

ВОЕННЫЙ ИНСТИТУТ (ВОЕННО-МОРСКОЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ)
ВУНЦ ВМФ «ВОЕННО-МОРСКАЯ АКАДЕМИЯ» имени Н.Г. Кузнецова

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ВОЕННОЙ НАУКИ
И ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ВМФ.
НЕДЕЛЯ ВОЕННОЙ НАУКИ – 2022»**

14-18 ноября 2022 года

Сборник статей и докладов

ЧАСТЬ 2

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2023

Сборник содержит статьи и доклады авторов на научно-технической конференции «Актуальные проблемы военной науки и политехнического образования ВМФ. Неделя военной науки – 2022», проведенной с 14 по 18 ноября 2022 года в Военном институте (военно-морском политехническом) ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

Материалы сборника содержат результаты работы секций, полученные в процессе обмена информацией о новых научно-технических разработках в областях военного кораблестроения, радиоэлектроники, корабельной энергетики, направленных на повышение эффективности и улучшение качества эксплуатации технических средств и совершенствование политехнического образования в Военно-Морском Флоте.

Под общей редакцией *Клименко А.В.*

Ответственный за выпуск *Иванов П.А.*

За достоверность информации, сведений и ссылок на используемые источники, не подлежащих публикации в открытой печати, ответственность несут авторы.

Все материалы даны в авторской редакции.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Барабаш И.О. ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ РАБОТЫ КАДЕТА НАД ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПРОЕКТОМ.....	8
2. Житенев А.В. ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ.....	15
3. Иванов Б. Г., Козадаев Ю.А., Першиков В.М., Поминов С.Г. ВНЕДРЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В СИСТЕМУ ОХЛАЖДЕНИЯ КОРАБЕЛЬНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЯ.....	19
4. Иванов Б.Г., Калинин О.С., Калининчев А.Е., Шульцева Т.П. ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ЦИФРОВОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ.....	27
5. Иванов Б.Г., Москаленко В.А., Чакляров И.О., Шилов Е.М. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖИВУЧЕСТИ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЯ.....	32
6. Иванов Б.Г., Москаленко В.А., Чакляров И.О., Шилов Е.М. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ БОЕВЫХ ЧАСТЕЙ КОРАБЛЕЙ.....	48
7. Иванов Ю.М., Микушин И.И. ДОСТОВЕРНОСТЬ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ — ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	54
8. Игицкий Е.В. ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ.....	60
9. Исляев С.И., Кайгородова С.И., Отцовский А.Г. ВОЕННАЯ МЕТРОЛОГИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ...	67
10. Исляев С.И., Кайгородова С.И., Козлов А.А. ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИМПЕРАТОРА ПАВЛА I ПО РЕФОРМИРОВАНИЮ РОССИЙСКОГО ФЛОТА.....	77

11. Кавецкий Н.А., Мосин В.Д. МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗИСТИВНО-ЕМКОСТНОГО УСИЛИТЕЛЯ В MICROCAP-9.....	90
12. Кайгородова С.И., Мосин В.Д. МЕТОДИКА ФРОНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	97
13. Калгушкин М.И. ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АТОМНОЙ ФИЗИКИ.....	107
14. Киселев А.А., Моисеев А.А., Сударев А.П. ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В ГРУППИРОВКАХ ВОЕННО- МОРСКОГО ФЛОТА.....	112
15. Котов А.В., Метелева А.А., Михайлова Н.С. О РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ КУРСАНТОВ ВО И СПО ПО ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	124
16. Котов В.С., Котова И.Н., Резникова Р.К. СИНЕРГЕТИКА ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	127
17. Крашенинин Л.А., Коростелев А.Н., Шевелев Г.М. ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В ВМФ РФ.....	131
18. Кирьянов В.Б. КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В РЯДЫ ФУРЬЕ.....	137
19. Климова С.А. НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ.....	145
20. Князев И.А., Прошин Ю.В., Саматов А.А. МОДЕЛЬ ПРОТИВОБОРСТВА БРОНЕОБЪЕКТА В СОСТАВЕ С КОМПЛЕКСОМ ОПТИКО - ЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ И УПРАВЛЯЕМОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО СНАРЯДА.....	150
21. Колбасин Д. Н., Цебренько А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ДИФфуЗИОННЫХ ЗАКОНОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНОГО САМОХОДНО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ОРУДИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ.....	155

22. Колбасин Д.Н., Цебренько А.А. ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ САМОХОДНОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ОРУДИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА.....	162
23. Коростелев А.Н., Селезнев А.А., Шевелев Г.М. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АБ.....	173
24. Коростелев А.Н., Селезнев А.А., Шевелев Г.М. ЭЛЕКТРОННЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ АБ....	176
25. Коростелев А.Н., Синкевич Н.С., Шевелев Г.М. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАРЯДА СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АБ.....	180
26. Красиков В.И., Кудесов С.А., Лобанова Е.В. ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ ПО РАЗВИТИЮ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК.....	188
27. Кропотова И.А., Матвеевкова Н.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ В КСУ ТС.....	191
28. Кулешова М.В., Шубин П.К. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГРУППЫ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ ПРИ СПАСАНИИ ЛЮДЕЙ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ.....	195
29. Кунтурова Н.Б. ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВОЕННОМ ВУЗЕ С УЧЕТОМ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ПЕРВОКУРСНИКОВ.....	202
30. Леонтьева Л.В., Шелагин В.О. ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЭЭС РОССИИ В 2019-2021 ГОДУ.....	208
31. Лешкович В.В., Пиунов А.А., Сидоров А.А. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ НА ГРАВИТАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ ПАРОВЫХ КОТЛОАГРЕГАТОВ.....	214
32. Липаков А.А., Палеха В.А. КСЕНОН: СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ.....	219

33. Лукин П.Д.
АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЯЭУ ПРИ ПАДЕНИИ ВАКУУМА
В ГК.....224
34. Лукин П.Д.
АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ТЕЧИ ПЕРВОГО КОНТУРА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ИСТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ.....230
35. Любарчук С. Н., Саматов А.А., Шукин Д. В.
СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ.
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ.....239
36. Марасанов Ю.Н., Стрелковская И.И., Тулина Т.А.
ВЫЧИСЛЕНИЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ II РОДА В
ПРОЦЕССЕ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБСУЖДЕНИЯ.....246
37. Миросердов Д.И.
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА СЛОЖНОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ
ОБСТАНОВКИ.....250
38. Михайлов В.А., Пегов А.С., Сидоренков Д.В., Терехин А.Н.
УТИЛИЗАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ
ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО
СГОРАНИЯ.....254
39. Михненко О.В., Сухов А.Ю.
ОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ВОЕННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА
ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ.....257
40. Молоканова Л.А.
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ЛЕКСИКА ВОЕНИЗИРОВАННЫХ
КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР КАК СПОСОБ АКТИВНОГО ВОВЛЕЧЕНИЯ КАДЕТ
В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ.....262
41. Панневиц О.В., Погодин И.Е., Тулина Т.А.
ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧАЮЩЕГО ЗАНЯТИЯ В ВИДЕ
ОБСУЖДЕНИЯ.....266
42. Педич А.П., Раков Д.П., Семина В.В.
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ
КОНСТРУКТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПОТОПЛЯЕМОСТИ
СОВРЕМЕННОГО КОРАБЛЯ (СУДНА).....272

43. Ромашев Ю.А.
ВЫВОД ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ НЬЮТОНА И ФОРМУЛЫ
ТЕЙЛОРА ИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ТЕОРЕМ РАЗНОСТНОГО И
ИНФИНИТЕЗИМАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ.....279
44. Сабадаш А.И.
СТАРШИЙ ИНЖЕНЕР ОПЕРАТОР В СРЕДЕ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ
РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ.....287
45. Стрельникова Г.И.
ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДА КАК ИННОВАЦИОННО-ДЕЙСТВЕННЫЙ
МЕТОД ОБУЧЕНИЯ.....293
46. Филатов А.А.
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ КОРАБЕЛЬНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И СУДОВЫЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ
ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ.....300
47. Шайхудинова З.И.
АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ УМЕНИЯ ПРИМЕНЯТЬ ЗНАНИЯ В
ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И САМООЦЕНКИ КУРСАНТОВ ПРИ
ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ.....314

ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СОПРОВОЖДЕНИЯ РАБОТЫ КАДЕТА НАД ИНДИВИДУАЛЬНЫМ ПРОЕКТОМ

Аннотация.

В статье рассматриваются пути реализации электронного обучения в системе довузовских образовательных организаций на основе систем управления обучением. Рассмотрены подходы к реализации в рамках данных систем технологии адаптивного обучения.

Ключевые слова: электронное обучение, адаптивное обучение, совершенствование образовательной деятельности.

Развитие электронного обучения в системе довузовских образовательных организаций в основном идет по пути создания электронных обучающих ресурсов (ЭОР) на основе так называемых систем управления обучением (англ. learning management systems, LMS), которые предоставляют широкие возможности как преподавателям, так и обучающимся. Преподаватели используют LMS для разработки образовательного контента и контрольно-измерительных материалов, общения с кадетами, а также задают настройки системы, регулирующие доступ к элементам ЭОР и представление результатов обучающихся. Обучающимся система LMS позволяет взаимодействовать между собой и с преподавателем, участвовать в совместной работе, а также осуществлять мониторинг своего прогресса при изучении дисциплины.

С развитием информационных технологий, и в частности, с появлением электронных информационно-образовательных сред, появилась возможность эффективной реализации адаптивного обучения, основные принципы которого были сформулированы еще в середине прошлого века. Основная идея адаптивного обучения состоит в том, что учащийся изучает материал сообразно собственным способностям и потребностям. В основе адаптивного обучения лежит персонализированный подход к ученику. Регулярный контроль усвоения материала позволяет определить оптимальную форму подачи материала для конкретного учащегося. Применение ресурсов электронной информационно-образовательной среды предполагает не просто цифровой формат представления теоретического материала и автоматизированной оценки знаний, а изменения самой образовательной технологии [7].

Организация обучения в электронной среде представляет собой непростую педагогическую и инструментально-техническую задачу. Это обусловлено, в частности, тем фактом, что методика электронного обучения еще недостаточно разработана. Кроме того, для создания образовательного контента требуются специализированные инструментальные средства. Также создание электронных образовательных ресурсов сопряжено со значительными трудозатратами, при этом каждый обучающий ресурс охватывает достаточно узкую предметную область.



Рис. 1 – Структурная модель адаптивной системы управления обучением

С введением ФГОС появляется новая формы организации деятельности обучающихся в рамках реализации основных общеобразовательных программ – индивидуальный проект (учебное исследование или учебный проект). Индивидуальный проект выполняется обучающимся в течение одного или двух лет в рамках учебного времени, специально отведенного учебным планом, и должен быть представлен в виде завершеного учебного исследования или разработанного проекта: информационного, творческого, социального, прикладного, инновационного, конструкторского, инженерного [8].

Индивидуальный проект выполняется обучающимся самостоятельно под руководством учителя (тьютора) по выбранной теме в рамках одного или нескольких изучаемых учебных предметов, курсов в любой избранной области [8]. Учитывая ограниченное количество часов в учебном плане на реализацию индивидуального проекта необходимо провести интеграцию информационных и педагогических технологий, обеспечивающих интерактивность взаимодействия кадета и педагога-руководителя и продуктивность учебной деятельности кадета с применением новых информационных технологий, обеспечивающих адаптивность в рамках этого процесса.

Адаптивное обучение с использованием информационно-телекоммуникационных технологий позволит существенно сократить аудиторную нагрузку как кадета, так и преподавателя, многократно использовать результаты труда преподавателя в форме электронных образовательных ресурсов, включающих теоретический материал, практические и тестовые задания.

Адаптивное обучение основывается на множестве определенных и хорошо апробированных моделей и процессов [2]. Информация в адаптивной образовательной системе необходима для представления знаний о предметной области и для моделирования поведения обучающихся в процессе обучения. Эту информацию можно разделить на три основные модели: модель предметной области, модель обучаемого и модель адаптации.

При создании адаптивной образовательной системы в первую очередь решаются три ключевых вопроса: что моделируется (какие переменные закладываются в модель адаптации), как это моделируется (на основе каких взаимодействий между переменными обучающийся получает учебный материал), и как поддерживается работа модели адаптации. Затем реализуется один из трех сценариев, где объектом адаптации могут быть: контент, задания или же порядок представления учебных материалов.

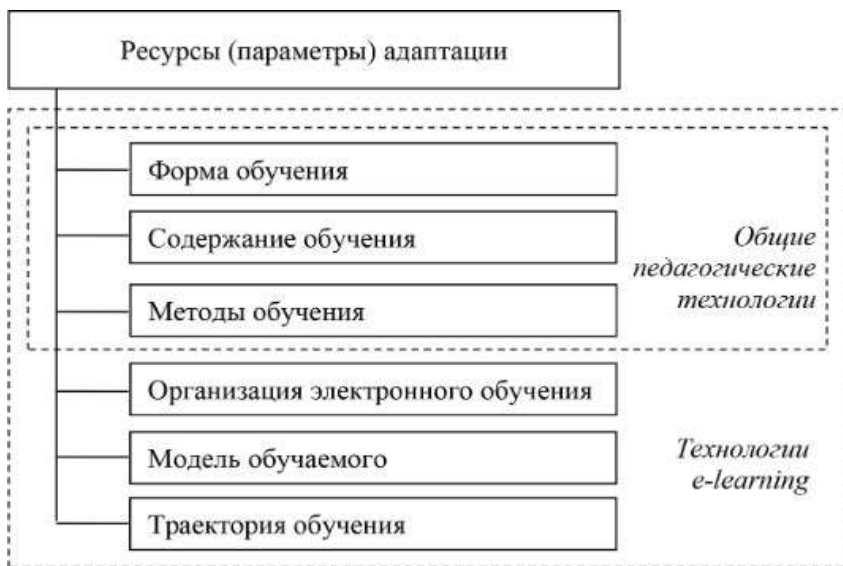


Рис.2 – Ресурсы адаптации в адаптивных системах обучения

Модель обучаемого является основным компонентом адаптивной образовательной системы. Данная модель включает всю информацию о кадете: его прогресс в изучении предметной области, уровень усвоения, поведение и пр. Модель обучаемого предполагает, что информация о кадете изменяется со временем, включая новые элементы и траекторию изучения курса по мере прохождения курса. То есть содержит не только общую информацию, но отслеживает все его действия в процессе адаптивного обучения в рамках адаптивной информационно-образовательной среды (АИОС) [2].

Результаты выполнения индивидуального проекта должны отражать:

сформированность навыков коммуникативной, учебно-исследовательской деятельности, критического мышления; способность к инновационной, аналитической, творческой, интеллектуальной деятельности;

сформированность навыков проектной деятельности, а также самостоятельного применения приобретенных знаний и способов действий при решении различных задач, используя знания одного или нескольких учебных предметов или предметных областей;

способность постановки цели и формулирования гипотезы исследования, планирования работы, отбора и интерпретации необходимой информации, структурирования аргументации результатов исследования на основе собранных данных, презентации результатов.

Исходя из специфики работы над индивидуальным проектом модель предметной области адаптивной информационно-образовательной среды должна содержать всю необходимую учебную литературу, которая может потребоваться для работы над проектом в выбранной предметной области. Модель предметной области должна быть в состоянии поддерживать любое содержание курса, а также легко адаптироваться к новым требованиям, которые могут быть предъявлены к содержанию курса. Крайне важным аспектом модели предметной области является взаимосвязь между элементами курса и навигацией, которая и позволяет реализовать идею адаптации при изучении материала. Модель предметной области предназначена для разработки структуры взаимосвязей между отдельными элементами курса и переходов между ними с учетом способностей и потребностей cadет. Структура этих взаимосвязей должна обеспечивать возможность обучающимся перехода на требуемый элемент курса в рамках работы над индивидуальным проектом [1].

Модель обучаемого, не связанная с предметной областью, представляет информацию о навыках, основывается на его поведении. Эта информация включает в себя цели обучения, когнитивные способности, такие, например, как способность рассуждать, выстраивать ассоциации, его мотивацию, начальные знания и опыт, предпочтения и пр. [5].

Модель адаптации включает в себя модель предметной области и модель обучаемого. Процесс моделирования процесса адаптации при обучении начинается с выбора наиболее репрезентативных узлов на основе анализа потребностей cadет, описанных в модели обучаемого. Рассматриваемые узлы могут быть классифицированы по различным видам знаний: базовые знания, включая знание определений, формул и других материалов; процедурные знания, относящиеся к методам и алгоритмам решения задач предметной области; и концептуальные знания, отражающие отношения между понятиями, которые полностью описывают предметную область. Разные виды знаний предполагают разные подходы при их изучении, следовательно, узлы будут представлять разные режимы изучения [3]. Необходимо принять решение о том, какие объекты изучения в каких узлах должны быть представлены, так, чтобы они могли быть изученными cadетами при прохождении соответствующих узлов.

Также, учитывая специфику проектной деятельности, АИОС должна обеспечивать:

- контроль временных сроков реализации плана работы над проектом;

- отслеживание достижения промежуточных целевых показателей;

- формировать перечень задач, которые необходимо выполнить на конкретном этапе работы над проектом;

- возможности совместной работы cadета и преподавателя-руководителя над проектом.

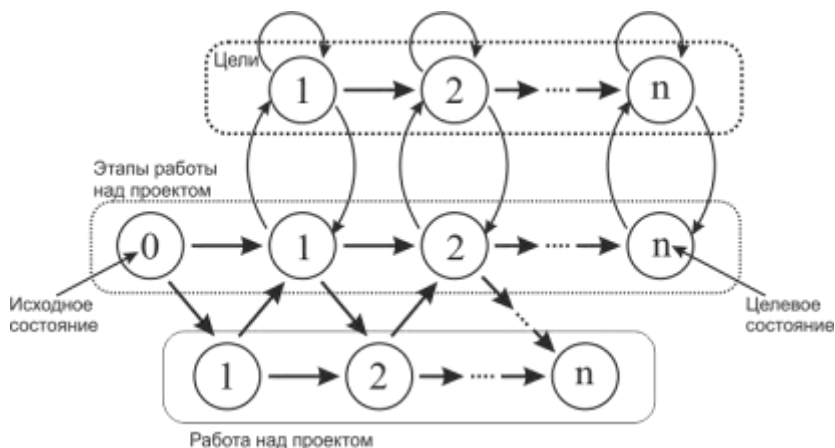


Рис. 3 – Подход к организации проектной деятельности

Учитывая вышесказанное, при разработке адаптивной информационно-образовательной среды сопровождения кадет при работе над индивидуальными проектами (АИОС) необходимо создать гибрид адаптивной обучающей системы (Adaptive Learning System (ALS)) и системы управления обучением (LMS) – Adaptive Learning Management System (ALMS).

Однако на текущий момент нет программного продукта, который обеспечивал бы весь требуемый функционал. Но если рассматривать информационно-образовательную среду как комплекс информационных образовательных ресурсов, в том числе цифровых образовательных ресурсов, совокупность технологических средств информационных и коммуникационных технологий, то основной целью создания АИОС становится разработка регламентов и вспомогательных программных продуктов, предназначенных для реализации процесса интеграции и взаимодействия информационных систем в единую образовательную среду и создания механизмов адаптации её под индивидуальные особенности процесса взаимодействия кадета и преподавателя-руководителя при работе над индивидуальным проектом. Фактически роль преподавателя смещается от лектора к технологу современного учебного процесса, в котором ведущая роль отводится не столько и не только обучающей деятельности преподавателя, сколько обучению в рамках адаптивной информационно-образовательной среды с учетом выбранного направления индивидуального проекта, потребностей и способностей кадета.

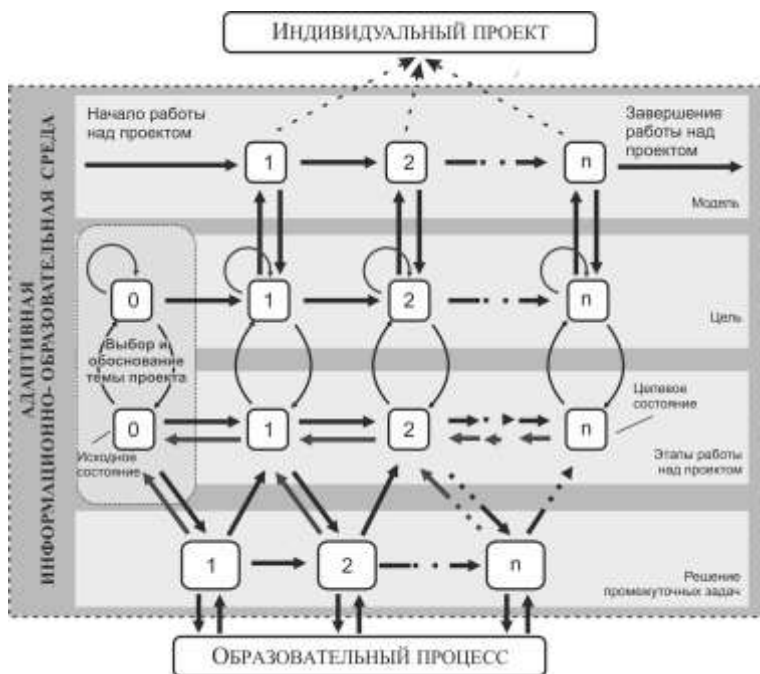


Рис. 4 – Модель работы над индивидуальным проектом в единой информационно-образовательной среде

Если говорить о практической реализации адаптивной информационно-образовательной среды, то в СПКУ она реализуется совокупностью систем: базовые компоненты Microsoft SharePoint, сетевые ресурсы корпоративной сети, общие календари и задачи в Microsoft Outlook под управлением сервера корпоративной почты, учебные курсы под управлением LMS Moodle. Однако еще рано говорить о том, что сформирована системная работа и существует накопленный положительный опыт массового использования этой среды. Существует ряд проблем, препятствующих развитию информационно-образовательной среды, одна из которых – ограниченный доступ кадет к компьютерной технике (ноутбук, электронный читальный зал). Поэтому первоочередной задачей и критерием при разработке моделей адаптивной образовательной системы является эффективность работы в условиях ограниченности времени доступа кадет к коммуникативным, образовательным и информационным ресурсам системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brusilovsky P. Developing adaptive education hypermedia systems: from design models to authoring tools // Authoring tools for advanced learning technologies by Murray T., Blessing S., Ainsworth S. (eds.). Kluwer Academic Publishers, NL. 2003. - 557 p.
2. Esichaikul V., Lamnoi S., Bechter C. Student modelling in adaptive e-learning systems // Knowledge Management and E-Learning. - 2011. - Vol. 3. - № 3. - P. 342-355.
3. Shute V., Towle B. Adaptive e-learning // Educational Psychologist. - 2003. - Vol. 38. - № 2. - P. 105-114.
4. Адаптивное обучение в высшем образовании: за и против / К. А. Вилкова, В 44 Д. В. Лебедев; Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Институт образования. - М.: НИУ ВШЭ, 2020. - 36 с. - 200 экз. - (Современная аналитика образования. № 7 (37)).
5. Адольф В.А., Журавлева О.П. Развитие личностного потенциала студента в процессе профессиональной подготовки // Сибирский педагогический журнал. – 2012. – № 2. – С. 21-26.
6. Бояринов Д.А. Адаптивное образовательное пространство // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. - URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=12248>.
7. Верещагина Е.В., Пупков А.Н., Телешева Н.Ф., Царев Р.Ю. Использование модели смешанного обучения в Сибирском федеральном университете // Научное обозрение: гуманитарные исследования. – 2016. – № 2. – С. 14-19.
8. ФГОС СОО, утвержден приказом Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 года № 413 «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» с изменениями и дополнениями от 29 декабря 2014г., от 31 декабря 2015г., от 29 июня 2017 года.

