС.

Генераторы устанавливаются непосредственно в защищаемых помещениях и обеспечивают подачу аэрозоля, образующегося из твердого заряда. Огнетушащий аэрозоль поступает в защищаемое помещение, где распределяется по объему и прекращает горение жидкостей и материалов, в том числе электрооборудования находящегося под напряжением. Запуск генератора осуществляется путем подачи электрического импульса от ЩУС АОТ на узел запуска. В системе АОТ применяются генераторы огнетушащего аэрозоля СОТ-1М, СОТ-2М, СОТ-2М-КВ, АГС-5М [4].

3. Принцип тушения

После запуска генератора образующийся огнетушащий аэрозоль заполняет защищаемое помещение и обеспечивает ингибирование мелкодисперсными конденсированными частицами цепных реакций в пламенной зоне горения, что приводит к снижению тепловыделения (рис. 2).



Рисунок 2 – Ингибирование аэрозоля

При возникновении пожара частицы горючего вещества, выделяющиеся при нагреве, соединяются с молекулами кислорода и окисляются с выделением тепла, что ведет к развитию цепной реакции горения. При запуске системы объемного аэрозольного пожаротушения мелкодисперсные частицы аэрозоля, образующиеся из твердого заряда, попадают в защищаемое помещение и распределяются по объему. Частицы аэрозоля, являясь более активными, чем молекулы кислорода, соединяются с частицами горючего вещества, что ведет к разрыву цепной реакции горения и нарушению теплового баланса реакции горения (рис. 3).



Рисунок 3 – Прекращение цепной реакции

В течение 30–50 минут после окончания работы генераторов огнетушащий аэрозоль находится во взвешенном состоянии, и в помещении сохраняется огнетушащая концентрация аэрозоля, исключая возможность повторного воспламенения.

4. Преимущества систем АОТ

К преимуществам систем АОТ, в сравнении с другими системами объемного пожаротушения можно отнести следующее:

- самая низкая стоимость среди стационарных систем объемного пожаротушения;
- не требуется отдельного помещения. Генераторы огнетушащего аэрозоля устанавливаются в защищаемых помещениях;
- безопасность для экипажа. Не токсична. Если при запуске системы в помещении находятся люди, то они могут покинуть помещение, пользуясь минимальными средствами защиты органов дыхания;
- безопасность для окружающей среды. Не выделяет озоноразрушающих веществ. Не оказывает влияние на глобальное потепление;
- безопасность для оборудования. Не вызывает коррозии. Может применяться для тушения кабельных трасс и оборудования под напряжением до 40кВ;
- простота в эксплуатации. Не требует затрат на техническое обслуживание, ежемесячные и ежегодные проверки выполняются экипажем;
- отсутствие баллонов под давлением и труб. Аэрозолеобразующий заряд находится в твердом состоянии непосредственно в генераторах огнетушащего аэрозоля;
- легкость и компактность. Системы АОТ имеют самый малый вес среди систем объемного пожаротушения, простой монтаж.

Влияние на человека, имущество и окружающую среду различных систем объемного тушения сведено в табл. 1.

Таблица 1 – Влияние на человека, имущество и окружающую среду различных систем объемного тушения

	Влияние на человека	Влияние на имущество	Влияние на окружающую среду
Аэрозоль	Может использоваться в присутствии человека в допустимых концентрациях и при соблюдении мер предосторожности	Не наносит вреда	Безопасен для окружающей среды, не способствует разрушению озонового слоя
Вода и пена	Необходимы специальные средства защиты	Приводит к порче имущества вследствие большого содержания воды, к коррозии металлических элементов, выходу из строя	Осадок сложно удалить, пена ядовита

		электроники	
Углекислый газ, CO ₂	В огнетушащей концентрации крайне опасен для человека	Образующийся конденсат может повредить электронику	Выброс CO ₂ при тушении пожара гораздо выше выброса из других источников
Инертные газы	Могут вызвать нарушение снабжения мозга кислородом	Безвредны	Безвредны
Хладоны	Запрещены к применению в присутствии человека	Безвредны	Опасны, способствуют разрушению озонового слоя

5. Применение систем АОТ

В соответствии с Правилами классификации и постройки морских судов Российского Морского Регистра Судоходства стационарная система АОТ применяется для защиты следующих помещений:

- машинные помещения;
- посты управления;
- помещения, которые могут быть отнесены к машинным помещениям, такие как помещения аварийных дизель-генераторов;
- машинные помещения без постоянной вахты, в которых расположены гребные электрические двигатели либо паровые машины или паровые турбины мощностью не менее 375 кВт;
- кладовые легковоспламеняющихся материалов и веществ – малярные, кладовые воспламеняющихся жидкостей, воспламеняющихся сжиженных и сжатых газов, станции раздачи топлива и т. п.;
- ангары и помещения, в которых располагается оборудование для заправки и обслуживания вертолетов;
- производственные помещения – помещения на судах специального назначения, не являющиеся ни машинными помещениями, ни их частью, такие как производственные цеха, лаборатории и другие подобные помещения, а также шахты, ведущие в эти помещения, в которых применяются жидкое топливо, воспламеняющиеся жидкости или обрабатываются горючие материалы;
- помещения сепараторов, установки жидкого топлива, любое оборудование, используемое для подготовки и подачи жидкого топлива (подогретого или не подогретого) в котел, генератор инертного газа или двигатель (включая газовые турбины) и включающее топливные насосы, сепараторы, фильтры и подогреватели с давлением 0,18 МПа, а также гидравлические

установки, содержащие горючие жидкости с рабочим давлением больше 1,5 МПа и не являющиеся элементами главных и вспомогательных механизмов, котлов и так далее.

6. Заключение

В настоящее время более 2200 судов оснащено судовыми системами аэрозольного объемного пожаротушения. Среди них 410 рыболовных судов, 298 буксиров, 287 танкеров, 273 вспомогательных судна, 252 катера, 193 сухогруза, 190 пассажирских судов, 116 патрульных судов, 103 яхты, 36 научно-исследовательских судов, 19 плавкранов, 12 плавучих доков, 11 паромов.

Системы АОТ на порядок лучше остальных систем объемного пожаротушения. Уже существует ряд примеров их практического успешного применения на судах различных типов и предотвращения развития пожара. В сочетании с современными системами пожарной сигнализации, такими как "AutoSafe", можно существенно повысить пожарную безопасность на судах.

Библиографический список

1. Положение о технической эксплуатации судов рыбной промышленности: утв. Приказом Госкомрыболовства Рос. Федерации от 5 мая 1999 г. № 107. – Санкт-Петербург : Гипрорыбфлот-Сервис, 199. – 136 с. – Режим доступа: <http://www.alppp.ru/law/okruzhayuschaja-sreda-i-prirodnje-resursy/ohrana-i-ispolzovanie-zhivotnogo-mira/22/polozhenie-o-tehnicheskoy-ekspluatácii-sudov-rybnoj-promyshlennosti.pdf>. – Загл. с экрана.

2. Правила классификации и постройки морских судов. [В 5 т.]. Т. 2 : НД № 2-020101-077 : / Рос. мор. регистр судоходства. – [Изд. 17-е, изм. и доп.]. – Санкт-Петербург : Рос. мор. регистр судоходства, 2014. – 729 с.

3. Системы пожаротушения. – Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/sudostroenie/mechanizm/sistemy-pozharotusheniya.shtml>. – Загл. с экрана.

4. Состав системы аэрозольного объемного пожаротушения (АОТ). – Режим доступа: <http://www.kaskad.net.ru/ru/products/composition-aot-system/> – Загл. с экрана.