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ

Аннотация.

Статья посвящена рассмотрению особенностей адаптивного обучения, возможностям данной технологии, оценке возможностей ее применения в образовательных учреждениях Министерства обороны.

Ключевые слова: адаптивное обучение, перспективы внедрения адаптивного обучения, совершенствование образовательного процесса.

Китайский философ Лао-Цзы (5 век до н.э.) писал - "Если Вы сообщаете мне, я буду слушать. Если Вы показываете мне, я буду видеть. Но если Вы позволяете мне исследовать, я учусь".

Адаптивное обучение (adaptive learning) – технология обучения, основанная на построении индивидуальной учебной траектории для обучающегося с учетом его текущих знаний, способностей, мотивации и других характеристик [1].

Мысль о необходимости адаптивного обучения была частично обусловлена осознанием того, что индивидуальное обучение не может быть достигнуто в больших масштабах с использованием традиционных неадаптивных подходов. Адаптивное обучение направлено на превращение обучающегося из пассивного приемника информации в соавтора в учебном процессе. Адаптивное обучение также ещё известно, как адаптивная образовательная гипермедиа, компьютерное обучение, интеллектуальные системы обучения и компьютерные педагогические агенты.

Из анализа трактовки понятия «адаптивного обучения» можно заключить, что его центральным звеном является технология обучения, представляющая собой определенный способ обучения, в котором основную нагрузку по реализации функций обучения выполняет средство обучения под управлением человека.

Создание высокоэффективных технологий обучения, в том числе адаптивного обучения, позволяет, с одной стороны, повысить эффективность освоения учебного материала и, с другой стороны, педагогам уделять больше внимания вопросам индивидуального и личностного роста обучающихся, направлять их творческое развитие.

Также можно отметить, что применение технологий адаптивного обучения: способствует повышению производительности труда преподавателя;

освобождает время преподавателя посредством переключивания ряда функций обучения на средства обучения, в результате чего преподаватель больше внимания может уделить вопросам индивидуального и личностного развития обучающихся;

способствует тому, что контроль результативности обучения каждого обучающегося и система обратной связи позволяет учить обучающихся в соответствии с их индивидуальными возможностями и складом характера;

дает возможность снизить роль субъективного фактора при проведении контроля с использованием объективных методов контроля, так как для любой технологии определяются точные цели;

позволяет снизить зависимость результата обучения от уровня квалификации преподавателя, что открывает возможности для выравнивания уровней знаний при освоения учебной дисциплины обучающимися;

создает предпосылки для решения проблемы преемственности образовательных программ по уровням образования.

Вместе с тем, чтобы ни говорили различные эксперты о плюсах адаптивного обучения, оно подходит далеко не всем и не всегда. Поэтому давайте рассмотрим мнение, в каких случаях технология работает, а в каких от неё лучше отказаться.

Итак, адаптивное обучение подойдёт если:

обучающийся только начинает изучать предметную область или знает её на среднем уровне;

обучающийся желает быстро получить конкретные знания по предмету;

обучающийся имеет низкий уровень самоконтроля и нуждается в чёткой графике обучения и поддержке;

предметная область стабильная и не предполагает быстрых изменений;

у образовательной организации или компании много обучающихся, которых нужно обучить.

И наоборот, адаптивное обучение не подойдёт если:

обучающийся желает сам заниматься целеполаганием, искать материалы, делать свои ошибки и получать результаты;

обучающийся имеет высокий уровень самоконтроля и навыки планирования своей работы (учёбы);

знания, которые составляют предметную область, часто меняются.

Считается, что применение технологий адаптивного обучения поможет достичь ряда целей, к примеру, таких как [2]:

сокращение затрат обучающихся на учёбу;

формирование индивидуальных программ обучения;

сделать процесс обучения лёгким и гибким;

увеличение эффективности обучения;

поддержание высокого уровня вовлечённости обучающихся в образовательный процесс;

прогнозирование стратегии обучения обучающихся на основе анализа больших данных.

Вместе с тем, исходя из трактовки понятия адаптивного обучения, основной целью применения такой технология обучения можно определить достижение обучающимся требуемого уровня знаний в кратчайший срок по определённому алгоритму с учетом его текущих знаний, способностей и мотивации.

На основе вышеизложенного задамся вопросом о возможностях и перспективах применения технологий адаптивного обучения в образовательных организациях Министерства обороны Российской Федерации.

Имеется мнение, что для обеспечения возможности применения технологий адаптивного обучения должны быть созданы следующие основные условия:

наличие в Министерстве обороны и образовательных организациях соответствующей нормативно-правовой базы;

наличие у образовательных организаций Министерства обороны соответствующей технической основы, включающей: вычислительные ресурсы; общее, общесистемное, специальное программное обеспечение персональных электронных вычислительных машин преподавателей и обучающихся; локальную информационно-телекоммуникационную сеть в составе открытого, конфиденциального и закрытого сегментов сети передачи данных и подключенной к сети Министерства обороны; технические и программные средства защиты информации и обеспечения полномочного доступа пользователей к информационным ресурсам использующих технологии адаптивного обучения и т.п.

При создании указанных условий перспективы возможного применения технологий адаптивного обучения видятся в следующих направлениях:

первое – изучение обучающимися основ теорий, других точных знаний предметной области и т.п. в рамках основных образовательных и дополнительных профессиональных программ;

второе – получение дополнительных знаний в зависимости от предрасположенности и способностей обучающегося, а также предстоящей его профессиональной деятельности;

и третье, вне рамок деятельности образовательных организаций – приведение уровня знаний к требуемому перед осуществлением отбора кандидатов из числа офицеров для обучения в высших военных образовательных организациях Министерства обороны.

В чём же заключается актуальность каждого из изложенных направлений применения технологий адаптивного обучения?

Актуальность первого направления обусловлена прежде всего тем, что обучающиеся, как правило, обладают различными уровнями знаний и способностями к восприятию и усвоению информации, а любая образовательная программа предполагает обучение с опорой на определённые знания которыми должны обладать обучающиеся. Исходя из этого, было бы целесообразным для обучающихся, показавших недостаточные знания при входном контроле или показывающих низкие результаты в ходе обучения, проходить дополнительные курсы с применением технологий адаптивного обучения, разработанными для изучаемых учебных дисциплин или модулей. Обучающимся, пожелавшим пройти такой курс, будет предоставлена возможность привести уровень своих знаний к требуемому, за счёт реализации индивидуальной учебной траектории.

Актуальность второго направления обусловлена стремлением некоторых обучающихся получить для расширения своего кругозора как можно больше знаний по вопросам предстоящей служебной деятельности и не только. Обучающиеся по желанию могли бы дополнительно изучать учебные дисциплины из состава учебных программ других направлений подготовки, военных специальностей или специализаций. Например, слушатель обучающийся по

военной специальности «Управление общевойсковыми частями и соединениями» мог бы в индивидуальном порядке изучить одну или несколько дисциплин учебной программы во военной специальности «Управление инженерным обеспечением войск». Прохождение такого курса не должно к чему-то обязывать обучающихся. Вместе с тем для обучающихся успешно завершивших такой курс можно учитывать определённые баллы при формировании рейтинга для назначения на воинскую должность после окончания образовательной организации или при назначении в дальнейшем на вышестоящие должности.

Несмотря на то, что третье направление возможного применения технологий адаптивного обучения не в полной мере связано с деятельностью образовательных организаций Министерства обороны, мне всё-таки хочется обратить внимание на его актуальность, которая прежде всего обусловлена требованиями к уровню знаний офицеров, пожелавших поступать в военные академии (университет). Из имеющегося опыта следует отметить, что не все офицеры, изъявившие желание принять участие в профессиональном отборе для обучения в академии, имеют соответствующий уровень знаний и как результат, не проходят отбор. В целях повышения качества кандидатов, было бы целесообразным применять технологии адаптивного обучения для подготовки офицеров перед их поступлением в академию. Реализация этого может стать возможным только при наличии единой сети в Министерстве обороны, в том числе между образовательными организациями и воинскими частями. В ходе самостоятельной подготовки офицеры, пожелавшие пройти курсы по так сказать «восстановлению» знаний, могли бы в воинских частях по месту военной службы пройти более качественную подготовку к поступлению в академию.

Таким образом можно заключить, что перспективы применения технологий адаптивного обучения в образовательных организациях Министерства обороны видятся в трёх выше изложенных направлениях и только при условиях разработки и внедрения в Министерстве обороны и образовательных организациях соответствующей нормативно-правовой базы, а также создания в Министерстве обороны в целом и в образовательных организациях Министерства обороны в частности, технической основы, способной обеспечить реализацию технологий адаптивного обучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. СБЕР УНИВЕРСИТЕТ. <https://sberuniversity.ru/edutech-club/glossary/390/>
2. <https://zaochnik.ru/blog/adaptivnoe-obuchenie-v-vuze-chto-eto-takoe-metody-etapy-platformy/>

ИВАНОВ Б. Г., КОЗАДАЕВ Ю.А.,
ПЕРШИКОВ В.М., ПОМИНОВ С.Г.

ВНЕДРЕНИЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ В СИСТЕМУ ОХЛАЖДЕНИЯ КОРАБЕЛЬНЫХ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЯ

Аннотация.

В статье рассматриваются описывается возможность применение модульных устройств, на основе термоэлектрических генераторов, для получения электроэнергии, путем внедрения термоэлектрических модулей в систему охлаждения корабельных дизельных двигателей

Ключевые слова: дизельная установка, термоэлектрический модуль, тепловыделение, элемент Пельтье.

С давних пор известно множество источников тепловой энергии, такие, как уголь, газ, нефть и многие другие. Но тепловая энергия без преобразования, не дает возможности использовать ее для какой-либо работы, кроме работы по обогреву. Таким образом, задача по нахождению способа преобразования тепловой энергии в другой вид энергии всегда являлась одной из важнейших. Первые преобразователи были построены еще во времена Римской империи. В дальнейшем они совершенствовались и усложнялись, менялось рабочее тело и сами принципы преобразования [1].

Революционным, стало изобретение немецкого инженера Рудольфа Дизеля, в 1897 году он предложил двигатель с воспламенением от сжатия. Так была положена эпоха создания традиционных дизельных двигателей, которые имеют КПД до 45%. Все тепловые машины имели одно общее, они преобразовали тепловую энергию в механическую [2].

В современном мире широкое распространение получила электрическая энергия, для ее добычи из топлива используют тепловые машины, которые работают совместно с генератором электрического тока. Таким образом, механизмы получаются весьма сложные и габаритные, поскольку им нужна механическая часть, посредством которой будет передаваться механическая энергия от тепловой машины к генератору [1].

Однако есть еще один способ получения энергии из тепла, минуя механическую составляющую сразу получая электрическую энергию.

Такую возможность открыл Зеебек Томас Иоганн в 1821 году, это был термоэлектрический эффект, который проявляется возникновением разности потенциалов в замкнутой электрической цепи, состоящей из последовательно соединенных разнородных проводников, контакты между которыми имеют разницу температур.

Такие устройства получили название Термоэлектрический генератор (ТЭГ). Такой генератор очень компактный и у него нет механических частей, хотя КПД сравнительно низок 3-12%, он позволяет получать с 1 м² при разности температур между контактными пластинами в 100 С, электроэнергию суммарной мощностью до 4 кВт [3].

Что представляет интерес использования таких генераторов не как отдельное устройство, а как дополнительный модуль к уже существующей тепловой машине внутреннего сгорания топлива, при работе которой происходит высокое тепловыделение. В качестве примера в данной статье рассмотрим корабельную дизельную установку. Корабельные двигатели имеют огромную мощность, и как следствие огромное тепловыделение, но большая часть тепла практически не используется, а просто «сливается» за борт.

В данной статье будет рассмотрен вопрос о возможности использования ТЭГ для преобразования этого тепла в полезную электрическую мощность

Работа такого модуля основывается на двух термоэлектрических явлениях:

1) Эффект Зеебека – явление возникновения разности потенциалов в электрической цепи, состоящей из разнородных проводников (полупроводников) имеющих разность температурного нагрева;

2) Эффект Пельтье – явление появления разности температурного нагрева на разнородных проводниках (полупроводниках) одной электрической цепи.

Оба эффекта являются обратными друг другу. Устройства, имеющие свойства, описанные выше называются термоэлектрическими модулями, но чаще их называют модуль Пельтье, рисунок 1.

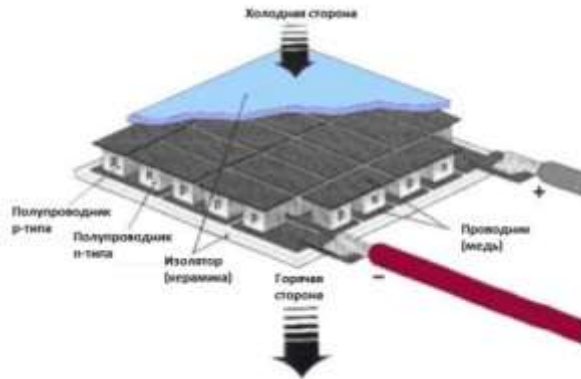


Рис. 1 – Модуль Пельтье.

Данное устройство может быть использовано для решения следующих задач:

- 1) Нагрев;
- 2) Охлаждение;
- 3) Получение электроэнергии за счет разности температур;
- 4) Получение воды.

В основе работы элементов Пельтье лежит контакт двух токопроводящих материалов с разными уровнями энергии электронов в зоне проводимости. При протекании тока через контакт таких материалов, электрон должен приобрести энергию, чтобы перейти в более высокоэнергетическую зону проводимости другого полупроводника. При поглощении этой энергии происходит охлаждение места контакта полупроводников. При протекании тока в обратном

направлении происходит нагревание места контакта полупроводников, дополнительно к обычному тепловому эффекту.

При контакте металлов эффект Пельтье настолько мал, что незаметен на фоне омического нагрева и явлений теплопроводности. Поэтому при практическом применении используется контакт двух полупроводников.

Элемент Пельтье состоит из одной или более пар небольших полупроводниковых параллелепипедов - одного n-типа и одного p-типа в паре (обычно теллурида висмута, Bi_2Te_3 и германида кремния), которые попарно соединены при помощи металлических перемычек. Металлические перемычки одновременно служат термическими контактами и изолированы непроводящей плёнкой или керамической пластинкой. Пары параллелепипедов соединяются таким образом, что образуется последовательное соединение многих пар полупроводников с разным типом проводимости, так чтобы сверху были одни последовательности соединений ($n \rightarrow p$), а снизу противоположные ($p \rightarrow n$). Электрический ток протекает последовательно через все параллелепипеды. В зависимости от направления тока верхние контакты охлаждаются, а нижние нагреваются - или наоборот. Таким образом электрический ток переносит тепло с одной стороны элемента Пельтье на противоположную и создаёт разность температур.

Если существует разность температур вдоль проводника, то электроны на горячей стороне приобретают более высокие энергии и скорость, чем на холодной, а в полупроводниках концентрация электронов проводимости растёт с температурой. В результате возникает поток электронов от горячей стороны к холодной, а на зажимах контактов появляется разность потенциалов[3].

Размеры пластин Пельтье и характеристики потребления (потребляемая мощность, напряжение, сила тока, максимальная разница температур). Маркировки этих термоэлектрических генераторов могут быть различные, все зависит от производителя (например: TEG1-241-1.4-1.2; CP1.4-127-06L отечественные; ТВ-127-1.4-1.5 Frost-72; SP1848-27145; термогенератор Зеебека TEP1-142Т300). Характеристики, в свою очередь будут не сильно отличаться, но некоторые показатели не значительно разнятся. Средние характеристики термогенераторного модуля представлены в таблице 1 [3].

Таблица 1

Средние характеристики ТЭМ

$dT_{\text{max}}, \text{K}$	$P_{\text{max}}, \text{Вт}$	$S_{\text{n}}, \text{м}^2$	η_{n}
100	10	0,06 x 0,06	0,05

Как было отмечено выше, дизельный двигатель внутреннего сгорания большой мощности, устанавливаемый на кораблях и судах имеет большое тепловыделение. Часть, которого происходит через выхлопную трубу в виде горячих выхлопных газов, а оставшаяся часть тепла забирается системой охлаждения[1].

Рассмотрим характеристики конкретного дизельного двигателя 8ДМ-21СН представленные в таблице 2[4].

Таблица 2

Паспортные данные дизеля 8ДМ-21СН

Характеристика	Значение
Тип дизеля 8ДМ-21СН	Четырехтактный, с непосредственным впрыском топлива, жидкостного охлаждения, с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха
Номинальная мощность (без насоса заборной воды), кВт (л.с.)	1095 (1489)
Теплоотдача в охлаждающую жидкость охлаждения дизеля, ккал/ч.	500000
Система охлаждения	Двухконтурная

Как видно из характеристик тепловыделение двигателя 8ДМ-21СН отдаваемое в систему охлаждения составляет:

Подсчет дополнительной электрической мощности

Исходя из данных в таблице 1 можно произвести расчет возможной получаемой мощности. Поскольку тепловыделения двигателя нам известно (1), произведем расчет возможной получаемой мощности, с использованием КПД термоэлектрического модуля взятого из Таблицы 1 [1]:

$$P = Q_{\text{охл}} * \eta_{\text{п}} \quad (2)$$

Где $Q_{\text{охл}}$ – тепловыделение дизеля, Вт $\eta_{\text{п}}$ – КПД термоэлектрического генератора.
 $P = 581500 * 0.05 = 29075$ Вт

Дополнительную мощность можно снять с дизельного двигателя 8ДМ-21СН. Для того, чтоб это сделать необходимо создать разность температур в 100 К, что практически будет сделать сложно, по этому мы примем разность температур $dT=70$ К, например если

$T_1 = 364,15$ К – температура охлаждающей жидкости (90 С),

$T_2 = 294,15$ К – температура заборной воды (20 С).

Таким образом если мы будем иметь минимальную разницу температур в 70 К, то мы можем воспользоваться при расчете характеристиками из таблицы 1.

Рассчитаем приближенное количество мощности, получаемое с 1 м^2 [2]:

$$p = \frac{P_{\text{max}} * \frac{\Delta T}{\Delta T_{\text{max}}}}{S_{\text{п}}} \quad (3)$$

где P_{max} – максимальная мощность, Вт получаемая с одного термоэлектрического модуля площадью $S_{\text{п}}$, м^2 при разнице температур в ΔT_{max} , К.

$$p = \frac{10 * \frac{70}{100}}{0,0036} \approx 1945 \text{ Вт} / \text{м}^2$$

Исходя из полученных данных, можем рассчитать необходимую площадь контакта [1]:

$$S = \frac{P}{p} \quad (4)$$

$$S = \frac{29075}{1945} \approx 15 \text{ м}^2$$

Таким образом если обеспечить площадь соприкосновения пластин составляющую 15 м^2 и разность температур в 70 К, можно получать дополнительную электрическую мощность в размере 29075 Вт. Стоит оговориться, что данная площадь обеспечивает «сбор максимального количества тепла», и соответственно

генерацию максимального количества электроэнергии для рассматриваемой энергетической установки.

Данный расчет выполнен в первом приближении, чтоб продемонстрировать возможное количество электроэнергии, которое можно получить, преобразуя тепловыделение дизеля.

В первом приближении, можно сказать, что КПД двигателя будет расти в соответствии с количеством электроэнергии. Поскольку суммарный КПД, будет состоять из энергии, потраченной на полезную механическую работу и полученной электрической энергии.

Таким образом, в первом приближении прирост КПД можно найти так:

$$\Delta\eta = \frac{P}{Q_{охл} + P + N} \quad (5)$$

где N – мощность дизеля, Вт.

$$\Delta\eta = \frac{29075}{581500 + 29075 + 1095000} \approx 0.02$$

В действительности прирост составит порядка 1-1,5 % т.к. в формуле (5) не учитываются дополнительные тепловые потери выхлопной трубы.

Но даже такой прирост мощности делает использование устройства актуальным.

Подбор термоэлектрического модуля

На сегодняшний день существует огромное термоэлектрических модулей. Все они отличаются коэффициентом полезного действия, размерами, максимально допустимыми температурами и прочими параметрами, для того, чтоб была возможность подобрать оптимальный модуль необходимо воспользоваться графо-аналитическим методом. Для этого необходимо воспользоваться формулами (2) – (4).

Далее представлен вариант подбора необходимых параметров модуля, с помощью программы написанной для программы MatLab:

```
Pmax=10;
Tmax=100;
Q=581500;
Sp=0.06*0.06;
nmax=0.12;
n=(nmax/4):(nmax/4):nmax+(nmax/4);
T=(Tmax/4):(Tmax/4):Tmax+(Tmax/4);
for i=1:length(T)
    for j=1:length(T)
        p(i)=(Pmax*(T(i)/Tmax))/Sp;
        P(j)=Q*n(j);
        S(i,j)=P(j)/p(i);
    end
end
plot(S',(n*100));grid;
title('Выбор оптимальной площади радиатора');
legend('dT=25','dT=50','dT=75','dT=100','dT=125');
xlabel('Площадь, кв. м');
ylabel('КПД, %');
```

В результате работы программы, получаем график представленный на рисунке 2.

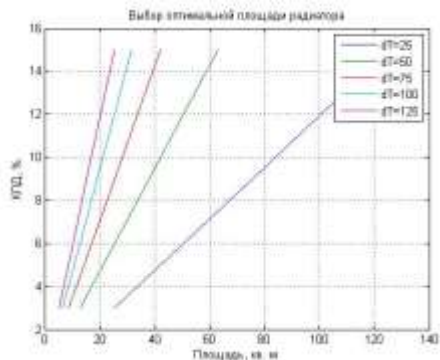


Рис. 2 – Выбор оптимальной площади радиатора

График на рисунке 2 отображает зависимость оптимального размера площади радиатора устройства при различных коэффициентах полезного действия и при различных перепадах температур.

Описание устройства

Примерное изображение предлагаемого устройства представлено на рисунке 3. Устройство представляет собой два радиатора с размещенными между ними термоэлектрическими модулями 3, для увеличения концентрации температуры устройство находится в теплоизоляционном корпусе 4. К одному радиатору подводится горячая вода 1 от системы охлаждения двигателя, ко второму отводной патрубок 2 от системы охлаждения с холодной водой.

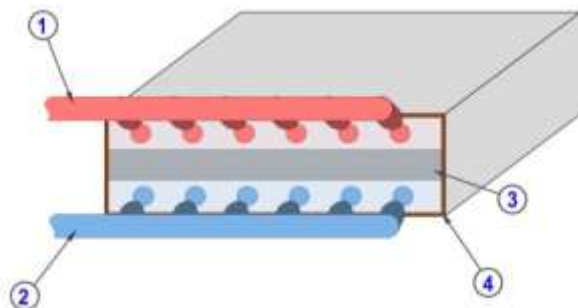


Рис. 3 – Термоэлектрический модуль

Чтобы не перегружать систему охлаждения двигателя (путем выделения дополнительной длины трубопровода системы охлаждения), а в частности, не вносить дополнительной нагрузки в напор охлаждающей жидкости, имеет смысл использования дополнительной площади радиатора, при этом, не удлиняя трубопровод охлаждающей системы, на которую будут устанавливаться данные модули. Таким образом, система охлаждения должна иметь необходимую площадь охлаждения в добавок, к которой мы добавляем дополнительную площадь радиатора, для получения необходимого количества электроэнергии.

Соответственно в готовом виде устройство представляет собой систему, подключаемую к дизельному двигателю в качестве системы охлаждения с увеличенной площадью радиатора. Дополнительная площадь устроена, как показано на рисунке 3

Для того, чтобы повысить экономический эффект, от внедрения устройства на корабль, предлагается его изготовление в виде отдельного модуля. В модульном исполнении его можно установить на уже существующие корабли, при этом не потребуются существенных доработок.

Еще одним плюсом модульности устройства, является возможность ярусного исполнения, что позволит увеличить общую площадь устройства, и тем самым получаемую электроэнергию.

Помимо вышеописанного полезного действия предлагаемого устройства, есть еще два эффекта, которые дает это устройство:

1) Охлаждение, путём подачи напряжения питания на модули, которые производят электрическую энергию. Под действием электрического тока одна сторона термоэлектрических модулей станет холодной, а другая горячей, как это было описано выше, обеспечив, таким образом, дополнительное охлаждение.

2) Подогрев двигателя осуществляешь тем же способом, что и усиленное охлаждение, только полярность подключения пластин меняется. Подогрев может осуществляться при необходимости запуска двигателя после простоя в холодных условиях.

Выводы.

1. Экономический эффект от применения, описываемого в данной статье устройства очевиден, он позволяет, неиспользуемую тепловую энергию системы охлаждения, преобразовывать в довольно существенный поток электроэнергии, при этом нет необходимости в существенной доработке или внесении существенных изменений в конструкцию корабля.

2. В статье был произведен анализ возможности использования устройства для преобразования тепловой энергии дизеля в электрическую.

3. Приведен порядок расчета электрической энергии получаемой при работе устройства.

4. Создана программа в среде MatLab, позволяющая получать график зависимости необходимой площади радиатора при различных КПД устройства и различных перепадах температур.

5. Предложена примерная конструкция устройства для преобразования тепловой энергии дизеля в электрическую.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бюдаев Б.Н. Основы термодинамики и теплотехники. 2016 г., 232 с., Стереотип.
2. Луканин В.Н. Теплотехника. Изд. 6, 2006 г. 672с. Букинист.
3. Самойлович А.Г. Термоэлектрические и термомагнитные методы превращения энергии. Изд. 2 2012 г., 224 с. URSS.
4. Черниченко Ю.Ф., Лашманов В.В., Комбатов А.И. Дизель-Генератор АДГ-1000НК Руководство по эксплуатации 1005-00-000 РЭ, 2009 г., 382 с., ООО «Уральский дизель-моторный завод.

ИВАНОВ Б.Г., КАЛИНИН О.С.,
КАЛИНИЧЕВ А.Е., ШУЛЬЦЕВА Т.П.

ВНЕДРЕНИЯ БЕРЕЖЛИВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАМКАХ ЦИФРОВОГО КОРАБЛЕСТРОЕНИЯ

Аннотация.

В статье рассматриваются цифровая трансформация кораблестроения в рамках внедрения бережливых технологий, цифровизация этапов жизненного цикла объектов морской техники и основные положения методологии цифровизации кораблестроения.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизация, кораблестроение, бережливые технологии.

В 2016 году был дан старт реализации приоритетного проекта «Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации». Программа «Цифровая экономика Российской Федерации», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2017 № 1632-р., определяет цели и задачи в рамках пяти базовых направлений: нормативное регулирование, кадры и образование, формирование исследовательских компетенций и технических заделов, информационная инфраструктура и информационная безопасность. Программа фактически определяет главный вектор совершенствования и развития кораблестроения и не противоречит государственной программе Российской Федерации «Развитие судостроения на 2013-2030 гг.», утверждённой Распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 декабря 2012 г. № 2514-р [5].

Внедрение бережливого производства в кораблестроении начато с 16 апреля 2015 года в соответствии с директивой Правительства РФ «бережливое производство».

Масштаб эффекта, полученного от бережливого производства при постройке на одной стратегической атомной подводной лодки в рамках цифрового кораблестроения, может соответствовать эффекту, полученному при выпуске 500 тыс. автомашин [2].

Цифровая трансформация кораблестроения в рамках внедрения бережливого производства (рисунок 1) идёт по следующим направлениям:

1. Развитие законодательной и нормативно-технической базы в сфере цифровых технологий и информационные меры господдержки, а также создание программы переподготовки и повышения квалификации.

2. Формирование и развитие центров компетенций, которые оценивают уровень цифровой трансформации судостроительной промышленности.

3. Стимулирование разработки цифровых платформ, программных продуктов, базовых технологий производства приоритетных электронных компонентов и радиоэлектронной аппаратуры в рамках внедрения бережливого производства.

На поддержку разработки цифровых платформ с помощью субсидий выделено 6 млрд. рублей в 2022 году, на внедрение комплексов, связанных с 3D- и 4D-печатью, роботизированных комплексов, инженерного ПО [4].



Рис. 1 – Цифровая трансформация кораблестроения

Задачи цифровизации этапов жизненного цикла (ЖЦ) объектов морской техники (МТ) (рисунок 2), можно разделить на четыре условные группы. Это цифровизация проектирования, производства, испытаний и эксплуатации [1]. При этом практически для всех групп применима виртуализация объектов (электронных моделей) и процессов на основе математического моделирования. В каждой группе имеются свои характерные особенности.

Задача по цифровизации проектирования и производства объектов, решается путём разработки и применения систем автоматизации таких как: система управления ресурсами предприятия (ERP), система управления и оптимизации производственной деятельности (MES), система планирования потребностей в материалах (MRP), средства технологической подготовки производства изделий (CAM/CAPP), роботизация и т.д [6].

Задача по цифровизации на стадии приемо-сдаточных испытаний рамках внедрения бережливого производства решается путём автоматизации сбора и обработки данных и виртуализация отдельных видов испытаний (с заданными натурными условиями [7]).

Задача по цифровизации материально-технического обеспечения эксплуатации и ремонта объектов – самый длительный этап жизненного цикла [8]. Цифровизация здесь ведется в части повышения класса автоматизации систем управления объектами и степени их интегрированности с обеспечивающими системами, применения электронной эксплуатационной документации, интерактивных электронных руководств, использования эксплуатационной и ремонтной цифровых моделей объектов.

Тактически перспективные работы по внедрению бережливых технологий в рамках цифровизации кораблестроения сгруппированы в четыре блока

1. Создание единого цифрового пространства предприятия для эффективного управления информацией.
2. Развитие цифрового проектирования и прототипирования (CAD/CAM).
3. Компьютерный инжиниринг (CAE).
4. Работы на основе суперкомпьютерных вычислений.

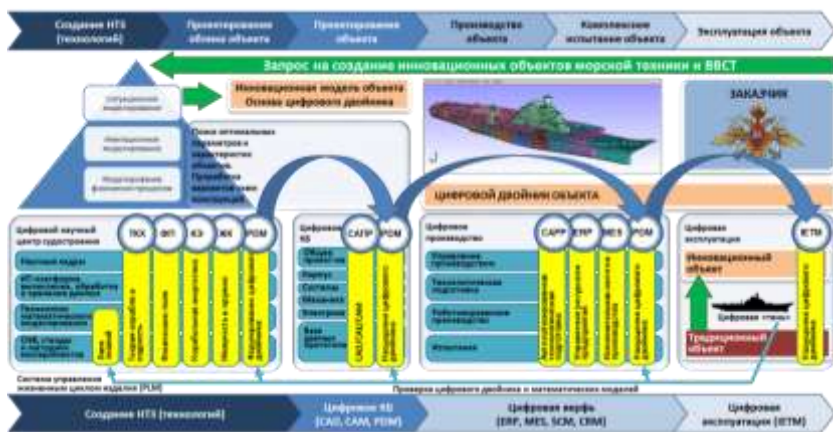


Рис. 2 – Цифровизация этапов жизненного цикла объектов МТ

В Объединенной судостроительной корпорации имеется единая информационная структура [11]. Она состоит из различных информационных систем, ранее разрозненных. Тем не менее, полностью от бумажной документации пока не отказались. На уровне корпорации воплощается целый ряд программ: переход на контракты жиз-ненного цикла, цифровизация предприятий ОСК по программе «100% цифра», использова-ния big data, внедрение методологии stage-gate («точка принятия решений») и т.д [10]. Так, компании из контура ОСК уже выполняют ряд проектов по модели жизненного цикла. Внедрение новой методологии идет на базе конкретных проектов. В рамках программы «100% цифра» корпорация выполняет проект «Создание единого проектно-производственного пространства ОСК» [9]. Реализуется порядка 100 мероприятий ежегодно. Внедряется в Объединенной судостроительной корпорации и цифровое управление предприятиями. Один из проектов – переход на методологию stage-gate, которую в ОСК называют «контрольными точками» (общепринятая формулировка – «точки принятия решений»). Проект разбивается на системы таких точек. Для каждой из них составлен перечень задач, которые необходимо выполнить для успешного прохождения контрольной точки. В случае отклонения разрабатывается комплекс мероприятий, которые позволят наверстать отставание или компенсировать отклонения до следующей контрольной точки [3].

Метрология цифровизации кораблестроения в рамках внедрения бережливого производства (рисунок 3) основана на трех следующих позициях:

1. Процессной модели, которая охватывает все этапы проектирования и производства.
2. Организационной структуры проекта, которая включает команду проекта, программный комитет и управляющий комитет для каждого продуктового проекта или программы.
3. Системы и инструменты, в первую очередь информационные системы – PPM-система корпоративного уровня, системы проектного управления и конструкторско-технологического проектирования уровня предприятий.

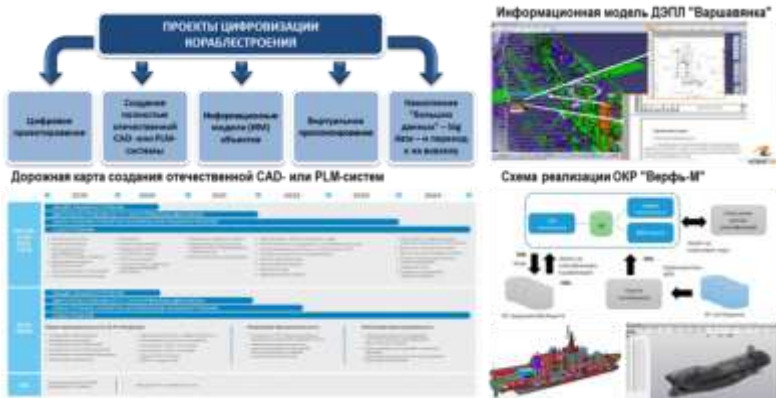


Рис. 3 – Методологии цифровизации кораблестроения

Вывод.

Цифровая трансформация кораблестроения в рамках внедрения бережливого производства является перспективной и государственно значимой идеологией производственного развития отечественных судостроительных предприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гайкович А.И. «Теория проектирования корабля», электронное учебное пособие, 2017 г.
2. Воронин К.П., Котов В.С., Лапидус А.Я., Яковлев В.И. Умные корабли. Основные концепции и перспективы развития В книге: Инновационное развитие общества: проблемы и решения. Монография. Уфа, 2021.
3. Ларина Т.В., Неровная Н.А., Калгина Е.А. Повышение качества обучения курсантов военных вузов с учетом гендерного подхода. Мир науки, культуры, образования, 2020 г. № 3 (82): 252 – 254.
4. О системе управления реализацией программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Постановление Правительства Российской Федерации от 28 августа 2017 г. № 1030. Available at: <http://base.garant.ru/71755404>.
5. Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации. [Электронный ресурс]: URL:(<http://static.government.ru/media/files/9gF7M.pdf> дата обращения 25.12.2019 г.).
6. Склярова О.Н. Концептуальная модель проектирования самостоятельной деятельности будущих военных специалистов в условиях инфокоммуникационной профессионально-образовательной среды. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Проблемы высшего образования. 2018; № 2: 88 – 92.
7. Сластенин В.А. и др. Педагогика: учебное пособие. Москва, 2002.
8. Современная цифровая образовательная среда в Российской Федерации. Приоритетный проект (утверждён президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам, протокол № 9 от 25.10.2016). Available at: <http://ivo.garant.ru/#/doclist/13665>.
9. Современная цифровая образовательная среда в РФ. Портал Министерства науки и высшего образования РФ. Available at: <https://online.edu.ru/public/promo>.
10. Фаткуллин Н.Ю., Шамшович В.Ф. Сетевое взаимодействие образовательных организаций как тенденция развития современного образования // Проблемы современного педагогического образования. – 2017. - № 56-3. – С. 260-266.
11. Цифровая экономика Российской Федерации. Национальная программа, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 г. № 1632-р. Available at: <https://base.garant.ru/71734878>.

ИВАНОВ Б.Г., МОСКАЛЕНКО В.А.,
ЧАКЛЯРОВ И.О., ШИЛОВ Е.М.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЖИВУЧЕСТИ НА ЭТАПЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЯ

Аннотация.

В статье анализируются аналитическая оценка живучести кораблей ВМФ, обусловленные боевыми повреждениями, во второй части теория определения живучести.

Ключевые слова: корабль; авария; безопасность; живучесть; эксплуатация; обслуживание.

В связи с развитием новых видов оружия актуальность вопросов живучести кораблей и уделяемое им внимание, безусловно, возросли.

Широкое обсуждение вопросов живучести в печати, появление ряда работ в этой области, несомненно, способствовали выработке единых взглядов по ряду принципиальных положений о живучести кораблей.

Вместе с тем современное состояние проблемы таково, что необходимо дальнейшие совершенствования оценки живучести корабля и уточнение, что же такое живучесть.

Рассмотрим данный вопрос на нескольких примерах во второй части выступления.

Актуальность оценки живучести корабля в процессе проектирования определяется следующими причинами:

1. Статистический анализ безопасности эксплуатации кораблей показывает, что аварийность все еще высока.

2. Отсутствие единого подхода к оценке живучести кораблей. Более того, само понятие «живучесть корабля» отсутствует в руководящих документах, но об этом ниже.

3. В современных экономических условиях высока цена принятия какого-либо технического решения при проектировании кораблей, особенно при выборе варианта вновь создаваемого корабля.

В настоящее время наиболее распространенными методами оценки живучести корабля являются:

- статический;
- полигонных испытаний;
- опытовых учений;
- аналитический.

Как известно, под живучестью корабля подразумевается поддержание и восстановление боеспособности при получении им боевых и аварийных повреждений. Следовательно, тщательное и всестороннее изучение причин и характера боевых и аварийных повреждений, их последствий и закономерностей является важнейшим направлением исследования живучести корабля.

Статистический метод основывается на изучении данных о боевых и аварийных повреждениях, неисчерпаемым источником которых является опыт войн.

Метод полигонных испытаний исключает недостатки первого метода, однако вследствие больших экономических затрат на его подготовку и проведение этот метод применяют лишь в особых случаях. Примером такого метода может служить определение экспериментальным путем воздействия на корабли различных видов ядерных боезапасов. К недостаткам этого метода следует отнести также то, что проведение полигонных испытаний обычно осуществляется при отсутствии на кораблях личного состава, чем практически исключается проверка его способности ведения борьбы за живучесть.

Метод опытовых учений является также экспериментальным методом оценки живучести. На основании полученных, на опытовых учениях результатов разрабатываются документы, определяющие организацию и наиболее эффективные способы борьбы за живучесть.

Аналитический метод оценки живучести корабля основывается на использовании математического аппарата теории вероятностей. С помощью этого метода представляется возможным *теоретическим путем* осуществить выбор рациональных технических решений, обеспечивающих наиболее высокий уровень живучести корабля.

$$W_n = \sum_{n=1}^m P_{m,n} \cdot G_m$$

где: n - число выстрелов при стрельбе;

W - вероятность поражения цели, если сделано « n » выстрелов;

$P_{m,n}$ - вероятность получения « m » попаданий, при « n » выстрелах;

G_m - вероятность поражения цели при « m » попаданий в нее.

Исходным пунктом для разработки теоретических основ живучести служит известное из теории стрельбы положение о том, что результат воздействия боевых средств по цели измеряется вероятностью ее поражения, определяемой по формуле академика Колмогорова.

При анализе формулы Колмогорова видно, что:

- вероятность $P_{m,n}$ определяется точностью стрельбы и, естественно, непосредственно от живучести цели не зависит;

- вероятность же G_m обуславливается мощностью воздействующего боеприпаса, координатами центра взрыва и живучестью корабля - цели, т. е. вероятность G_m характеризует *сопротивляемость корабля воздействию данного типа боеприпаса.*

С увеличением числа попаданий (или мощности каждого единичного воздействия), G_m обычно возрастает, стремясь к 1.

Совокупность чисел G_m при $m = 1, 2, 3 \dots$ называется *условным законом* поражения G_1, G_2, \dots, G_m . Условным потому, что эти вероятности вычислены при условии получения кораблем « m » попаданий.

Итак, вероятность G_m представляет собой функцию от « m ».

Очевидно, что при прочих равных условиях живучесть того корабля выше, для которого вероятность G_m при $m = 1, 2, 3 \dots$ примет наименьшее значение.

Иначе говоря, живучесть того корабля выше, который поражается большим количеством попаданий в него.

На рис. 1 представлены зависимости $G_m = f(m)$ для кораблей четырех различных типов, находящихся под воздействием одного и того же вида боеприпаса.

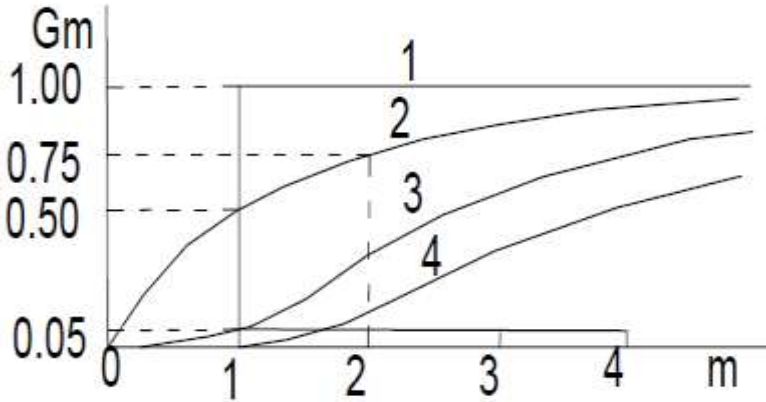


Рис. 1 – Зависимости $G_m = f(m)$ для кораблей четырех различных типов.

Сопоставляя вероятности поражения каждого из этих кораблей при равном числе попаданий в каждый из них, можно утверждать, что наихудшей живучестью обладает корабль 1, который достоверно поражается при получении хотя бы одного попадания; в то же время корабль 2 поражается с вероятностью 0,5, а корабль 4 вообще нельзя поразить с одного попадания и, следовательно, он обладает наибольшей живучестью.

При воздействии других поражающих воздействий - вид условного закона поражения определяется наличием или отсутствием эффекта накопления ущерба.

Ступенчатый единичный закон поражения характеризует случай отсутствия эффекта накопления ущерба, что свойственно малоразмерным кораблям (судам), не имеющим конструктивной защиты, и средству поражения большой мощности. Для относительно больших кораблей (судов) характерна устойчивость к поражающим воздействиям, снижающаяся по мере увеличения числа попаданий, что соответствует эффекту накопления ущерба (кривые 3 и 4). Кривые такой сложной формы затрудняют выполнение расчетов, поэтому их обычно заменяют экспоненциальными кривыми вида 2. Такая замена правомерна при равенстве площадей под исходной и экспоненциальной кривой, а итоговый условный закон поражения называют показательным.

Чем удобен показательный условный закон поражения: зная вероятность поражения G_1 при одном попадании, можно вычислить вероятность поражения корабля (судна) при произвольном числе попаданий m :

$$G_m = 1 - (1 - G_1)^m.$$

Характерный вид показательного закона поражения корабля (судна) различной стойкости к поражающему воздействию иллюстрирует рисунок 2.

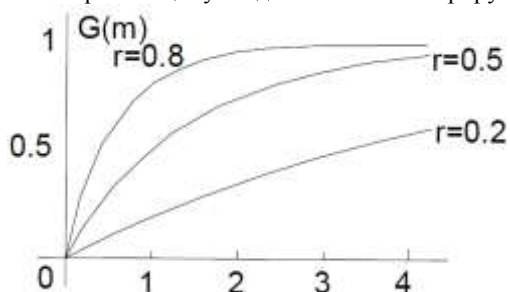


Рис. 2 – Вид показательного закона поражения корабля (судна)

Условные законы, боевых средств поражения будут постепенно приближаться к единичному закону поражения, что характерно для ядерных боеприпасов. Все корабли (суда), независимо от их конструктивных особенностей и живучести, будут иметь единичный условный закон поражения, который в этом случае перестает быть количественным выражением живучести и лишь указывает на несоизмеримость мощности воздействия и живучести.

В этом случае пользуются координатным единичным условным законом поражения, который является функцией только одного параметра – расстояния между эпицентром взрыва и кораблем (судном) (рис. 3).

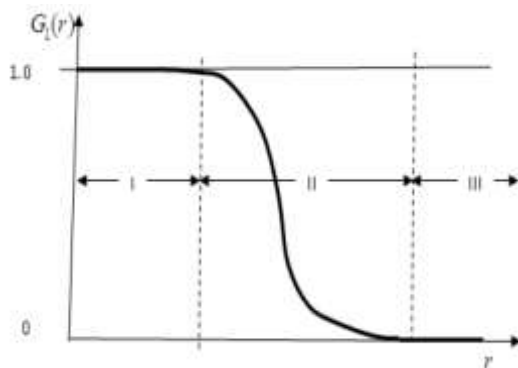


Рис. 3 – Координатный единичный условный закон поражения

На рисунке можно выделить три зоны, в которых вероятность поражения корабля (судна) различна. В первой зоне вероятность поражения следует считать равной единице, а в третьей - равной нулю, т.е. можно полагать, что при нахождении центра взрыва ядерного боеприпаса в первой зоне, повреждения соответствуют разрушениям, получаемым кораблем на расстояниях, меньших

критического радиуса, а в третьей зоне - разрушениям, получаемым на расстояниях, больших безопасного радиуса.

Вторая зона представляет собой область, в которой поражение корабля возможно, но не достоверно, т. е. является событием случайным.

Именно в этой зоне повреждения корабля соответствуют разрушениям, получаемым им на расстоянии, лежащем между критическим и безопасным радиусами.

Поскольку живучесть корабля определяется рядом элементов (непотопляемостью, взрыво-пожаро-радиационной безопасностью, живучестью технических средств, безопасностью службы экипажа и управляемостью (устойчивостью управления) системы борьбы за живучесть), часто целесообразно рассматривать утрату каждого из элементов живучести и определять для каждого из них свои частные координатные законы поражения, представляя их в виде графиков, подобных изображенному на рисунке.

Имея такие графики, возможно, оценить уровень обеспечения каждого из элементов живучести и тем самым выявить наиболее слабые стороны обеспечения живучести корабля в целом.

При неограниченном увеличении массы заряда число снарядов ω , необходимых для достижения заданного состояния, уменьшается и асимптотически приближается к единице. Тогда приближенную формулу для подсчета ω структурно можно представить в виде:

$$\omega = 1 + x$$

Коэффициент пропорциональности x учитывает степень защищенности корпуса корабля и его технических средств от вида оружия.

x - коэффициент относительной живучести. Его численное значение определено из анализа статистики гибели и повреждений кораблей в минувших войнах.

Оценка живучести корабля необходима не только в стадии проектирования, но и при выполнении различных оперативно-тактических расчетов. Для этих целей можно применить один из способов приближенной оценки живучести, основанный на использовании закона механического подобия и результатов обработки статистических данных из минувших войн и комплексных расчетов живучести многих кораблей.

В механически подобных системах (кораблях) среднее число снарядов для достижения одинакового их состояния будет равным, если координаты попаданий и размеры разрушений пропорциональны линейному масштабу.

При неограниченном увеличении массы заряда число снарядов ω , необходимых для достижения заданного состояния, уменьшается и асимптотически приближается к единице. Тогда приближенную формулу для подсчета ω структурно можно представить в виде:

$$\omega = 1 + x \cdot D/G$$

Коэффициент пропорциональности x учитывает степень защищенности корпуса корабля и его технических средств от вида оружия. В дальнейшем x будет называться коэффициентом относительной живучести. Его численное значение определено из анализа статистики гибели и повреждений кораблей в минувших войнах.

Живучесть корабля после нескольких попаданий характеризуется соотношением D/G .

D - водоизмещение.

G - объем разрушений, как правило, пропорционален массе заряда.

Следует помнить, что корабли постройки времен первой и второй мировых войн по живучести существенно отличались один от другого и поэтому характеристики их принадлежат к различным статистическим совокупностям.

Однако, несмотря на это различие, живучесть кораблей одного класса обеспечивается практически одинаково:

- равным образом нормируются запасы остойчивости и прочности;
- корпус разделяется на главные непроницаемые отсеки;
- предусматривается конструктивная защита;
- по эшелонно размещаются оружие и технические средства;
- резервируются источники энергии, системы, вспомогательные механизмы, посты и средства управления и т.п.

Это дает основание принять в расчетах коэффициент χ осредненный и единым для всех кораблей одного класса (с погрешностью, обусловленной конструктивными различиями между отдельными кораблями).

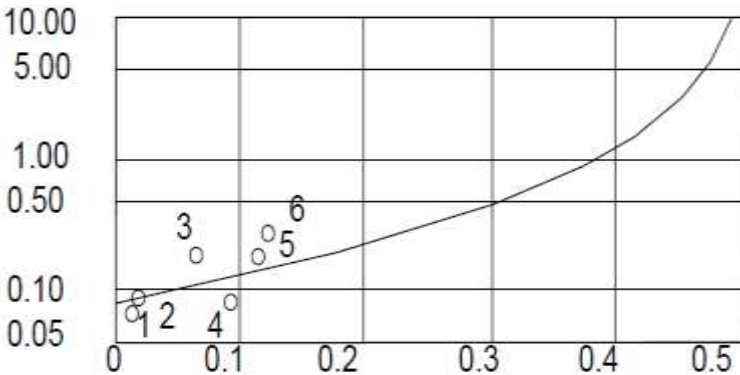


Рис. 4 – 1 - эсминец; 2 - авианосец; 3 – крейсер «Кисо»; 4 - крейсер «Фиджи»;
5 - крейсер «Тонэ»; 6 - крейсер «Ойдо».

Поступающие сейчас на вооружение флотов многих зарубежных стран новые боевые надводные корабли (фрегаты, корабли управления, сторожевые корабли и др.), как правило, лишены конструктивной защиты, а относительный объем взрыво- и пожароопасных отсеков увеличился по сравнению с объемом кораблей предыдущего поколения. Поэтому можно считать, что их живучесть в лучшем случае остается на уровне эскадренных миноносцев - легких крейсеров предвоенной постройки.

Бронебойные снаряды наиболее эффективны, когда проникают внутрь корабля и там взрываются.

При большой толщине броневой преграды они не попадают внутрь корабля, и взрываются на поверхности, а при малой - пробивают корпус насквозь и взрываются вне корабля, нанося ему меньший ущерб. Живучесть корабля в обоих случаях высокая.

По статистике повреждений кораблей в первой мировой войне при соотношении толщины брони к калибру 0,7-1,2 коэффициент живучести оказывается наименьшим.

Эту особенность бронебойных (проникающих) снарядов следует учитывать при выборе калибра снаряда против бронированных целей и определении среднего числа снарядов, потребных для уничтожения кораблей.

Фугасные снаряды с мгновенными взрывателями разрушают броневые преграды при толщинах, меньших половины калибра снаряда. При толщине брони больше, чем половина калибра фугасного артснаряда, последний повреждений не наносит и коэффициент живучести в этом случае неограниченно возрастает. При уменьшении толщины брони до толщины обычной обшивки воздействие фугасных артснарядов будет таким же, как и по небронированным кораблям, а коэффициент живучести снизится до $\chi_{ф0}=0,07-0,09$.

Бронирование делит объем корабля на зоны с различной степенью защищенности. Конфигурация этих зон и отношение их площадей в зависимости от схемы защиты могут быть различными. На рис 5 показаны I - силуэт для расчетов на поражение фугасными снарядами и ракетами с настильной траекторией; II - схема защиты для расчетов на поражение авиабомбами и ракетами с крутой траекторией.

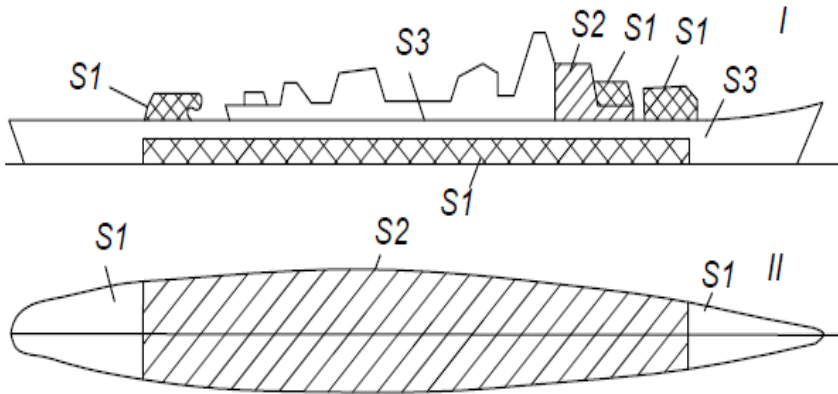


Рис. 5 – I - силуэт для расчетов на поражение фугасными снарядами и ракетами с настильной траекторией; II - схема защиты для расчетов на поражение авиабомбами и ракетами с крутой траекторией.

Для упрощения можно принять закон распределения попаданий снарядов в силуэт корабля равновероятным.

Во второй части рассмотрим основные понятия и определения живучести.

Понятие «живучесть» применительно к техническим системам, в частности к кораблю, впервые ввел в рассмотрение русский адмирал и ученый Степан Осипович Макаров. Началом разработки учения о живучести корабля следует считать его статью «Броненосная лодка «Русалка», опубликованную в 1870 г. в «Морском сборнике» (№ 3,5,6), в которой рассматривался ряд мероприятий по обеспечению непотопляемости корабля.

В 1897 г. С.О. Макаров публикует свои работы «Рассуждение по вопросам морской тактики» [1], в которых он формулирует, наконец, понятие «живучести» как способности судна продолжать бой, имея повреждения в различных боевых частях. При этом оговаривая, что недостаток в стойкости к внешним разрушающим воздействиям компенсируется приданием кораблю свойства живучести.

Академик А.Н. Крылов дал самое краткое и весьма меткое определение общего смысла термина «живучесть», определив его как «выносливость к повреждениям» [2].



Современные определения.

Разработанная в 1955 г ВМА К и В им. А.Н. Крылова терминология за более чем восемьдесят лет изменилась.

Живучесть корабля - способность корабля противостоять боевым и навигационным повреждениям, сохраняя при этом свои боевые качества или способность корабля сохранять свои боевые качества при наличии повреждений в различных его частях.

Боевая живучесть корабля - живучесть корабля под воздействием боеприпасов противника.

В соответствии с определением боевая живучесть может быть разделена на:
 а) живучесть корабля под воздействием артснарядов;
 б) живучесть корабля под воздействием торпед и т. д.

Навигационная живучесть корабля - живучесть корабля под воздействием причин навигационного или эксплуатационного характера.

Такими причинами могут быть:

- а) подводная опасность (мель, камень);
- б) столкновение кораблей;
- в) стихийные силы природы;
- г) неправильный уход за материальной частью и пр.



В статье утверждается, что в мирный период при эксплуатации в повседневных условиях основным свойством корабля, которое противостоит авариям и возможным ущербам от них, является его безопасность. Приведен анализ существующего в ВМФ термина «безопасность», предложен подход к разработке технологии его оценки, в основу которого положен критерий минимального уровня функционирования корабля.

Известно, что многочисленные аварии и катастрофы кораблей ВМФ в послевоенный период специалисты в области военного кораблестроения связывают, прежде всего, с недостаточным обеспечением их живучести. Об этом свидетельствуют материалы в средствах массовой информации об авариях кораблей, руководящие и эксплуатационные документы, регламентирующие борьбу с возникшей аварией на кораблях ВМФ, а также ряд совместных решений ВМФ и промышленности по конструктивному и организационно-техническому обеспечению живучести проектируемых заказов. Такая однозначная связь между аварийным повреждением и противостоящим ему свойству «живучесть» следует из определений живучести корабля, содержащихся в соответствующих

руководящих документах ВМФ и государственных стандартах. В этих документах живучесть корабля противостоит не только боевым, но и аварийным повреждениям, которые «не связаны с воздействием боевых средств противника» и происходят в мирное время, вне боя. Часто такую живучесть называют эксплуатационной живучестью, или живучестью при эксплуатационных повреждениях. С таким подходом согласны не все специалисты ВМФ и промышленности, занятые вопросами снижения ущерба кораблю в результате аварийных повреждений. По их мнению, при получении кораблем аварийных повреждений вне боя правильнее оценивать не его живучесть, а безопасность.



ИНФОРМАЦИЯ

Номер документа СПИ/1132/14

Дата документа: 19.09.2014

О ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЖИВУЧЕСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ КОРАБЛЕЙ ВМФ

С.Л. Лобанов, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник;

Д.А. Бледнов, к.т.н., старший научный сотрудник (Научно-исследовательский институт кораблестроения и вооружения ВМФ

ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», В.Е. Сорокин, к.т.н., ведущий научный сотрудник (НИИ «Центропрограммистем»)

Источник: Программные продукты и системы, 2014, № 2

В качестве критерия безопасности поврежденного корабля предлагается минимально необходимый уровень его функционирования, исключающий возникновение следующих пяти событий, ведущих к катастрофе корабля:

- взрыв боезапаса, взрывчатых веществ в погребах и взрывоопасных помещениях;
- распространение поражающих факторов аварии за пределы аварийного отсека (участка);
- поступление воды, приводящее к потере остойчивости и (или) плавучести;
- потеря управляемого движения;
- потеря должностными лицами корабля, руководящими борьбой за живучесть, возможности использования громкоговорящей связи для отдачи команд и приема докладов с командных пунктов, и боевых постов в ходе БЖ.

ПРОБЛЕМЫ И СУЖДЕНИЯ

ГАРМОНИЗАЦИЯ ПОНЯТИЙ ЖИВУЧЕСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ КОРАБЛЯ

Морской сборник № 1. 2019. А. Гавриленко д.т.н., профессор,
В. Фролов д.т.н., доцент, Ю. Глазко к.т.н., доцент.

Статья продолжает дискуссию по проблеме понятий живучести и безопасности корабля. Анализируются противоречия теории и практики живучести корабля, предметные области морской и промышленной безопасности, схожести и отличия этих свойств. Излагаются предложения по гармонизации понятий живучести и безопасности корабля.

Живучесть наряду со скрытностью, самообороной и рядом других свойств входит в группу защитных свойств (боевой устойчивости) корабля. Каждое свойство имеет строго определенные цели и границы, например, основная цель самообороны состоит в предотвращении воздействий боевых средств противника, приводящих к возникновению боевых повреждений, а основным предназначением живучести корабля является противостояние уже возникшим боевым повреждениям с сохранением и восстановлением при этом, в возможной степени, своей боеспособности.

Безопасность корабля отнесена к его эксплуатационным свойствам. Она призвана обеспечить защищенность личного состава, самого объекта (корабля) и окружающей среды в различных эксплуатационных условиях.

С развитием технического прогресса корабельные аварии стали приводить к повреждениям, которые сопоставимы с боевыми повреждениями как по объему, так и по последствиям.

На этом основании, в свое время, было признано целесообразным включить в предметную область живучести и «противостояние аварийным повреждениям». При этом предполагалось, что предупреждение аварий будет задачей живучести как составной части организационно-технических мероприятий.

Это решение расширило границы понятия живучести и привело к возникновению первого противоречия.

Его суть в том, что строго по определению живучести предупреждение аварий, как и предупреждение боевых повреждений, выходит за рамки научного предмета исследований, поскольку корабль может проявить свою живучесть только тогда, когда повреждения уже возникли, и неважно, что стало их причиной.

Особенно явно это противоречие проявляется на этапе эксплуатации, когда повсеместное предупреждение аварий становится одной из основных задач живучести. В отдельных случаях это становится особенно некорректным. Например, для ремонтируемых кораблей, выведенных из состава сил постоянной готовности, предусматривается целый комплекс мероприятий по

обеспечению их живучести, а значит, и сохранению боеспособности. В действительности же задача должна состоять в обеспечении безопасности кораблей, проходящих ремонт.

Второе противоречие связано с принятой в настоящее время структурой свойства живучести корабля.

Традиционно сложилось так, что к элементам живучести корабля относятся его непотопляемость, взрывопожаробезопасность, живучесть оружия и технических средств, а также защищенность личного состава. Трудно согласиться с тем, что для адекватного представления об этом сложном свойстве корабля достаточно четырех выделенных элементов.

Также вызывает вопросы и присутствие в составе элементов живучести корабля его *взрывопожаробезопасность*, явно, даже в соответствии с принятым наименованием, относящаяся к безопасности. К противоречию о составе элементов живучести примыкает вопрос о взаимосвязи и влиянии этих элементов друг на друга.



В статье безопасность рассматривается как свойство корабля, определяющее степень риска для личного состава, населения и окружающей среды и влияющее на эффективность корабля как системы вооружения.

Военный корабль по определению является субъектом опасности. Как носитель комплексов вооружения он опасен для вероятного противника, однако при этом как сложный технический объект, использующий и хранящий радиоактивные, химические вещества, горюче - и взрывоопасные предметы, генерирующий ионизирующие и неионизирующие излучения и т. п., корабль представляет определенную опасность для собственного личного состава, населения и окружающей среды - техногенная опасность.

В условиях мирного времени общество требует минимизации техногенной опасности (техногенного риска) до определенного (приемлемого) уровня, поэтому безопасность является важнейшей характеристикой любого технического объекта

Вместе с тем, в документах ВМФ безопасность как комплексная характеристика корабля до настоящего времени не определена и не регламентирована.

С другой стороны, обеспечение безопасности корабля влияет на его эффективность как системы вооружения, и уровень безопасности всегда является объективным компромиссом между стремлением обеспечить максимальную защиту личного состава, населения и окружающей среды и при

этом создать современное средство ведения вооруженной борьбы на море, превосходящее по своим тактико-техническим характеристикам корабли вероятного противника.



В статье рассмотрена необходимость разработки требований ВМФ к проектным оценкам факторов риска ЧС при возможных авариях на кораблях и судах ВМФ в соответствии с законодательной и нормативной базой РФ.

К сожалению, документы Минобороны не содержат требований по ограничению последствий возможных аварий на военных объектах, не определяют необходимый уровень безопасности объектов, не устанавливают *критерии оценки безопасности*. Тем не менее, данное обстоятельство не отменяет необходимости выполнения требований соответствующих федеральных документов по защите населения и окружающей среды при техногенных ЧС.

Соответственно, возникают, так сказать, «побочные» эффекты. Например, документы ВМФ никак не регламентируют мероприятия по предупреждению и ликвидации ЧС при визитах и мирных проходах российских военных кораблей. Поэтому и возникла проблема с визитом ТАРК «Петр Великий» в порт Кейптаун (ЮАР) в 2009 году. Оказалось, что, согласно законодательству ЮАР, все корабли с ЯЭУ должны перед заходом в территориальные воды страны предоставить сертификат безопасности и составить вместе с принимающей стороной план действий на случай возникновения ЧС.

Анализ проблемы оценки безопасности кораблей и судов ВМФ в различных аспектах [МРЭ № 3 (2008), № 3 (2011)] неизбежно приводит к очевидному выводу о необходимости комплексной ревизии руководящих документов ВМФ по данному направлению.

Очевидно, работа должна проводиться по направлениям:

1. Определение понятия «*безопасность корабля, судна*», например, как свойства не причинять вреда и т.д.

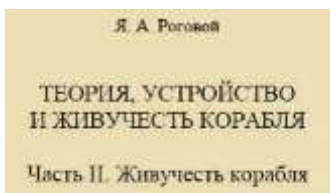
2. Формализация понятий «максимальная проектная» и «максимально возможная» аварии для кораблей ВМФ для проектных оценок безопасности и разработки соответствующих планов аварийных мероприятий. Установление параметров идентификации источников пожар взрывоопасных ситуаций и выбросов токсических веществ, требований к расчетным оценкам возможных последствий.

3. Разработка требований к *паспорту безопасности корабля* с выделением сведений, представляемых в открытом виде по запросам юридических и физических лиц.

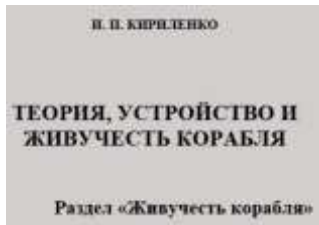
4. Разработка *критериев оценки безопасности корабля* как интегральных показателей, учитывающих всю совокупность факторов риска ЧС при возможных авариях. Определение состава формализованных сведений по безопасности в ежегодных отчетах по эксплуатации всех уровней.

5. «Встраивание» объектов и зон ответственности ВМФ в РСЧС как функциональных и объектовых подсистем.

В наших учебниках:



Живучесть корабля как способность корабля противостоять боевым и аварийным повреждениям, восстанавливая и поддерживая при этом свою боеспособность.



Живучестью корабля называется его способность противостоять боевым и аварийным (не связанным с воздействием боевых средств противника) повреждениям, восстанавливая и поддерживая при этом в возможной степени свои боевые и эксплуатационные свойства.



Живучесть корабля – это его способность противостоять боевым и аварийным повреждениям, восстанавливая и поддерживая при этом в возможной степени свою боеспособность.

В [2] вводится понятие технической живучести, которая понимается в двух базовых значениях:

- а) как свойство системы сопротивляться негативным внешним воздействиям;
- б) как свойство системы восстанавливать свою работоспособность после отказа или аварии, вызванных внешними причинами.

Методы оценки живучести и безопасности кораблей ВМС США (по материалам зарубежной печати)

Американские специалисты широко применяют термин «безопасная эксплуатация корабля» или просто «безопасность корабля».

Под этим термином они обобщают широкий круг понятий, связанных с обеспечением безаварийной эксплуатации корабля в небоевой обстановке, включая такие понятия, как живучесть отдельных технических средств и корабля в целом, надежность его оборудования, непроницаемость корпуса и т.п.

При этом под надежностью технической системы (оборудования) понимают ее способность безотказно (безаварийно) выполнять заданные функции в определенных условиях эксплуатации, сохраняя при этом спецификационные параметры.

Под живучестью понимают способность корабля (технической системы) противостоять возможным эксплуатационным (небоевым) повреждениям, сохраняя и восстанавливая свою боеспособность при повреждении корпусной конструкции и при выходе из строя механизмов и другого оборудования.

По мнению американских специалистов, живучесть кораблей при выходе из строя внутреннего оборудования (механизмов энергетической установки, общекорабельных систем, средств обеспечения обитаемости и т.п.) зависит от вероятности возникновения при этом предельных состояний:

- пожаров;
- взрывов;
- опасных кренов и дифферентов;
- затопление отсеков;
- появление в атмосфере вредных примесей;
- радиационной опасности и т.п.

Живучесть кораблей в большей мере зависит от вероятности успешной ликвидации указанных аварий силами личного состава, использующего при необходимости противоаварийные технические средства (противопожарные, водоотливные, аварийные средства регенерации воздуха и т.п.).

Примерно до 1997 года в обзорах чаще присутствует категория «survivability». Но затем центр внимания смещается в область исследования более общих свойств, нежели живучесть, и речь заходит об устойчивости (resilience).

ЛИТЕРАТУРА

1. Морской сборник. № 1,2,3,4,7. 1897 г.
2. Н. Черкасов, О. Недосекин. Описание подхода к оценке живучести сложных структур при многоразовых воздействиях высокой точности. Надежность № 2. 2016 г. ст. 3-15.

ИВАНОВ Б.Г., МОСКАЛЕНКО В.А.,
ЧАКЛЯРОВ И.О., ШИЛОВ Е.М.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ БОЕВЫХ ЧАСТЕЙ КОРАБЛЕЙ

Аннотация.

В статье анализируются системные проблемы аварийности технических средств электромеханической боевой части кораблей ВМФ, обусловленные недостатками в проектировании кораблей, качеством разработки эксплуатационной документации для технических средств и их обслуживания в течение жизненного цикла.

Ключевые слова: корабль; авария; безопасность; технические средства; эксплуатация; обслуживание.

Понятие «безопасность воинской службы» достаточно широкое. Это не только предупреждение травматизма и гибели военнослужащих, но и обеспечение технической исправности вооружения и военной техники (ВВТ); подготовка военных специалистов, способных ее эксплуатировать; обеспечение исправности ВВТ в течение заявленного ресурса; готовность предприятий промышленности к восстановлению ВВТ в установленные сроки в случае выхода ее из строя по тем или иным причинам, как по гарантии, так и в процессе ее жизненного цикла.

В полной степени эти требования обеспечения безопасности воинской службы должны предъявляться к кораблям ВМФ всех классов. Дело в том, что корабли и моряки действуют в агрессивной среде, в условиях риска. Однако корабли ВМФ призваны решать поставленные задачи в любых условиях обстановки. В.А. Абчук в своей книге «Теория риска в морской практике» [2] пишет: «Риск - неизбежный спутник всякой активной деятельности. Решая жизненные задачи, приходится вторгаться в неизведанное, а это всегда рискованно. Особое значение риск приобретает для действий, органически связанных с опасностями, в том числе для действий на море». И далее: «Понимание правил и методов риска, ни в какой степени не заменяет значения конкретного дела, умения решать профессиональные задачи. Вместе с тем владение наукой и искусством рационального риска является непременным элементом подготовки моряка-специалиста, которого море заставляет постоянно рисковать». Естественный риск сопровождает моряка от момента отхода от пирса до окончания швартовки корабля, поэтому обеспечение надежности ВВТ в течение автономности корабля является одним из главных направлений безопасности воинской службы на кораблях ВМФ.

Как обстоят дела с обеспечением этого направления безопасности воинской службы, рассмотрим на примере материалов «Сборника аварий и происшествий на кораблях ВМФ за 2009-2015 годы» [1]. Анализ аварий и поломок на кораблях показал, что две трети (64,1 %) всех происшествий приходится на технические аварии и поломки; на навигационные происшествия и происшествия, связанные с управлением ВВТ, в общей сложности приходится 35,9 % аварий и поломок.

На наш взгляд, проблема аварийности и безопасности эксплуатации технических средств носит общеплотовский характер и требует комплексного подхода, формирования единого понимания данной проблемы, ответственности должностных лиц за результат и последствия принимаемых управленческих решений.

Анализ технических происшествий показывает, что все они имеют в своей основе человеческий фактор. Однако виновные в этих происшествиях представляют разные ведомства: и экипажи кораблей, и представители промышленности, от конструкторов до предприятий, выпускающих ВВТ.

Основное число технических происшествий происходит по вине личного состава кораблей. В «Сборнике» названы причины такого положения дел.

Это низкий уровень специальной подготовки личного состава экипажей кораблей, невыполнение ими требований инструкций по использованию (эксплуатации) оружия и технических средств, низкое качество технического обслуживания и осмотров технических средств кораблей, отсутствие эффективного контроля за их проведением со стороны командиров кораблей, командиров БЧ-5, дивизионных инженер - механиков и заместителей командиров соединений по электромеханической части. Кстати, при разборе технических происшествий эти причины отмечаются практически во всех актах комиссий. Безусловно, в этом есть доля правды. Но, на наш взгляд, не вся.

Значительная доля (а точнее - треть) технических происшествий приходится на промышленность. Это и конструктивные недостатки, и недоработки специалистов промышленности. А ведь период времени эксплуатации ВВТ представителями промышленности несравнимо мал по сравнению с периодом эксплуатации этой же ВВТ специалистами ВМФ. Следовательно, необходимо говорить и о низком уровне подготовки представителей промышленности. Это - следствие прямой вины представителей промышленности в аварийности техники.

Однако существуют и скрытые составляющие, о которых не говорится в актах. Низкое качество обслуживания материальной части - причина многих технических аварий. При этом анализ качества обслуживания основывается на выполнении требований инструкций по эксплуатации систем и устройств, выданных промышленностью. Приведем небольшой анализ этих инструкций. Так, на корабле проекта 21631 у одного специалиста трюмного находятся в заведовании пять систем и два механизма. Судя по инструкции по эксплуатации, разработанной КБ, на ежедневный осмотр требуется затратить 7,5 человеко-часов; у другого аналогичного специалиста находятся в заведовании семь систем, и трудозатраты на аналогичный осмотр должны составлять 8 человеко-часов. Ежедневное обслуживание систем и механизмов, находящихся в заведовании одного специалиста, в принципе невыполнимо в отведенное время, не говоря уж об ежемесячном. Такие трудозатраты немыслимы в условиях функционирования корабля как боевой единицы. Вот еще пример: десантный катер проекта 21820. Недостатком данного проекта является то, что штатом корабля главная энергетическая установка в составе двух дизелей М-507 закреплена за одним человеком (техником), что не позволяет качественно эксплуатировать ГЭУ и проводить ППО и ППР [7].

Следует отметить, что большинство трудозатрат приходится на рутинные функции. Так, состав мероприятий, с помощью которых должна обеспечиваться безопасность при эксплуатации технических средств, это: аварийно-предупредительная сигнализация работает; сопротивление изоляции электрооборудования корабля в норме; предохранительные клапана в строю и проверены; контрольно-измерительные приборы проверены и работают; закрытия установлены и закреплены; заземления установлены; виброакустические характеристики механизмов в норме и т.д. Но ведь эти функции может и должна взять на себя автоматика соответствующего уровня, окончательным устройством которой может быть соответствующий пульт специалиста. В этом случае функция специалиста ВМФ в повседневных условиях становится только контрольной.

Итак, первая проблема строительства современных кораблей состоит в том, что военно-промышленный комплекс, обслуживающий ВМФ, не создает современные рабочие места для обслуживающих специалистов.

Вторая проблема - отставание от всемирной тенденции создания необслуживаемой в течение активной фазы жизненного цикла техники. Маленький бытовой пример. Кто из современных автовладельцев занимается обслуживанием аккумулятора своего автомобиля? Никто, поскольку на нем написано: «необслуживаемый». А аккумуляторные батареи (АБ) наших подводных лодок имеют массу обслуживающих их систем: принудительной вентиляции с дожиганием водорода; механического перемешивания электролита; охлаждения и т.д. Один из авторов бывал на заводе, где готовилась к продаже в Индию атомная подводная лодка постройки СССР. Покупатели взяли все оборудование советского производства, за исключением АБ. Она была закуплена в Великобритании. В отличие от АБ советского производства каждый элемент английской АБ был автономен и не требовал даже ежемесячного обслуживания. И это только один пример.

Своеобразным показателем уровня технической оснащенности корабля современными средствами мониторинга и обслуживания является соотношение водоизмещения корабля и числа членов экипажа. Так, если у эсминца УРО «Эрли Бёрк» (ВМС США) это соотношение составляет 25 т/ чел.; на эсминце «Дэринг» (ВМС Великобритании) - 42 т/чел.; на фрегате «РВЕММ» (Франция - Италия) - 55 т/ чел., то на наших кораблях проекта 1155 это соотношение составляет 21 т/чел., а на фрегате проекта 22350 -25 т/чел. [8].

Цифры говорят сами за себя, и комментарии излишни. До сих пор в отдельных случаях военно-промышленный комплекс поставляет нам технику прошлого, а то и позапрошлого поколений. Правильнее было бы его назвать промышленно-военный комплекс, ибо не флот, а промышленность диктует условия и качество ВВТ, а флоту приходится выкручиваться из этого положения, решая поставленные перед кораблями задачи за счет перенапряжения сил личного состава экипажей кораблей.

Ради справедливости необходимо отметить, что такое положение дел характерно в основном для электро механических боевых частей (ЭМБЧ). Обстановка в других БЧ иная. Однако надо помнить, что именно ЭМБЧ обеспечивают и ход корабля, и все остальные боевые части всеми видами

питания и энергосредами.

Не лучше обстоят дела по обслуживанию технических средств кораблей предприятиями промышленности в течение их жизненного цикла. Так, проведение капитальных ремонтов дизелей на предприятиях промышленности в настоящее время оставляет желать лучшего. Пара примеров. ПЛА - Обнинск». Выход из строя дизеля М-820. Нарботка после капитального ремонта - 122 ч. ПЛА «Псков». Выход из строя дизеля М-580. Нарботка дизеля после капитального ремонта составляла 28 ч. Для восстановления технической готовности кораблей потребовались агрегатные замены дизелей, продолжительность работ составляла 2-3 месяца. Низкое качество изготовления дизелей М-876 из состава ДГАС-315 производства ПАО «Звезда» СПб, установленных на кораблях проекта 21630. На кораблях проекта 21630 предусмотрено только два дизель - генератора, поэтому выход из строя одного из них приводит к выводу корабля из состава сил постоянной готовности. Время ремонта дизеля на ПАО «Звезда» может доходить до года. Низкая надежность насосов забортной воды, установленных на дизель - генераторах фирмы МТУ, отсутствие качественных инструкций по эксплуатации, высокая стоимость и длительная закупка фильтрующих элементов, отсутствие заинтересованности завода-изготовителя в устранении неисправностей по гарантийным обязательствам делают эксплуатацию этих ГЭУ крайне тяжелой. За 2016 г. на кораблях проекта 21631 вышло из строя 6 насосов забортной воды [7].

Еще одна проблема организационно-технического характера - продление ресурса агрегатов после истечения гарантийного времени их эксплуатации. К слову сказать, что продление ресурса агрегатов в авиации или в системах обслуживания ракет в принципе немыслимо, а на кораблях - это штатное явление для технических сред ЭМБЧ. При этом продление ресурса агрегата проводится актом специалистов ВМФ, без всестороннего обследования агрегата на стенде, на основании замера эксплуатационных параметров и статистики выхода из строя аналогичных агрегатов.

Важным направлением деятельности промышленности является формирование комплекта документов, необходимых в процессе эксплуатации технических средств. Необходимо доработать формуляры, так как в них недостаточно разделов для осмотров и ремонтов. В технические описания следует добавить недостающие сведения по механизмам и системам (ГОСТ жидкостей, ГТХ и т.д.).

Для решения проблемы безаварийной эксплуатации технических средств необходимо, чтобы конструкторские бюро представляли полные инструкции по эксплуатации с описанием технических средств, каждого узла, в реальных цветах, с принципами работы в фото- и трехмерном пространстве, без ссылок на другие документы и описания. Описания устройства технических средств должны быть сделаны для всех специалистов, обслуживающих системы и механизмы. Эти инструкции должны быть выполнены в формате книжки специалиста по каждому боевому номеру. И такой опыт у предприятий ВПК есть. Современные технологии позволяют сделать подобные инструкции значительно подробнее и нагляднее.

В настоящее время Министерством обороны РФ полностью определен круг

теоретических и практических рекомендаций по безопасности военной службы. В документах даются конкретные указания разработчику эксплуатационной документации. Техническая документация должна содержать:

назначение технического освидетельствования механизма, периодичность его проведения на различных стадиях штатной эксплуатации и режимах хранения агрегатов (систем) ВВТ, а также продолжительность времени (в часах), необходимого для проведения этой работы; случаи внеочередного (досрочного) технического освидетельствования объекта;

схему (маршрут) осмотра узлов и элементов, обеспечивающих техническую безопасность объекта, с указанием дефектов и браковочных признаков, при наличии которых этот объект не может быть допущен к эксплуатации; перечень и последовательность проведения технологических работ по проверке функционирования механизмов, электрооборудования, устройств и приборов безопасности;

содержание и порядок проведения работ по подготовке объекта к техническому освидетельствованию (демонтаж, слив продукта, чистка, промывка, нейтрализация, сборка грузовых макетов) и требования к средствам технического освидетельствования; перечень стендов, контрольно-измерительных приборов, приспособлений, принадлежностей, инструмента, материалов и оборудования, необходимых для выполнения работ по техническому освидетельствованию, с указанием мест их размещения;

технологические карты проведения гидравлических испытаний сосудов, баллонов, в которых указываются номенклатура и спецификация средств технического освидетельствования и их местонахождение, а также нормы расходуемых материалов при проведении технического освидетельствования и технические требования на дефектацию и ремонт, а также способы устранения дефектов; порядок приведения агрегата (системы) в исходное состояние после технического освидетельствования [3].

К сожалению, техническая документация, выдаваемая на корабли после постройки, крайне далека от приведенных требований.

В настоящее время в ВМФ на основании требований к системе информационной поддержки (СИП) по борьбе за живучесть разрабатываются современные комплексы СИП

для командного состава кораблей [9]. Необходимо идти дальше: разрабатывать информационные технологии, которые позволят освободить корабельный состав от рутинной работы, связанной с накоплением информации о состоянии технических средств, подготовкой заявок на запасные части, составлением ремонтных ведомостей, ведомостей сервисного обслуживания и работ, выполняемых личным составом. Необходимо создание единого программного продукта, обслуживающего ремонт, переоборудование, модернизацию и сервисное обслуживание оружия и технических систем корабля. Под единым программным продуктом понимаются единая программа для ЭВМ и базы данных для программного обеспечения интегрированной логистической поддержки работ по сервисному обслуживанию и ремонту кораблей ВМФ в рамках управления жизненным циклом кораблей ВМФ.

Сервисное обслуживание предприятиями промышленности должно

осуществляться комплексно по всем боевым частям и службам по истечении определенного срока эксплуатации корабля в целом. В общем случае оно должно включать работы, подлежащие обязательному выполнению независимо от фактического состояния корабельной техники, поставки ЗИП, материалов и комплектующих изделий, и работы по устранению эксплуатационных отказов и неисправностей.

Следует отметить, что опыт создания такой модели обслуживания кораблей в рамках флотов получил развитие в 80-х годах XX в. при обслуживании циклического принципа применения РПКСН на Северном и Тихоокеанском флотах. Но в обслуживании участвовали только флотские предприятия; промышленность для такого обслуживания не привлекалась, что естественно сказывалось на качестве работ ввиду низкой квалификации персонала военных предприятий.

Вывод.

Таким образом, важнейшая задача прикладной науки состоит в решении конкретных научных задач по повышению надежности технических систем, упрощении действий по их обслуживанию, построении системы предупреждения и смягчения аварий и катастроф, и их последствий. Перспектива представляется как движение внутрь сложной технической системы, к проектированию по критериям безопасности. При этом учитывается, что в такой системе в процессе эксплуатации могут возникнуть цепочки событий, которые в обычной ситуации не приводят к опасным состояниям, но при определенном стечении обстоятельств могут стать причиной возникновения чрезвычайных ситуаций,

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник аварий и происшествий на кораблях ВМФ за 2009-2015 годы. - СПб., 2016.
2. Абчук В.А. Теория риска в морской практике. -Л.: Судостроение, 1983.
3. Руководство по обеспечению безопасности военной службы в ВС РФ. Приказ МО РФ Мг255. 03.04.2013.
4. РД 03-418-01. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов, 2010.
5. Лобанов С.Л., Бледное Д.А. О безопасности и живучести кораблей ВМФ // Морской Сборник. 2014.
6. Т-80У. Памятка водителю. 219АС-ЭП2-Э.
7. Актуальные проблемы морской энергетики: Материалы Седьмой Всероссийской межотраслевой научно-технической конференции. - СПб.: СПбГМТУ, 2018.
8. А. Вербин, Е.Ирза, В.Касатонов, А.Шуванов. Перспективы совершенствования корабельной организации // Морской Сборник. 2018. №5.
9. Требования ВМФ к системе информационной поддержки по борьбе за живучесть подводных лодок. - СПб.: ВИ ДПО, 2013.

ДОСТОВЕРНОСТЬ ИСХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ — ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Аннотация

Представлены терминологические, организационно-технические и метрологические особенности оценки достоверности исходной информации на входе систем управления. На примере системы управления поиском подводных объектов (СУППО) рассмотрены особенности формирования метрологического обеспечения решения измерительной задачи и оценки достоверности определения координат объекта поиска.

Ключевые слова: поиск объектов, подводный объект, обнаружение цели, система управления, метрология, точность измерений.

Современные системы управления (СУ) строятся на базе информационных, информационно-измерительных и информационно-управляющих технологий, назначение которых состоит в том, чтобы представить оператору, принимающему управленческое решение максимально объективную информацию об объекте анализа и управления. При этом очевидно, что объективность информации на выходе СУ напрямую зависит от качества исходной информации на её входе.

Из указанного тезиса следует, что основой структурной схемы СУ, её «базисом», от которого зависит эффективность принятия соответствующих управленческих решений, является исходная информация, закладываемая в алгоритм оценки характеристик объекта анализа и управления.

Исходная информация в параметрическом виде на входе СУ (или «бокового» элемента её структурной схемы) может быть представлена либо в качественном (описательном) выражении, либо в количественном (числовом) выражении.

Качественное (описательное) выражение исходного параметра (ИП) обычно определяется как «Да/Нет» (при оценке наличия параметра) или коротким словом, однозначно характеризующим состояние параметра (например, «Стоп» – для оценки параметра движения).

Количественное выражение ИП определяется только числом. Числовое значение ИП может быть получено либо директивно (из нормативных документов), либо путем выполнения измерительных процедур. При этом, если директивное назначение числового значения ИП определено в его абсолютном выражении, то значение ИП, полученное выполнением измерительных процедур, имеет установленную погрешность измерений, которая и определяет достоверность числового значения ИП.

Примечание 1 – Требования к характеру получения числовых значений ИП, закладываемых в алгоритм обработки информации СУ (директивно или измерениями), определяет заказчик СУ.

На рисунке 1 представлены основные составляющие качества измерительной информации, которые взаимосвязаны, но по-разному оцениваются. При этом достоверность (точность) измерительной информации, которая определяется

качеством системы метрологического обеспечения (МЛО), является в рассматриваемой проблеме основным определителем эффективности СУ.



Рис. 1 – Составляющие качества измерительной информации

Далее, на примере создания эффективной системы управления поиском подводных объектов (СУППО), рассмотрим особенности формирования системы МЛО, в условиях которой числовые значения ИП должны определяться путем выполнения соответствующих измерительных процедур.

Назначение СУППО – определение текущих (в реальном времени) координат подводного объекта в условиях многофакторных влияющих воздействий. Отличие СУППО от отдельных технических средств обнаружения (ТСО) заключается в комплексности их применения. То есть, выходная информация от отдельных ТСО является, в свою очередь, входной информацией для СУППО.

Примечание 2 – Под ТСО в данном случае подразумеваются средства, расположенные на носителе, выдающие информацию по единой обнаруживаемой цели, но по различным физическим параметрам.

Очевидно, что, если заказчиком установлены требования к достоверности (точности) определения числовых значений координат подводного объекта (или дальности обнаружения) на выходе СУППО, то и на её вход должны вводиться ИП от ТСО с характеристиками точности, позволяющими обеспечить заданную точность на выходе.

В существующих ТСО практикуется задание требований по обнаружению, в том числе и к классификации цели с применением вероятностных критериев. При этом под обнаружением цели понимается последовательное выполнение ряда задач, в частности:

- выделение полезного сигнала на фоне помех;
- определение направления (пеленга) на полезный сигнал (измерение угла в системе координат (СК) носителя ТСО);
- определение дальности обнаружения (измерение радиус-вектора от СК носителя ТСО до полезного сигнала);
- классификация полезного сигнала на соответствие определенному классу цели по соответствующим признакам.

В указанной последовательности решаемых задач измерение пеленга (угла) и дальности обнаружения (радиус-вектора) однозначно являются измерительными задачами, которые должны решаться с использованием точностных критериев.

В этой связи существует проблема оценки качества ТСО по совокупности вероятностных и точностных критериев, связанная с тем, что вероятность и достоверность (точность) имеют различное содержание. Если вероятностная оценка имеет исключительно математическое содержание, зависящее главным образом от характера распределения оцениваемой величины в выборке, то точностная оценка имеет физико-техническое содержание, зависящее как от факторов, определяемых свойствами непосредственно ТСО, так и внешних условий поиска.

Поэтому, обязательным (необходимым) условием повышения информационного качества СУППО является определение ИП, получаемой от отдельных ТСО в единичных величинах с оценками их числовых значений по точностным критериям.

В целях достижения необходимой достоверности измерительной информации в стране создана соответствующая законодательная и нормативно-техническая база [1-3], которая в целом достаточна для создания системы инструментального и методического обеспечения получения требуемого результата (системы МЛО).

В то же время, существует одна проблема, без решения которой достижение требуемого результата невозможно. Эту проблему можно сформулировать следующим образом:

— у заинтересованных организаций и специалистов отсутствует понимание того факта, что сутью решения тактической задачи обнаружения цели с определением координат объекта поиска является решение измерительной задачи (см. рис.2), где измеряемым параметром является радиус-вектор \mathbf{R} от центра системы координат (СК) ТСО к точке аномального сигнала, выделенного на уровне фона с учетом помех и характеристик среды его распространения.

Примечание 3 – Измеренный с известной точностью радиус-вектор \mathbf{R} в данном случае определяет тактический параметр – дальность обнаружения.

Решение задачи определения координат объекта поиска через измерение радиус-вектора как измерительной задачи требует от разработчика ТСО руководствоваться требованиями стандартов [3], при этом определять необходимое инструментальное (средства измерений) и методическое (методика измерений) обеспечение, качество которого и позволит определить точностную оценку (погрешность измерений) \mathbf{R} , которая в привязке к погрешности географической СК даст значения достоверности определения координат объекта поиска.

Приведенный на рисунке 2 пример достаточно ярко иллюстрирует обоснование необходимости перехода от вероятностного (математического) подхода к оценке качества решения задачи определения координат объекта поиска к точностному (физико-техническому). Такой переход позволит унифицировать методические подходы к решению задач поиска подводных объектов с оценкой достоверности (точности) измерений радиус-вектора \mathbf{R} и,

соответственно, определяемых координат.

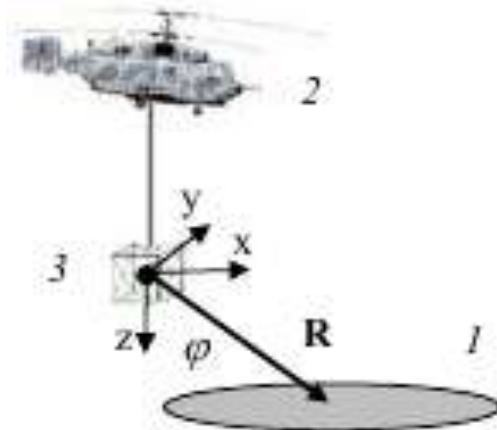


Рис. 2 – Пример схемы решения измерительной задачи при магнитометрическом поиске подводного объекта:

1 – объект поиска; 2 – носитель ТСО; 3– ТСО; **R** – радиус-вектор; φ – угол (пеленг) от СК ТСО на точку аномального сигнала.

Рассмотренные выше необходимое условие и его обоснование в целях повышения информационного качества СУППО требует определения и обоснования также и условия достаточности в интересах поставленной цели.

Решение измерительных задач выполняется с применением средств измерений (СИ) и методик измерений (МИ), поэтому погрешность измерений **R** имеет инструментальную и методическую составляющие (ошибки оператора здесь не рассматриваются).

Для оценки инструментальной составляющей погрешности измерений величины **R** чрезвычайно важно определить, какие элементы ТСО (или ТСО в комплексе) выполняют измерительные функции, провести соответствующие оценки их метрологических характеристик (МХ) и, в конечном итоге, определить значение инструментальной погрешности измерений. Особое значение здесь имеют оценки погрешностей от линейно-углового рассогласования чувствительных осей датчиков ТСО как между собой, так и относительно СК схемы измерений, «привязанной» к СК носителя ТСО.

Оценки МХ выполняются в процессе испытаний измерительных каналов ТСО (или ТСО в комплексе) в целях утверждения типа СИ. Систематическая погрешность от линейно-углового рассогласования чувствительных осей датчиков ТСО как между собой, так и относительно СК схемы измерений, «привязанной» к СК носителя ТСО, а также инструментальная погрешность измерений должны определяться после монтажа ТСО на носителе.

Определение значения методической составляющей погрешности измерений величины **R** заключается в оценке погрешностей измерений от внешних

факторов, влияющих на качество измерения, в частности от таких факторов, как:

- уровень фона и внешней однородной и неоднородной помехи в районе измерений;

- характеристики среды прохождения полезного сигнала;

- стабильность (однообразие) положения СК схемы измерений в моменты измерений.

Возможное изменение этих факторов в период выполнения измерений, требует включения в алгоритм обработки измерительной информации процедур оценки погрешностей от их влияния и учета в расчете методической составляющей погрешности измерений.

Оценка погрешности измерений величины R , включая её методическую составляющую, проводится в процессе аттестации методики измерений. Такая аттестация обычно проводится на модельных стендах, на которых в необходимом масштабе моделируется решаемая измерительная задача.

Важное место в эксплуатации ТСО занимает периодическая проверка и подтверждение их основного информационного качества – достоверности представляемой измерительной информации. Основным элементом схемы измерений, подверженным возможным изменениям, вследствие нестабильности характеристик, является средство измерений, которому в ТСО присвоен тип СИ.

Имея в виду организационно-технические сложности демонтажа ТСО с места эксплуатации для выполнения соответствующих метрологических процедур его поверки в специальной аттестованной поверочной лаборатории, целесообразно применение организации поверки МХ таких СИ в составе ТСО без их демонтажа с места эксплуатации.

Рассмотренные выше условия: проведение испытаний измерительных каналов ТСО (или ТСО в комплексе) в целях утверждения типа СИ, аттестация методики измерений и организация поверки МХ СИ в составе ТСО без их демонтажа с места эксплуатации являются достаточными в целях повышения информационного качества СУШПО.

Выводы.

Рассмотренные в статье аргументы и обоснования позволяют сделать следующий основной вывод:

1. Достоверность информации на выходе системы управления напрямую зависит от качества исходной информации на её входе. Обязательным (необходимым) условием повышения информационного качества системы управления является определение исходных параметров, получаемых от отдельных информационных технических средств в единых величинах с оценками их числовых значений по точностным критериям.

Кроме того, рассмотренный пример задачи поиска и определения координат подводных объектов и построения соответствующей системы управления (СУШПО) позволяет сделать дополнительно следующие выводы:

2. Переход от вероятностного (математического) подхода к оценке качества решения задачи определения координат объекта поиска к точностному (физико-техническому) позволит унифицировать методические подходы к решению задач поиска подводных объектов с оценкой достоверности (точности)

определяемых координат. Такой переход потребует классифицировать задачу определения координат объекта поиска в качестве измерительной задачи.

3. Достаточными условиями повышения информационного качества системы управления являются:

- испытания измерительных каналов ТСО в целях утверждения типа СИ;
- определение инструментальной погрешности измерений после монтажа ТСО на носителе с учетом систематической погрешности от линейно-углового рассогласования чувствительных осей датчиков ТСО как между собой, так и относительно СК схемы измерений, «привязанной» к СК носителя ТСО;
- аттестация методики измерений с определением погрешности измерений, включая её методическую составляющую;
- периодическая проверка измерительных каналов ТСО без их демонтажа с объекта эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
2. ОТТ 1.1.7-89.
3. Стандарты государственной системы обеспечения единства измерений (ГСИ).

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ МИНИСТЕРСТВА ОБОРОНЫ

Аннотация.

Статья посвящена анализу особенностей закрытых образовательных учреждений интернатного типа с позиции организации адаптивного образования, приведены примеры имеющихся адаптивных технологий, прорабатывающих адаптивное содержание, оценку и последовательность, а также некоторые интернет сервисы, отражающие принципы адаптивности.

Ключевые слова: адаптивное образование, адаптивное обучение, адаптивные системы обучения, адаптивные образовательные платформы.

Ежедневно обучающиеся сталкиваются с огромным потоком информации, а процесс обучения становится все более сложным. Изменилась система требований, предъявляемых к предметному содержанию, к набору компетентностей в рамках функциональной грамотности обучающихся, и уровню овладения ими. Постоянное увеличение содержательной и функциональной нагрузки на каждого обучающегося приводит к повышению уровня тревожности, психическому напряжению и высокой эмоциональной реактивности детей. Показатели по данным шкалам, как правило выше в образовательных учреждениях закрытого типа, где дополнительными факторами являются и сама система организации обучения с проживанием детей, не предполагающая самостоятельных нецентрализованных перемещений и выбора рода деятельности, а также отсутствие возможности проводить достаточного времени с семьей в то время, когда это необходимо конкретному обучающемуся.

В данных условиях весьма актуальным становится «адаптивное образование, которое должно сыграть роль социального амортизатора, обеспечивающего социально-педагогическую поддержку, а также выровнять стартовые возможности обучающихся» [1, С. 37].

Существует несколько подходов к определению понятия «адаптивное обучение». В узком — это предоставление индивидуального опыта обучения, отвечающего уникальным потребностям человека, с помощью своевременной обратной связи, путей и ресурсов (вместо предоставления универсального опыта обучения) [4]. В широком — «это технология, основанная на построении индивидуальной учебной траектории для обучающегося с учетом его текущих знаний, способностей, мотивации и других характеристик, которая реализуется в разработке адаптивных образовательных курсов и включает в себя корректное методическое проектирование и разработку адаптивного контента» [2, С 342].

Основными принципами адаптивного образования являются: персонализация, вариативность содержания в соответствии с личными образовательными целями, цикличность обучения, опора на мотивационно-ценностный компонент, единство и гармоничное взаимодействие всех

компонентов образовательного процесса, степень соответствия содержания информационным потребностям обучающихся.

Технологии, включающие принципы адаптивного обучения, используют подход, основанный на данных, для корректировки траектории, а также темпа обучения для отдельных учащихся с персонализированным обучением, хотя существуют разные типы и степени адаптивности в разных программных продуктах. [5]

Адаптивные системы обучения разрабатываются как цифровые оболочки, варьирующие материалы, подходы, порядок изучения, степень проработки определенных заданий в зависимости от хода выполнения этапов индивидуальной учебной траектории, а также учитывают пол, анализируют способность обучающегося воспринимать различные типы информации, уровень учебных навыков и даже эмоциональное состояние.

Специалисты одной из ведущих компаний в области инноваций в образовании «EdSurge» в технологии адаптивного обучения выделяют и прорабатывают три взаимосвязанных компонента: адаптивное содержание (adaptive content), адаптивную оценку (adaptive assessment) и адаптивную последовательность (adaptive sequence). [6]

Адаптивное содержание – информация, появляющаяся в помощь обучающемуся после совершения ошибки в виде обратной связи или подсказок, основанных на конкретном непонимании обучающегося, и дополнительных материалов для изучения. Также адаптивное содержание подразумевает возможность дробления материала на более мелкие законченные блоки в зависимости от реакции учащегося, не меняя общей последовательности и объема, предусмотренного программой для изучения. В оболочке прописывается только возможность внесения информации, само содержание заполняет преподаватель.

Адаптивная оценка – программа, меняющая последовательность вопросов в зависимости от того, как обучающийся ответил на предыдущий вопрос. Правильное и быстрое решение поставленной задачи позволяет определить уровень знаний и навыков как повышенный и пропустить серию простых вопросов или заданий, заменив их более сложными. И наоборот, если обучающийся испытывает затруднения, то вопросы становятся легче, так как программа оценивает уровень текущих знаний как пороговый. Параметры оценки знаний, обучающихся и степень сложности задания, определяет преподаватель.

Адаптивная последовательность – алгоритм предоставления информации и обрабатываемых умений и навыков в зависимости от собранных и проанализированных данных о процессе индивидуальной работы обучающегося. Является самым сложным, так как в режиме реального времени обрабатывает огромное количество данных не только о правильности выполнения заданий, но и о скорости изучения текстового материала, возвращении и повторном прочтении, пользовании подсказками и т.д.

В западной системе образования широко распространены обучающие платформы с применением алгоритмов адаптивного обучения, например, Knewton, Cerego, Smart Sparrow, McGraw-Hill, Loud Cloud, Blackboard, RealizeIT,

Geekie. Данные платформы хорошо проработаны. Их разработку и совершенствование финансируют как компании-лидеры в мире платных образовательных услуг, такие как Pearson, так и различные благотворительные фонды. Например, благотворительный фонд Билла и Мелинды Гейтс The Gates Foundation в 2013 году запустил специальную программу по ускорению распространения технологий адаптивного обучения. У эксперимента был и существенный экономический результат: данная программа помогла Аризонскому университету заработать дополнительные 12 миллионов долларов в виде дополнительной платы за обучение [11]. Создатели обещают, что программа не только отслеживает правильность выполнения заданий и самостоятельный подбор заданий, соответствующих актуальному уровню развития предметных УУД, но и анализирует изучение теоретического материала обучающимся, например, как долго прочитывался материал, сколько раз один и тот же материал был в области прокрутки и т.д. Эту информацию система также отправляет преподавателю. Данные платформы англоязычные и платные и, в основном предназначены для предметов естественно-научного цикла.

В России полностью интеллектуальной адаптивной платформы не существует, однако есть отдельные попытки ее реализации. Так в 2015 году была создана адаптивная платформ Stepik [4], целью ее работы был подбор образовательного материала в зависимости от уровня знаний обучающегося для формирования соответствующих навыков. Долгое время эта образовательная платформа существовала как конструктор бесплатных онлайн-курсов и уроков с адаптивными рекомендациями, так как позволяла создавать интерактивные обучающие уроки с обратной связью и автоматической проверкой. Данная платформа также ориентирована на изучение предметов естественно-научного цикла, но позволяет создавать уроки и по другим предметам для отработки обучающимися определенных навыков, осознанного усвоения материала через систему заданий, подбираемых программой для каждого обучающегося в зависимости от его ответов.

Stepik является также площадкой для проведения конкурсов и олимпиад — среди мероприятий — отборочный этап Олимпиады НТИ, онлайн-этап акции Тотальный диктант, международная олимпиада по биоинформатике [4].

В целом реализация адаптивного обучения должна быть направлена на построение образовательного процесса таким образом, чтобы при минимальных затратах времени добиться максимальной эффективности обучения через систему упражнений, заданий, позволяющих тренировать именно те знания и навыки, которые соответствуют индивидуальным особенностям, способностям, чтобы получить качественный результат каждого обучающегося. Важно тщательно продумать содержательные и процессуальные индивидуальные маршруты и реализовывать их через осознанную и направляемую самостоятельную работу обучающихся с адаптивными компьютерными платформами. Это помогает масштабировать преимущества адаптивного обучения для десятков, сотен или тысяч учащихся одновременно.

В то же время некоторые авторы скептически относятся к высокой эффективности адаптивного обучения по следующим причинам:

из процесса обучения нельзя полностью исключить преподавателя; при большом количестве переменных-показателей сложно создать единую модель развития событий;

при ошибочном построении траектории обучения непонятно, кто будет нести ответственность;

сбор и хранение личной информации обучающихся.

Также распространено мнение, что адаптивные технологии в обучении могут быть применимы только для изучения математики и естественных наук. Однако многие преподаватели начинают использовать технологии адаптивного обучения и в гуманитарных дисциплинах. Например, Факультет письма и риторики Университета Миссисипи использует программное обеспечение Lumen Learning для создания персонализированных учебных курсов для устранения разрыва между степенью готовности к академическому письму среди учащихся первого курса. Патрисиа О'Салливан, менеджер программы персонализированного и адаптивного обучения в Университете Миссисипи отметила, что адаптивное программное обеспечение может дать возможность многим преподавателям эффективно распределять время на занятиях, делая упор на ту информацию, которую они считают наиболее ценной: «Мы тратим человеческие ресурсы впустую, если преподавателям приходится тратить час в классе, объясняя расстановку запятых. Пусть этим занимаются адаптивные платформы, а преподаватели объясняют то, что действительно важно». [7]

То есть признается факт, что правильнее использовать элементы технологии адаптивного обучения, алгоритмизированные тренажеры для систематизации знаний и формирования определенных навыков.

Особенно это важно в закрытых учебных заведениях интернатного типа, особенностями которых являются особая организация жизнедеятельности и обучения в единой развивающей образовательной среде, откладывающая отпечаток на взаимодействие и коммуникацию всех участников образовательного процесса. В данном случае речь идет о социальной депривации, так как обучающиеся находятся в добровольно-вынужденной изоляции и потребности в общении с преподавателями (воспитателями, иными сотрудниками) гораздо выше, чем у обучающихся в учебных заведениях открытого типа, поэтому нельзя подменять общение с преподавателем самостоятельной работой на компьютере.

Вторым важным моментом, говорящим в пользу использования только элементов технологии адаптивного обучения в закрытых учебных заведениях интернатного типа, является феномен компьютерной тревожности, возникающий в учебном процессе при постоянной самостоятельной работе по изучению определенного материала посредством компьютерных технологий [8]. Данный феномен характеризуется как ощущение дефицита времени, когда обучающемуся кажется, что за данное время невозможно все понять и запомнить, решить поставленную задачу, что вызывает определенные негативные эмоции, особенно, если за самостоятельным изучением материала следует контроль. Это состояние особенно проявляется при получении контрольного задания, которое нужно выполнить за определенное время.

Феномен компьютерной тревожности также может быть вызван неправильным делением и отсутствием учета психологических особенностей восприятия информационных блоков адаптивного содержания, специфики распределения объемов внимания, оперирования «внешней» памятью, понимания в условиях быстрого «просмотра» информации обучающимися (адаптивная последовательность) [9], особенности зрительного, слухового, тактильного восприятия и их взаимодействия при обучении в виртуальной среде (адаптивная оценка) [10].

В целом для создания занятия или алгоритмизированного тренажера необходимо определить его цель и четко представить формат итогового теста, желательно составить mind map, где детально прописаны теоретический материал с выделением нескольких уровней сложности и связей между ними (адаптивное содержание). Далее необходимо подобрать контент для достижения цели изучения темы или занятия и разработать банк контрольных вопросов также по уровням сложности (адаптивная последовательность и адаптивная оценка).

Так, при использовании платформы Stepik, в арсенале преподавателя более 20 различных типов заданий с автоматической или ручной проверкой, например, задания на установление соответствия, с записью краткого ответа или решения, развернутого ответа, включая эссе, сочинение, тесты, программирование, различные типы задач (на сортировку, табличные и т.д.). Также есть возможность представлять теоретический материал, наглядность, видео сюжеты и фрагменты видео уроков, внедрять ссылки и т.д.

Преподавателями начата работа с данной платформой, однако на данном этапе создание полноценного занятия занимает достаточное количество времени от составления mind map, прописывания алгоритмов перехода и оценки до заполнения внесенной содержания в шаблон платформы. У преподавателя должна быть очень мощная мотивация, чтобы между подготовкой уроков, материалов, проверкой готовых работ найти время на такую серьезную работу. На мой взгляд, создание банка адаптивных заданий или целых занятий, тем и разделов по всем предметам возможно только при совместной творческой работе преподавателей не только в рамках одного ОД одного училища, но и через сетевое сотрудничество энтузиастов различных училищ. Еще одним решением может стать вознаграждение за публикации, организация конкурсов методических разработок с адаптивными технологиями (как делают разработчики ПО для интерактивных досок Smart Board, Promethean и другие).

Принципы и отдельные элементы технологии адаптивного обучения заложены и в сервисе гугл-формы, так как позволяют создавать дистанционные занятия, предполагающие изучение нового, отработку, позволяет подгружать видео и аудиофайлы для изучения и выполнения заданий, а также обучающийся может загрузить видео или аудиофайл для дальнейшей его проверки преподавателем, даже создавать собственные проекты, то есть возможность прописать адаптивное содержание. Сервис позволяет выстроить адаптивную последовательность на основе адаптивной оценки через присваивание различного количества баллов за правильный ответ, комментарии для обучающихся, которые будут доступны после завершения теста.

Однако сервис гугл-формы не позволяет анализировать поведение обучающихся, сколько раз они возвращались к теории, пользовались ли параллельным поиском ответа в сети и т.д. Служебной программой для подобного анализа является Яндекс Вебвизор (бесплатный инструмент Яндекс.Метрики). Действия фиксируются сервисом в виде краткого описания и видеофайла, поэтому создатели могут наблюдать за действиями обучающихся. Данный инструмент особенно эффективен для обучающих сайтов (или сайтов преподавателей), где можно проследить все действия от начала и до конца визита, что является безусловным показателем для рефлексии и последующей корректировки структуры и содержания сайта.

Следующими примерами является Час кода (code.org), всероссийский образовательный проект «Урок цифры» для уроков информатики и физики, тренажер сердечно-легочной реанимации и мозговой реанимации T28к "Максим В/Р" с учебным и 4-мя тестовыми режимами, обучающей компьютерной анимационной программой, цифровым датчиком объема и скорости вдыхаемого воздуха для уроков основ безопасности жизнедеятельности.

Таким образом, есть объективные предпосылки обращения к технологиям адаптивного обучения, позволяющим добиться максимальной эффективности обучения через систему упражнений, заданий, позволяющих тренировать именно те знания и навыки, которые соответствуют индивидуальным особенностям, способностям, чтобы получить качественный результат каждого обучающегося. При этом в образовательных организациях министерства обороны необходимо учитывать специфику организации образовательного процесса, социальные условия среды, психосоциальные особенности обучающихся. На данном этапе существуют различные платформы и сервисы, позволяющие задействовать все технологические компоненты адаптивного обучения, тем не менее, на мой взгляд, актуальным является создание единой платформы для образовательных учреждений министерства обороны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Русских Г.А. Адаптивный подход в обучении школьников // *Фундаментальные исследования*. – 2004. – № 6 – С. 37-39
2. Самофалова М.В. Адаптивное обучение как новая образовательная технология // *Гуманитарные и социальные науки* 2020. № 6. – С.341-346.
3. Stepik. Поддержка. - URL://support.stepik.org/hc/ru/articles/360000159673;
4. What is Adaptive Learning? Smart Sparrow URL: <https://www.smartsparrow.com/what-is-adaptive-learning/> (дата обращения: 29.05.2022)
5. Patsy Moskal Don Carter Dale Johnson: “7 Things You Should Know About Adaptive Learning” EDUCAUSE Learning Initiative (ELI), 4.01.2017 URL: <https://library.educause.edu/resources/2017/1/7-things-you-should-know-about-adaptive-learning>

6. Decoding Adaptive. Pearson, EdSurge. – 2016 – URL: <https://www.edsurge.com/research/reports/adaptive-learning-close-up>

7. New Frontiers of Adaptive Learning. David Raths, Campus Technology 04.24.19 URL: <https://campustechnology.com/Articles/2019/04/24/New-Frontiers-of-Adaptive-Learning.aspx?Page=2>

8. Васильева, И. А., Пашенко, Е. И., Петрова, Н. Н. Психологические факторы компьютерной тревожности / И. А. Васильева, Е. И. Пашенко, Н. Н. Петрова // Вопросы психологии – 2004. – № 5. – С. 56 – 62

9. Величковский, Б.М. Искра: новые области прикладных психологических исследований / Б. М. Величковский // Вестник Московского университета. Сер. 14, Психология. – 2007. — № 1. – С. 59.

10. Войскунский, А. Е. Киберпсихология в прошлом, настоящем и будущем / А. Е. Войскунский // Журнал практического психолога. – 2010. – № 4. – С 7-16.

11. Адаптивное обучение, или несколько слов о Knewton. Ольга Володько, Блог компании New Professions Lab, Big Data, 29.11.2014 URL: <https://habr.com/ru/company/newprolab/blog/244539/>

ИСЛЯЕВ С.И., КАЙГОРОВОДА С.И., ОТЦОВСКИЙ А.Г.

ВОЕННАЯ МЕТРОЛОГИЯ, СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ

Аннотация.

В статье рассмотрены проблемы и перспективы развития военной метрологии в Вооружённых силах Российской Федерации, так как это очень важный инструмент, который должен позволять решать задачи метрологического обеспечения, технологического обновления, повышения научно-технического потенциала Вооружённых Сил. Рассмотрено это в диалектической взаимосвязи с перспективами развития метрологии в целом и стандартизации в частности (По направлению «Совершенствование функционирования системы стандартизации оборонной продукции (работ, услуг)»). Для реализации стоящих перед стандартизацией задач постоянно ведется системная работа по ее совершенствованию.

Ключевые слова: единая метрологическая система для сферы обороны и безопасности России, военные эталоны Министерства обороны, метрологическое обеспечение высокоточного оружия, мобильные эталоны, объекты стандартизации, механизмы стандартизации, государственные военные стандарты, высокоточные эталоны.

Статья кратко освещает современное состояние и перспективы развития Метрологической службы Вооруженных сил РФ, которой 1 октября 2022 года исполнилось 48 лет.

Следует отметить масштабность деятельности Петра I в области военной метрологии. Своими указами он ввел в России обязательный надзор за состоянием мер и приборов при изготовлении оружия. Его знаменитое изречение: «...в Военном и Морском ведомствах осмотрительно наблюдать, чтоб весы и меры везде были правдивые и истинные, и никто б через оный вред не учинил» можно считать эпитафией к истории военной метрологии. В 1802 году все метрологические вопросы были переданы в ведение Министерства внутренних дел, которому пришлось заниматься даже организацией фабрики аршинов.

Начало организации современных военных метрологических структур в нашем государстве положил приказ начальника тыла Красной Армии от 26.04.1944 г. № 83 о введении в действие «Положения об инспекциях по надзору за весоизмерительными приборами в Красной Армии». В последующие годы рядом постановлений и приказов были организованы метрологический надзор за всеми средствами измерений военного назначения, их поверка и ремонт в образованных для этих целей лабораториях измерительной техники [1].

Продолжившаяся в 60-е годы прошлого века военно-техническая революция в военном деле, поступление на вооружение армии и флота новых сложных систем и комплексов боевой техники потребовали дальнейшего совершенствования метрологического обеспечения Вооруженных Сил. В этих целях 1 октября 1974 года формируется 32-й Метрологический центр Министерства обороны (ныне – 32-й ГосНИИ Минобороны РФ), положивший

начало созданию Метрологической службы Вооруженных Сил в ее современном виде. Осуществляется оснащение ее новой метрологической техникой – военными и рабочими эталонами, подвижными лабораториями измерительной техники [3].

Сегодня в Вооруженных Силах РФ эксплуатируется более 8 миллионов, подлежащих метрологическому обеспечению средств измерений. Современные образцы и комплексы вооружения имеют в своем составе тысячи измерительных приборов, мер и преобразователей различного назначения. Так, например, в составе зенитно-ракетного комплекса эксплуатируется более тысячи средств измерений. На атомном подводном ракетоносце их число достигает четырех тысяч единиц. А для измерений в глобальной спутниковой навигационной системе применяется несколько десятков тысяч средств измерений.

Без преувеличения можно сказать, что измерения буквально пронизывают всю деятельность войск, обеспечивая боеготовность, эффективность, безопасность и безаварийность эксплуатации ВВТ, здоровье и боеспособность личного состава, объективность контроля состояния окружающей среды, экономию денежных и материальных средств.

В ведении военных метрологов весьма обширный круг задач: формирование парка средств измерений военного назначения, метрологическая экспертиза и метрологическое обслуживание образцов и комплексов вооружения и военной техники, проверка и ремонт средств измерений, испытания и утверждение типа средств измерений, аттестация методик выполнения измерений, аккредитация метрологических частей и подразделений, лицензирование метрологической деятельности, исследования и поддержание характеристик военных и рабочих эталонов и другие.

Вероятность поражения, своевременность обнаружения, дальность и скрытность действий, готовность к применению и другие характеристики современного вооружения на поле боя зависят и от качества труда военных метрологов, от их профессионального уровня.

Служба состоит из органов военного управления: метрологических служб на разных уровнях организационной структуры войск и подчиненных им метрологических частей и подразделений, баз, мастерских, лабораторий и пунктов измерительной техники. Оснащены они рабочими эталонами и поверочными установками, мобильными и стационарными метрологическими комплексами, поверочным и ремонтным оборудованием и средствами измерений различного назначения.

Особая роль в решении метрологических задач отводится *военным эталонам* Министерства обороны, которые воспроизводят и передают точность измерений через рабочие эталоны метрологических частей всем средствам измерений военного назначения, эксплуатируемым в войсках, а также в других войсках, воинских формированиях и органах сферы обороны и безопасности России. Военные эталоны — это уникальные образцы военной метрологической техники высшей точности. Каждый из них принимается на вооружение отдельным приказом Министра обороны.

Имеется у военных метрологов и богатый боевой опыт. В годы Великой Отечественной они выполняли задачи в составе инспекции по надзору за

весоизмерительными приборами. Успешно действовали в составе 40-й армии в Афганистане. Обеспечивали единство измерений и ремонт техники (и не только метрологической) в зоне локальных конфликтов. Усилиями военных метрологов были восстановлены единство и точность измерений параметров ионизирующих излучений в ходе ликвидации аварии на Чернобыльской АЭС [3].

Необходимо отметить, что метрологическое обеспечение, являясь самостоятельным видом технического обеспечения, существенно влияет также на оперативное и тыловое обеспечение Вооруженных Сил.

В составе технического обеспечения работа военных метрологов гарантирует полноту, точность и достоверность измерений, проводимых при испытаниях вооружения и военной техники, в процессе их технического обслуживания и восстановления, подготовки к применению и использованию по назначению. Велика роль его и в решении задач оперативного обеспечения Вооруженных Сил. Составляющие оперативного обеспечения — топография, метеорология, навигация, экология, радиационная разведка, радиоэлектронная борьба и противодействие – основываются на измерениях физических величин. В том числе и в боевых условиях образцами военной техники, являющимися, по существу, высокоточными специальными средствами измерений, тактико-технические характеристики которых напрямую определяются качеством их метрологического обеспечения, состоянием и применением военных и рабочих эталонов, аттестацией методик выполнения измерений, метрологическими испытаниями и метрологическим обслуживанием этой техники.

При решении задач тылового обеспечения военные метрологи влияют на достоверность оценки состояния здоровья личного состава и экологической обстановки, параметров обитаемости объектов, количества и качества продуктов, веществ и материалов. Практически вся медицинская техника рентгенологических, функционально-диагностических, физиотерапевтических, кардиологических, реанимационных отделений военных госпиталей является средствами измерений военного назначения. Их точность и достоверность функционирования обеспечивается метрологическими процедурами.

В современных условиях роль метрологического обеспечения неизмеримо возрастает. Во-первых, по известным причинам в Вооруженных Силах эксплуатируются образцы вооружения с неоднократным продлением ресурса и срока службы. При этом большой объем точных измерений их параметров становится единственной гарантией возможности использования по назначению, безопасного и безаварийного применения вооружения и военной техники. Качественное метрологическое обеспечение, гарантирующее точность измерений, позволяет сохранить боеготовность и эффективность стареющих образцов вооружения, страхует личный состав и население страны от возможных аварий и катастроф из-за их внезапных отказов.

Метрологическая деятельность во все времена, а сейчас особенно, характеризуется высокой технико-экономической эффективностью, затраты на нее окупаются буквально в течение нескольких месяцев.

Концепция военного строительства России предусматривает существенное сокращение Вооруженных Сил с последующим перевооружением войск (сил) современными, наукоемкими, высокоточными образцами вооружения,

достижение параметров и характеристик которых во многом зависит от организации их метрологического обеспечения. *Предстоящее техническое перевооружение требует опережающего развития технических средств военной метрологии.*

Особого внимания военных метрологов требует в наши дни высокоточное оружие. *Его высокую эффективность подтверждает боевое применение этого оружия в специальной военной операции на Украине.* В составе высокоточного оружия и средств обеспечения его применения (разведки, обнаружения и целеуказания, топогеодезического и навигационного обеспечения, временной синхронизации, радиоэлектронной борьбы и противодействия) имеется множество высокоточных средств измерений, от метрологического обеспечения которых зависят точность и эффективность поражения целей [3].

Оценка и поддержание характеристик высокоточного оружия и обеспечивающих его средств базируются на национальных и военных эталонах единиц времени и частоты, длины, фазы, напряжения, параметров лазерного, инфракрасного излучения и других. Скажем, в космической навигационной системе используются десятки высокостабильных стандартов частоты и времени со сложной системой синхронизации их функционирования, которые метрологически обеспечиваются непосредственно от военных эталонов времени и частоты с применением мобильных эталонов-переносчиков. Современные приемники сигналов такой космической навигационной системы являются высокоточными средствами измерений, ими оснащаются образцы высокоточного оружия.

Метрологическое обеспечение высокоточного оружия потребовало от военных метрологов создания мобильных эталонов и проведения метрологических работ непосредственно на образцах и комплексах вооружения и военной измерительной техники (ВИТ). Развитие метрологического обеспечения высокоточных вооружений ближайшего будущего связано с созданием специальных военных эталонов навигационного поля, траекторных измерений, больших и малых длин, параметров заметности, работающих непосредственно в составе систем и комплексов этих вооружений и средств, обеспечивающих их применение [3].

По предложению Метрологической службы и с согласия всех заинтересованных сторон в 1997-1998 годах была создана единая метрологическая система для сферы обороны и безопасности России, основанная на военных эталонах Министерства обороны. Система создана организационным путем, без дополнительных затрат и характеризуется высокой военно-технической и экономической эффективностью. В настоящее время разработаны нормативные документы и созданы все предпосылки для включения в единую метрологическую систему сферы обороны и безопасности метрологических служб оборонно-промышленного комплекса (ОПК) России.

Масштабы и значимость решаемых задач в течение 42 лет превратили небольшую ведомственную метрологическую службу в мощную структуру, ставшую надежным помощником Государственной метрологической службы в деле обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности России. К 2022 году Метрологическая служба объединяет несколько сотен

метрологических служб частей и подразделений видов Вооруженных Сил, родов войск, главных и центральных управлений Министерства обороны, объединений и соединений. Тысячи военных метрологов составляют ее кадровый потенциал, и десятки миллионов средств измерений – технический.

Главное достижение Метрологической службы ВС РФ – современный парк военной измерительной техники, в котором надежность и стойкость средств измерений повысилась в 4 раза. Доля автоматизированных измерительных систем увеличилась в 100 раз. На порядок снизилась продолжительность поверки и ремонта средств измерений. В 5 раз возросла степень унификации и взаимозаменяемости измерительных приборов. В войсках эксплуатируются сотни подвижных лабораторий измерительной техники десяти типов для обеспечения поверкой и ремонтом на месте эксплуатации средств измерений, входящих в состав авиационной и морской, ракетной и общевойсковой техники. Создана военная система передачи размеров единиц величин от военных эталонов до каждого средства измерений военного назначения, нуждающегося в поверке в любых физико-географических и климатических условиях. 32-й Метрологический центр превратился в Государственный научно-исследовательский испытательный институт, обладающий мощными научно-техническими ресурсами. Высококвалифицированные кадры, докторский совет, испытательная и информационная база – все это позволяет решать научно-технические задачи обеспечения единства измерений в интересах всей страны [3].

Отмечая эту дату, необходимо признать, что сегодня Метрологическая служба ВС РФ является стержнем системы обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности России, постоянно развивается и совершенствуется в организационном, техническом и научном плане. В числе ближайших задач – совершенствование нормативно-правовой базы функционирования, связанное, прежде всего, с принятием Федерального Закона «О техническом регулировании» и переработкой Закона «Об обеспечении единства измерений». В существенной переработке нуждаются более 20 нормативных документов, определяющих статус и задачи службы.

Особого внимания требует совершенствование базы военных эталонов, метрологических комплексов, систем и средств измерений военного назначения в соответствии с действующей и перспективной государственными программами вооружения. Реализация положений этих программ позволит значительно обновить парк военной измерительной техники.

Дальнейшее развитие получают вопросы оперативной подготовки метрологических служб, мобилизационной готовности метрологических воинских частей и подразделений, совершенствование их инфраструктуры, организация их всестороннего обеспечения, налаживание взаимодействия, модернизация технических средств управления, решение социальных проблем.

Федеральные органы исполнительной власти, осуществляющие реализацию Плана мероприятий («дорожной карты») планируют развитие стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года (далее - план мероприятий), в том числе:

- в части стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) – в Министерстве обороны Российской Федерации;
- в части национальной системы стандартизации – в Министерстве промышленности и торговли Российской Федерации.

Цели плана мероприятий:

- совершенствование государственного регулирования в сфере стандартизации, а также методологии стандартизации;
- совершенствование инфраструктуры национальной системы стандартизации, создание национального института стандартизации;
- сокращение сроков разработки и принятия документов по стандартизации, а также расширение их видов;
- внедрение и развитие информационных технологий разработки (актуализации) документов по стандартизации и их информационного обеспечения;
- перевод отдельных видов документов национальной системы стандартизации в «машиночитаемый формат», обеспечивающий их преобразование и обработку для применения машинами (производственными системами и комплексами);
- совершенствование информационного обеспечения заинтересованных лиц документами по стандартизации на основе лучших международных практик и обеспечение доступа к документам по стандартизации.

По направлению *«Совершенствование функционирования системы стандартизации оборонной продукции (работ, услуг)»* достичь следующих результатов:

- обеспечить переход на информационное обеспечение организаций оборонно-промышленного комплекса документами по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) с использованием автоматизированной информационно-аналитической системы стандартизации; ежегодную актуализацию Фонда документов по стандартизации оборонной продукции с учетом приоритетных направлений развития стандартизации; координацию работы федеральных органов власти в деятельности по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) по реализации годового плана стандартизации военной продукции, программ стандартизации на краткосрочный, среднесрочный и долгосрочный периоды;
- обеспечение привлечения генеральных конструкторов по созданию вооружения, военной и специальной техники и руководителей приоритетных технологических направлений к оценке научно-технического уровня документов по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг);
- определить головные организации по стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) по незакрепленным группам изделий вооружения, военной и специальной техники [4].

Целевые показатели плана мероприятий:

- снижение до 7 лет среднего возраста документа по стандартизации в Федеральном информационном фонде стандартов;

- сокращение до 7 месяцев среднего срока разработки национального стандарта;
- увеличение до 57 процентов доли межгосударственных (региональных) документов по стандартизации в Федеральном информационном фонде стандартов;
- увеличение до 75 процентов доли утверждаемых в течение года стандартов, разработка которых финансируется за счет внебюджетных источников и собственных средств, предприятий малого и среднего бизнеса;
- перевод не менее 80 процентов документов Федерального информационного фонда стандартов в машиночитаемый формат (с учетом стандартов, представленных в машиночитаемом формате);
- достижение полноправного участия Российской Федерации в технических органах Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК), что потребует вхождения в группу «1» и в группу «А» указанных международных организаций по стандартизации соответственно [4].

Планируется достижение следующих результатов реализации плана мероприятий по направлениям [4].

По направлению «Совершенствование нормативного правового регулирования в сфере стандартизации и методологии стандартизации» достичь следующих результатов:

- подготовка необходимых изменений в законодательные и иные нормативные правовые акты Российской Федерации, нормативные документы, которые направлены на:
- совершенствование государственного регулирования в сфере стандартизации, в том числе применение стандартов для установления обязательных функциональных и потребительских свойств продукции (работ, услуг);
- распространение на организации – разработчиков государственных военных стандартов мер стимулирующего и компенсационного характера, которые установлены статьей 264 Налогового кодекса Российской Федерации для разработчиков международных стандартов, межгосударственных стандартов и национальных стандартов Российской Федерации;
- повышение результативности и эффективности функционирования технических комитетов (проектных технических комитетов) по стандартизации;
- актуализацию основополагающих документов по стандартизации, отраслевых стандартов (используемых для установления требований к оборонной продукции (работам, услугам) путем перевода в иные документы по стандартизации, положения которых не отвечают современным научно-технологическим вызовам и приоритетам научно-технологического развития и сдерживают вывод на рынок новых товаров и услуг;
- совершенствование методологии стандартизации.

По направлению «Совершенствование функционирования национальной системы стандартизации» достичь следующих результатов:

- сформировать эффективные механизмы реализации согласованных действий федеральных органов исполнительной власти в области национальной стандартизации;

- обеспечить опережающими темпами разработку стандартов для выпуска инновационной и высокотехнологичной продукции ежегодную актуализацию Федерального информационного фонда стандартов и проведение оценки эффективности деятельности национальных технических комитетов по стандартизации;

- обеспечить выполнение значений целевых показателей и индикаторов реализации плана мероприятий, в части сокращения среднего возраста стандарта, увеличения доли межгосударственных документов по стандартизации, входящих в состав Федерального информационного фонда стандартов, увеличения количества технических органов Международной организации по стандартизации (ИСО) и Международной электротехнической комиссии (МЭК), в которых Российская Федерация ведет секретариаты.

По направлению «Международное сотрудничество в сфере стандартизации» достичь следующих результатов:

- обеспечить проведение (ежегодно) оценки эффективности деятельности межгосударственных технических комитетов по стандартизации, которые ведет Российская Федерация;

- реализовать мероприятия, направленные на повышение роли Российской Федерации в области международной и межгосударственной стандартизации;

- провести 43-ю Генеральную ассамблею Азиатско – Тихоокеанского совета по стандартизации (P ASC);

- обеспечить выполнение пунктов значений целевых показателей и индикаторов реализации плана мероприятий.

По направлению «Совершенствование инфраструктуры стандартизации» достичь следующих результатов:

- разработать «матрицу компетенций» подведомственного Росстандарту объединенного института по стандартизации;

- внедрить возможности «цифровой среды» в деятельность по стандартизации.

По направлению «Подготовка кадров и их переподготовка» предполагается достичь следующих результатов:

- актуализировать профессиональные стандарты по востребованным специальностям в области стандартизации;

- провести профессионально – общественную аккредитацию образовательных программ в области стандартизации;

- сформировать и обеспечить реализацию единой методологии стандартизации;

- обеспечить подготовку научных кадров в области стандартизации.

По направлению «Государственно-частное партнерство, сотрудничество с бизнесом в сфере стандартизации» достичь следующих результатов:

- сократить сроки разработки (актуализации, пересмотра, отмены) документов по стандартизации в целях обеспечения ввода в обращение инновационной продукции;
- обеспечить выполнение пунктов значений целевых показателей и индикаторов реализации плана мероприятий,
- в части увеличения количества утверждаемых (ежегодно) стандартов, разработка которых финансируется за счет бизнеса и сокращения среднего срока разработки стандарта;
- внести изменения в нормативные правовые акты Российской Федерации, в части включения в состав государственных программ Российской Федерации разделов (критериев) по стандартизации.

По направлению «Популяризация стандартизации» достичь следующих результатов:

- обеспечить регулярный обзор материалов российских и зарубежных средств массовой информации о достижениях в области стандартизации, свободный доступ для руководителей организаций, специалистов в области стандартизации, студентов образовательных учреждений высшего образования к материалам о достижениях в области стандартизации и об актуальных аспектах стандартизации;
- обеспечить проведение региональных и отраслевых конференций (семинаров) по актуальным аспектам стандартизации, а также конкурсов и олимпиад для молодых специалистов и ученых по тематикам стандартизации.

По направлению «Ресурсное обеспечение работ по стандартизации» достичь следующих результатов:

- определить критерии оценки экономической эффективности стандартов для определения приоритетов в их разработке с учетом потребностей рынка в конкретной продукции (работах, услугах), а также критерии весомости отбора предложений технических комитетов и иных участников работ по стандартизации по разработке документов национальной системы стандартизации за счет средств федерального бюджета;
- обеспечить предоставление (ежегодно) юридическим лицам субсидий из федерального бюджета на компенсацию части затрат, связанных с разработкой международных, региональных стандартов (включая межгосударственные) стандарты, в разработке которых участвует Российская Федерация) и национальных документов в области стандартизации, обеспечивающих применение и исполнение требований технических регламентов, международных соглашений и нормативных правовых актов Российской Федерации.

По направлению «Мониторинг реализации плана мероприятий» – обеспечить проведение мониторинга результатов реализации плана мероприятий и подготовку (при необходимости) его изменений и дополнений к нему [4].

Таким образом, можно констатировать, что развитие военной метрологии неразрывно связано с развитием метрологической науки в целом, это подтверждается приведёнными выше перспективными планами развития

стандартизации в России на ближайшие годы на период до 2027 года, в том числе в части стандартизации оборонной продукции (работ, услуг) – в Министерстве обороны Российской Федерации.

В современных условиях роль метрологического обеспечения в Вооруженных Силах РФ неизмеримо возрастает, что связано, в том числе с установлением новых требований к оборонной продукции (работам, услугам).

Выводы:

1. Необходимо отметить, что метрологическое обеспечение, являясь самостоятельным видом технического обеспечения, существенно влияет также на оперативное и тыловое обеспечение Вооруженных Сил.

2. Измерения буквально пронизывают всю деятельность войск, обеспечивая боеготовность, эффективность, безопасность и безаварийность эксплуатации ВИТ, здоровье и боеспособность личного состава, объективность контроля состояния окружающей среды, экономию денежных и материальных средств.

3. Сегодня Метрологическая служба ВС РФ является стержнем системы обеспечения единства измерений в сфере обороны и безопасности России, постоянно развивается и совершенствуется в организационном, техническом и научном плане.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурмистров В.А. Стандарты и качество № 2 : М.: – 2020 г.
2. Веселаго Ф.Ф. Краткая история Русского флота. / Ленинград: Военно-морское издательство НКВМФ, 1939 г.
3. Московский А.С. Метрологи всегда точны : Доклад: – М.: 2016 г.
4. О Плане мероприятий («дорожная карта») развития стандартизации в Российской Федерации на период до 2027 года. Письмо Правительства РФ от 15 ноября 2019 года № ДК-П7-9914.

ИСЛЯЕВ С.И., КАЙГОРОВОДА С.И., КОЗЛОВ А.А.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ИМПЕРАТОРА ПАВЛА I ПО РЕФОРМИРОВАНИЮ РОССИЙСКОГО ФЛОТА

Аннотация.

В данной статье рассмотрена многогранная деятельность императора Павла I по совершенствованию некоторых аспектов организации, строительства, обучения и материально-технического обеспечения русского флота. Флот России, пользовавшийся в конце XVIII века заслуженной славой и состоявший из опытных и смелых моряков, вместе с тем требовал приведения в порядок всей организации и материальной части флота, исправления беспорядков и упущений, ослабляющих его силу. Российский флот во второй половине XVIII века прославился блистательными морскими победами. Однако продолжительные войны привели к истощению материальных средств. Спешная постройка, необходимость вооружения и снаряжения многочисленных флотов и продолжительные их плавания отразились не только на количественном недостатке флотских запасов и на ухудшении их качества. Поэтому император, будучи Генерал- адмиралом, т.е. высшим должностным лицом Русского флота - и искренне любя флот, не мог пройти мимо этих недостатков.

Ключевые слова: реформы флота России, Гатчинский период, устав военного флота, генерал-адмирал Павел I, император, морской кадетский корпус.

Для меня не существует ни партий, ни интересов, кроме интересов государства, а при моем характере мне тяжело видеть, что дела идут кривь и вкось и что причиною тому небрежность и личные виды. Я желаю лучше быть ненавидимым за правое дело, чем любимым за дело неправое.

Император ПАВЕЛ I

Император Павел I - трудно найти более оклеветанного монарха в русской истории. Долгое время в нем видели лишь самодура и тирана, запретившего ношение фраков и круглых шляп, модных в революционной Франции с ее массовым развратом и столь же массовым кровавым террором. Парадоксально, но негативный образ императора создавался главным образом его убийцами-аристократами, более думавшими о собственных привилегиях, нежели о служении Отечеству.

Нам же хотелось бы еще раз обратить внимание на то, что Павел I был не только дальновидным или, напротив, неудачливым государственным деятелем - Павел Петрович был, прежде всего человеком очень трагической судьбы. Еще в 1776 году он писал в частном письме: «Для меня не существует ни партий, ни интересов, кроме интересов государства, а при моем характере мне тяжело видеть, что дела идут кривь и вкось и что причиною тому небрежность и личные виды. Я желаю лучше быть ненавидимым за правое дело, чем любимым за дело неправое». Но окружавшие его люди, как правило, не хотели даже

понять причин его поведения. Что же касается посмертной репутации, то она до недавнего времени, была самой ужасной после Ивана Грозного. Конечно, легче обидеть нелогичные с нашей точки зрения поступки человека, назвав его идиотом или злодеем. Однако это вряд ли будет верно. Поэтому нам хотелось бы закончить вступление цитатой из размышлений поэта В. Ходасевича: «Когда русское общество говорит, что смерть Павла была расплатой за его притеснения, оно забывает, что он теснил тех, кто раскинулся слишком широко, тех сильных и многоправных, кто должен быть стеснен и обуздан ради бесправных и слабых. Может быть, это и была историческая ошибка его. Но какая в ней моральная высота! Он любил справедливость – мы к нему несправедливы. Он был рыцарем – убит из-за угла. Ругаем из-за угла...» [3].

Рожденный 20 сентября 1754 г. в Летнем дворце Императрицы Елизаветы Петровны Великий Князь Павел Петрович с самых ранних лет проявлял склонность ко всему военному. И вряд ли интерес Цесаревича к военным вопросам можно объяснить только «наследственным даром, перешедшим от отца к сыну», как писал, имея в виду Императора Петра I, Н. К. Шильдер. Конечно, такой фактор, как «наследственный дар», полностью игнорировать не стоит, но, думается, и преувеличивать его роль отнюдь не следует. Безусловно, гораздо более важным является то, что уже в раннем возрасте Павел получил весьма ответственные, хотя вначале и номинальные, военные назначения. Так, 4 июля 1762 г. Цесаревич был произведен в полковники Лейб-Кирасирского полка, а 20 декабря того же года Екатерина пожаловала его в генерал-адмиралы российского флота.

Назначение наследника генерал-адмиралом флота состоялось 20 декабря 1762 г. высочайшим указом правительствующему сенату. Уже 24 декабря по званию генерал-адмирала и президента Адмиралтейств-коллегии он в первый раз подписал всеподданнейший доклад коллегии, вступил в командование 1 и 2 флотскими дивизиями. Торжества по случаю назначения Павла на высшую во флоте должность состоялись в день тезоименитства его высочества, 29 июня 1763 г. Акт назначения был символическим и имел своей целью быстрое поднятие авторитета военно-морских сил в глазах русского общества. Не случайно торжества по этому поводу были столь пышными. В Зимнем дворце члены Адмиралтейств-коллегии поднесли новому генерал-адмиралу военный флаг с Андреевским крестом. Затем этот флаг был поднят на катере его высочества при переезде через Неву в Петропавловскую крепость. Следом за катером великого князя под штандартом шла императрица, члены Адмиралтейств-коллегии, флагманы и другие высокопоставленные лица. После окончания богослужения в Петропавловском соборе участники церемонии проследовали в дом обер-коменданта крепости, где императрица пожаловала Павлу кейзер-флаг, «закрывающий в себе цвета всех флагов российских». При возвращении из крепости он шел через Неву уже под кейзер-флагом. Во время следования процессии с крепости, адмиралтейства, стоявших на Неве яхт и галер производился салют.

С этого дня юный генерал-адмирал сопровождал императрицу в ее поездках в Ревель и Кронштадт; в праздничные дни принимал поздравления адмиралов. Регулярными были посещения великим князем морского кадетского корпуса. Он

посещал классы, ходил на уроки, ходатайствовал о принятии в корпус бедных дворян. Эти занятия Павел не прекратил даже в Гатчинский период своей жизни и в любую погоду мог приехать отсюда в Кронштадт. Он встречался с участниками былых морских сражений и затем записывал их рассказы у себя в кабинете. Одиннадцатилетним подростком Павел организовал на Каменном острове приют для престарелых моряков. С этих пор его генерал-адмиральское жалование стало всецело поступать на содержание инвалидов, некогда посвятивших свою жизнь службе на флоте.

Имея некоторый доступ к бумагам Адмиралтейств-коллегии, Павел не раз вносил предложения по совершенствованию военно-морского ведомства, делал замечания. Взаимоотношения Павла с реальным руководителем Адмиралтейств-коллегии, И.Г. Чернышевым являют пример исключения из этого правила. И.Г. Чернышев много и весьма откровенно беседовал с великим князем о судьбах флота, посвящал его в сложные проблемы того времени, помогал в составлении проектов. По специальному ходатайству Павла Петровича, составленному не без участия Чернышева, состоялись две экспедиции под руководством В.Я. Чичагова в Северный Ледовитый океан. Не следует ли объявить о его отставке? Наиболее серьезный проект относится к 1788 г. В разгар русско-турецкой войны его высочество представил Сенату проект исправления положения в русском флоте. Но тогда идеи его не привлекли к себе серьезного внимания государственных чиновников.

Конечно, участие маленького Павла в управлении флотом в эти годы было скорее номинальным. Реальной власти во флоте, также, как и в политических делах, он не имел. В марте 1765 г. «за отсутствием в Кронштадте и неимением времени» Павел перепоручил командование 1 и 2 флотскими дивизиями адмиралу С.И. Мордвинову. Еще через несколько лет начинается период удаления великого князя от императорского двора, его заграничное путешествие, период жизни в Гатчине [2].

В Гатчинский период жизни царевича главным его занятием стало создание собственной мини-армии. Дело это всецело поглотило томившегося праздной жизни Павла. Звание генерал-адмирала дало ему возможность начать создание армии, не привлекая к мероприятию внимания бдительной матери. В 1782 г., т.е. еще до пожалования Павлу мызы Гатчино, из флотских экипажей было взято 60 человек, из которых было составлено две команды. Летом 1783 г. команды, вместе с великокняжеской четой переезжают в Гатчину. Тогда же каждая из них была увеличена до 80 человек. Армия Павла здесь с каждым годом растет и приобретает все более четкую организацию. Сама мыза скоро превратилась в «Гатчинскую Россию», представлявшуюся царевичу единственным достойным образцом для преобразования всей империи. И конечно, в этом мини-государстве нельзя было ограничиться маленьким отрядом или даже каким-нибудь одним родом войск. Здесь была представлена пехота, кавалерия, состоявшая из жандармского, драгунского, гусарского и казачьего полков, а также флотилия с так называемой «морской артиллерией». Всего к 1796 г. – 2 399 человек. А флотилия к этому времени состояла из 24 судов.

Единственный случай участия Гатчинских войск в боевых действиях – это кампания 1788 г. в Русско-шведской войне. Участие их, как и присутствие Павла

на театре военных действий было эпизодическим. Оно было скоротечным, сопровождалось конфликтами великого князя с командующими войсками. Вскоре после «боевого крещения» Павел был вызван в Петербург, где императрица, выразив свое недовольство сыном, приказала ему отправляться в Гатчину и не показываться «без великой нужды». Что касается участия Гатчинского войска в русско-шведской войне, то было приказано «людей сего батальона так употребить, чтоб его опять со временем собрать можно было». По окончании кампании оно вместе с цесаревичем возвращается в Гатчину.

После опыта непосредственного участия в боевых действиях Павел с еще большим энтузиазмом занимается организационными мероприятиями в Гатчине, парадами, ученьями и маневрами. До наших дней сохранились описания «Маневра на Гатчинских водах» весной 1796 г (рис. 1).

Флот был разделен на три эскадры – авангард, кордебаталия, арьберггард. Кордебаталия под командованием генерал-майора С.И. Плещеева состояла из яхты «Надежная» и пяти яликов; авангард, возглавляемый полковником Г.Г. Кушелевым, - из трешхаута «Твердый» и четырех яликов; арьберггард, под командованием полковника А.А. Аракчеева – из трешхаута «Храбрый» и четырех яликов.

Весь флот собрался на малом озере и, разделившись по эскадрам, двинулся в большое через три пролива. Выйдя в большое озеро, флот продолжал движение тремя линиями мимо храма Венеры, а затем выстроился в одну линию и открыл пальбу. Достигнув зеленых мостов, флот повернул назад и выстроил линию фронта. Когда он снова подошел к храму Венеры, с главного судна, яхты «Надежная», был дан сигнал, искать удобного места для высадки десанта. Пока авангард исполнял данный приказ, остальной флот лежал на дрейфе и производил огонь по берегу. Когда же место было выбрано, все суда приблизились к берегу. Флагманские суда продолжали огонь, а малые стали свозить десант. Далее действие разворачивалось уже на суше. Заканчивалось оно отступлением полковника Кушелева, его отходом к берегу, посадкой на суда и перестрелкой отступающего флота с оставшимися в береговом укреплении.

После смерти Екатерины Великой Павел Петрович переезжает в Петербург вместе с Гатчинской армией, и все служившие в ней были переведены в гвардию. С этого момента Павлу предстояло иметь дело с настоящим имперским флотом [2].

Российский флот во второй половине XVIII века прославился блистательными морскими победами. Однако продолжительные войны привели к истощению материальных средств. Спешная постройка, необходимость вооружения и снаряжения многочисленных флотов и продолжительные их плавания отразились не только на количественном недостатке флотских запасов и на ухудшении их качества, но, по замечанию известного исследователя истории русского флота Ф. Веселаго, даже повлияли на исполнение самих работ. Поэтому флот России, пользовавшийся в конце XVIII века заслуженной славой и состоявший из опытных и смелых моряков, вместе с тем требовал приведения в порядок всей организации и материальной части флота, исправления беспорядков и упущений, ослабляющих его силу.

Флот меньше других родов вооруженных сил страдал от повышения требований к дисциплине и мелочной регламентации. Даже в Кронштадт, ближайший к столице крупный военный порт, в годы своего правления Павел I и люди из его непосредственного окружения заглядывали редко. Вступивший в 1796 г. на престол император Павел I, в 8 лет от роду назначенный генерал-адмиралом, был с детских лет привязан к флоту.

Павел I, став императором, не слагает с себя чин генерал-адмирала. Особым указом он объявляет о том, что желает сохранить за собой высший флотский чин и принимается за устройство морского ведомства с не меньшей энергией, чем за преобразования в других сферах. Он также выразил желание, «чтобы колыбель флота, Морской кадетский корпус был близко к генерал-адмиралу». 8 декабря корпусу было пожаловано новое здание в Петербурге и начались мероприятия по переезду учебного заведения из Кронштадта в столицу. Уже 11 декабря император посетил корпус в новом здании. Кроме того, он сам посещавший занятия в Морском корпусе пришел к выводу, что необходимо расширить перечень флотских специальностей, по которым необходима подготовка. Поэтому 20 августа 1798 г. было образовано Училище корабельной архитектуры (предшественник нынешнего ВМПИ).

Кампания 1797 г. началась для Балтийского флота выходом в море под командованием самого генерал-адмирала (впервые с Петровских времён), поднявшего штандарт на фрегате «Эммануил». Перед выходом 6 июля в море государь разделил флот на 3 дивизии: синего флага — авангард, белого флага — кордебаталия и красного флага — арьергард (это деление было установлено им еще в 1796 г. и просуществовало довольно долго).

Павел I объявил о своем желании командовать флотом в походе из Кронштадта в Ревель на следующий день после восшествия на престол. В декабре 1796 г. специально для предстоящего плавания он приказал строить 40-пушечную яхту «Эммануил». Когда яхта была готова, она была переименована во фрегат. К июлю месяцу на Кронштадтском рейде находилось 68 судов, готовых к выходу в море. Отпраздновав свое тезоименитство, 1 июля император со своей семьей и свитой прибыл в Петергоф. Утром 6 июля он отправился к флоту. Но западный ветер препятствовал снятию судов с якоря. На Кронштадтском рейде вместе с Павлом I также томились праздным ожиданием императрица, великие князья и многочисленная свита. Наконец, 8 июля ветер переменялся, и флот тронулся в путь, 10 июля после двухдневного пребывания в море «Эммануил» с флотом вернулся в порт, 11 июля Павел посетил учреждения флотской администрации в Кронштадте и на следующий день отбыл в Петергоф. Впоследствии Павел больше не предпринимал попыток непосредственного участия в морских походах и ограничил свою деятельность организационными мероприятиями.

Далее остановимся подробнее на управленческой и законодательной деятельности императора. Подготовкой большинства законопроектов по морскому ведомству при Павле I занимался Г.Г. Кушелев; некоторые были составлены С.И. Плещеевым и А.С. Шишковым.

Устав военного флота, вступивший в силу с 1797 г., был подготовлен при непосредственном участии самого Павла I еще в Гатчинский период его жизни.

Став императором, Павел реализовал свое намерение введения нового морского устава. Морской устав Петра I, действовавший с 1720 г., к концу века уже устарел. Что было предложено вместо него? За основу устава 1797 г. был взят английский морской устав 1734 г. В некоторых местах он представлял собой дословный перевод. Основными отличиями от петровского устава было: во-первых, более четкая регламентация службы и быта на корабле; во-вторых, «не репрессивный» его характер, то есть, если в петровском уставе почти в каждой статье за определенным требованием следует мера наказания за нарушение этой нормы, то в павловском уставе наказания упоминаются крайне редко. Также уставом вводились новые должности во флоте – историограф, профессор астрономии и навигации, рисовальный мастер [3].

Отдельным указом был восстановлен институт обер-сарваеров, контролировавших затраты на нужды кораблестроения. В постсоветской России на волне общей моды восхищения имперским периодом появилось несколько статей, в которых Устав военного флота 1797 г. рассматривается как передовое для своего времени явление. Те же самые черты, которые признавались прежде пороками (детальная регламентация, отсутствие санкций за нарушение норм и т.д.), теперь получают позитивную оценку военных историков. Отношение к одним и тем же фактам может быть разное. Таким образом, с учетом специфики законодательства, можно сказать, что Устав военного флота 1797 г. не заменял петровский, а дополнял его. Не было издано никакого указа, утверждавшего обратное. Ссылки на петровский устав в судебных делах не прекращаются и после 1797 г. Также не прекращаются ссылки на устав Павла I после его смерти или после 1804 г., когда был в очередной раз переиздан устав 1720 г. и, как обычно говорят, действие петровского устава было восстановлено.

Важным направлением политики Павла I по отношению к флоту было утверждение принципа единоначалия. По Уставу военного флота данный принцип утверждался на уровне «рядовой – офицер»: канонир подчиняется только своему офицеру морской артиллерии, солдат – офицеру флотских батальонов, матрос – морскому офицеру. Все перечисленные офицеры находились в подчинении командира корабля. Двойное подчинение одного рядового нескольким начальникам одинакового ранга исключалось. На более высоком уровне принцип единоначалия реализовался в указе о возвращении Черноморского флота в подчинение Адмиралтейств-коллегии. При Екатерине II управление им осуществлялось новороссийским губернатором.

Не менее важным документом по сравнению с уставом были новые штаты, утвержденные 1 января 1798 г. Документ был разработан специальным комитетом под председательством наследника престола великого князя Александра Павловича. Задача комитета была сформулирована следующим образом: «составить точное исчисление потребных сумм на содержание флотов, равно Адмиралтейств-коллегии и подчиненных ей мест». Менее чем за год задача была выполнена. Были найдены возможности без сокращения военноморских сил сократить расходы на их содержание с 15 млн. руб. в год до 6 млн. 700 тыс. руб. в год, т.е. более чем на половину. Из состава боевых судов были выведены галеры. Фактически русский галерный флот был уничтожен еще в годы войны со Швецией 1788-1791 г. Теперь в законодательном порядке было

признано, что галерный флот устарел, и необходимости в нем нет. Сохранившиеся еще к тому времени немногочисленные галеры были переоборудованы в десантные суда. Вместо них теперь должны были действовать более легкие и маневренные канонерские лодки, и иолы.

Но одно дело – издавать новые законы, другое – заставить исполнять эти законы, переменить старые привычки на новые, настоять на исполнении предписаний закона на местах. Знаменитый историк русского флота Ф.Ф. Веселаго писал: «главный сотрудник Екатерины II, по части морской деятельности, граф И.Г. Чернышев был человек усердный, умный, сердечно относящийся к делу начальник, но, вместе с тем, и уклончивый придворный, не обладавший особенным гражданским мужеством, и избегающий огорчать государыню неприглядными картинами печального положения портовых и адмиралтейских магазинов или перечнем непорядков морской администрации. Подчиненные Чернышеву начальники отдельных частей, в большинстве своем действовали по той же системе, и с своей стороны по возможности прикрывали таившееся зло»; добавим к тому, что последние не просто молчали о существующих недостатках, но и активно использовали их в собственных интересах. В условиях глубоко укоренившегося произвола на местах ужесточение правительственного курса, направленного против различных злоупотреблений, становилось исторической необходимостью. Толчком к переходу от попустительства к целенаправленной политике «наведения порядка» в морском ведомстве стала смена императоров на российском престоле. С Павлом I приходят новые люди с «Гатчинскими» представлениями о позитивном и негативном. Им предстояла реализация идей нового императора, борьба за неукоснительное выполнение предписаний.

В конце XVIII в. начинается усиленная борьба за ограничение свободы передвижений и отпусков офицеров, неупотребление труда подчиненных в личных целях, ношение мундира, строгую отчетность по расходованию казенных сумм и материалов. Все эти правительственные начинания наталкиваются на сопротивление моряков [1].

До Павловского царствования все они пользовались относительно широкой свободой передвижения. Отлучка из Кронштадта в Санкт-Петербург была делом вполне обычным, не требовавшим специального разрешения вышестоящих чинов. Хотя, конечно, устав 1720 г. строго запрещал подобное поведение. Запоздалая явка из отпуска была также распространенным явлением и, вопреки букве устава, не влекла за собой серьезных последствий. В декабре 1796 г. император издал указ «чтобы флагманы и капитаны равно, и офицеры от своих команд не отлучались и не ездили из Кронштадта в Петербург, а из Петербурга в Кронштадт, равно и в другие порты, не испросив дозволения». Далее последовала серия указов об отставке не явившихся в срок к своим командам офицеров, завершившаяся распоряжением «всех из увольняемых в отпуск штаб и обер-офицеров... кто учинит просрочку, сажать под арест и содержать столько времени, сколько кто просрочит, выключая при том жалованье не токмо за время отпуска, но и за просрочку и нахождение под арестом», 1797 г. отмечен появлением двух, редких в прежнее время, документов за высочайшим подписанием – отпусков (в том числе позволений отлучиться на несколько дней

из Кронштадта в Петербург) и приговоров о наказаниях, не явившихся вовремя из отпусков офицеров. Со смертью Павла I, они не исчезают, что свидетельствует о продолжении курса. На ужесточение дисциплины офицеры дают своеобразный ответ. Общей практикой становится продление отпусков через официальные прошения, в которых служащие чаще всего мотивировали необходимость увеличения срока «приключившейся болезнью». Вследствие этого явления сокращались возможности предоставления отпусков их сослуживцам, дожидавшимся своей очереди. Некоторое время проводились в жизнь положения павловского указа об аресте просрочивших явку; но после царевубийства о нем предпочитают «забыть» до 1810 г., когда Александр Павлович напомнил о действии закона и не подтвердил его новыми указами.

В целом же, если сравнивать количество военно-судебных дел и взысканий по распоряжению монарха, связанных с дисциплинарными нарушениями за три царствования – Екатерины II, Павла I и Александра I, то динамика выстраивается следующим образом. Ноябрь 1796 г. – резкий скачок из безмятежного «золотого века» русского дворянства к строго дисциплинированной армии и флоту. В 1801 г. обратного процесса не наблюдается. Напротив, в первые годы правления Александра, количество случаев привлечения моряков к ответственности за дисциплинарные нарушения существенно увеличивается и перекрывает аналогичные показатели павловского царствования.

В качестве второй «арены борьбы офицеров за свои права» следует назвать использование труда подчиненных в личных целях. Правительство Екатерины II, было осведомлено, «что у разных того [морского] департамента вышних и нижних чинов бывает не малое число матросов и солдат морских в услугах и по домам городским и загородным», но считало необходимым бороться с этим явлением посредством особых указов только в военных условиях. В остальное же время подобная практика процветала, не становясь источником неприятностей для кого бы то ни было, но и не без ущерба казенных интересов. С приходом к власти императора Павла I снисходительное отношение к использованию офицерами труда подчиненных в личных целях исчезает. За период с ноября 1796 по 1801 г. было издано не менее пяти указов, запрещавших злоупотребления данного типа. Многие офицеры и даже флагманы получили высочайший выговор за нарушение этого требования. Причем каждый раз очередные правительственные мероприятия по борьбе с этим явлением наталкивались на сопротивление офицерского корпуса как единой корпорации. Многочисленные выговоры Павла I не возымели должного действия. Менее настойчивый в своих требованиях преемник Павла I на русском престоле вынужден был пойти на уступки, преследования прекращались, на самом деле не начавшись, все оставалось, в целом, по-прежнему, в том виде, в каком было характерно для екатерининских времен. Привычная для тех времен ситуация характеризуется как нельзя более ярко жалобой некоего лейтенанта Федора Ивановича, героя воспоминаний В.И. Даля: «доведется пробыть лето на берегу – пяти человек нельзя выслать на покос, людей нет, все у командира на ординарцах» [2].

Третьим «камнем преткновения» во взаимоотношениях офицеров армии и флота с правительственными кругами было обращение первых с рекрутскими

партиями. Известны примеры судебных дел, начатых по причине «дурного привода рекрут». Выяснялось, что многие новобранцы бежали, умерли в дороге, или оставлены по болезни в деревнях. За этими потерями нередко скрывался отпуск «новобранцев» домой (за выкуп) или продажа их как крепостных. В более ранний период широко распространенная практика получения подобных побочных заработков не имела негативных последствий для офицеров. Начало борьбы против нее связано с отданным при пароле указом 12 января 1798 г.: «за всякаго же бежавшего рекрута взыскивать с офицера двухнедельное жалованье если же окажется также умерших рекрут со ста более одного, то и за таковых излишних взыскивать с офицеров двухнедельное жалованье». Павел I, как известно, равнодушный к блеску военных парадов, настаивал на четком соблюдении предписаний, касавшихся формы служащих в армии и флоте. В любом учебном пособии современном ли или уже устаревшем вы можете прочесть примерно такую фразу: «Форма одежды офицеров, знаки различия всегда считались выражением чести и достоинства». Уместно к этому добавить – «на официальном уровне». В военно-исторической литературе давно стало штампом выражение «честь мундира», подразумевающее, что всякий военнослужащий всегда с гордостью носит форменную одежду, которая является символом армейского благородства, дисциплинированности, сплоченности воинов, их мужества и доблести в бою. Подобные представления появились в эпоху петровских реформ и особенно укрепились на рубеже XVIII-XIX вв. Снова подчеркнем, что произошло это на официальном уровне. Ф.И. Дмитриев-Мамонов, давая наставления молодым военным дворянского происхождения, осуждает привычку современных ему офицеров ходить в штатском. Ряд проведенных при Павле I мероприятий был направлен на искоренение экономических преступлений в морском ведомстве. В основном они касались охраны корабельных лесов и установления контроля над кораблестроением. До вступления на престол Павла Петровича считалось, что корабельные леса должны служить источником государственных доходов и не должны предназначаться исключительно для нужд кораблестроения. Данная идея на практике привела к повсеместному истреблению лесов. В расхищении корабельных рощ иногда принимали участие и высокопоставленные лица. Так, Маяцкая засека, славившаяся при Петре I своими превосходными дубами, была отдана Г.А. Потемкиным генерал-аншефу П.Б. Пассеку, как «дикое порожнее место». Основатель Одессы О.М. де Рибас доносил Павлу: «состояние лесов превосходит всякое воображение: повсеместное оных опустошение распространилось до того, что дубовые леса сделались редки и те в отдаленности». Хранение лесов в портах также оставляло желать лучшего. Даже в Петербурге оказалось много дубовых лесов, сгнивших от неправильного хранения. Павел I вменил в обязанности Адмиралтейств-коллегии не только надзор за корабельными лесами, но и их разведение. Он запретил использование их на иные нужды, кроме кораблестроения. Продажа корабельных лесов за границу теперь осуществлялась только по высочайшему повелению.

При Морском кадетском корпусе был учрежден форшмейстерский класс для подготовки специалистов в области охраны и разведения лесов. Заготовленные леса было приказано немедленно рассортировать и сложить в сараи.

В портах тогда гнили не только леса, но и корабли. Сам порядок содержания судов не способствовал их сохранению в хорошем состоянии. Введенный на зимовку в гавань корабль отчуждался от командования своего капитана и поступал в распоряжение портового начальства. Корабль стоял всю зиму непокрытым, неразгруженным, с артиллерией и находившимися в трюме запасами. Теперь Павел Петрович приказал суда разгружать, снимать мачты, покрывать суда крышами, проветривать палубы и трюмы. Командир корабля обязывался отныне наблюдать за работами по постройке, тимберовке и мелкому ремонту.

В царствование Павла I в Балтийском и Черноморском флоте было спущено на воду 17 новых линейных кораблей, 8 фрегатов, начата постройка еще 9 крупных судов (рис.2). В Петербурге в конце Галерной улицы была выстроена новая верфь, получившая название Нового Адмиралтейства [1].

Устаревшие деревянные постройки в портах постепенно заменялись каменными. Возводились специальные здания для матросских казарм. Несмотря на перечисленные достижения, нельзя сказать, что результаты деятельности Павла I в морском ведомстве были существенно выше, чем результаты мероприятий, проводившихся в предыдущее царствование.

На складах в портах конца XVIII в. практически открыто происходили крупные злоупотребления. Материалы и провиант записывались в расход в избыточном количестве, и большая часть их тайно вывозилась на продажу, в отчетной документации закупочные цены значительно завышались. Для прекращения злоупотреблений, Павел I постановил, что все поставляемые подрядчиками продукты и материалы надлежит принимать по освидетельствованию специальными комиссиями. Эти же комиссии должны были каждые четыре месяца проверять наличие запасов.

Если говорить о борьбе с казнокрадством посредством привлечения к ответственности конкретных лиц, уличенных в «похищении казенного интереса», то здесь нет возможности говорить о резком увеличении военно-судебных дел по подобным обвинениям. Количество возбуждения таких дел в морском ведомстве не менялось вместе со сменой монарха на российском престоле ни в 1796 г., ни в 1801 г. Подводя итоги борьбы Павла I против экономических преступлений, нам бы не хотелось вслед за некоторыми современными авторами делать вывод об эффективности предпринятых им мер. Ревизии, проведенные в начале следующего царствования, выявили ряд крупных злоупотреблений, но и они не смогли что-либо противопоставить укоренившейся привычке присвоения казенных денег и материалов.

Итак, рассматривая деятельность императора Павла I во главе морского ведомства, нельзя выделять период его правления как резкий контраст по сравнению с предыдущим или предшествующим царствованием. Историческое развитие редко бывает подвержено резким радикальным переменам в связи с событием одного дня, даже если это событие – смена правителя и внешние изменения в столицах кажутся просто разительными. Скорее задачей историка является наблюдение за медленным и сложным процессом эволюции власти и общества.

С первых же дней своего царствования император оказал самое милостивое внимание морскому кадетскому корпусу, выразив желание, чтобы «колыбель флота», как он назвал его, «была близка к генерал-адмиралу». Немедленно же переведенный в Петербург из Кронштадта, куда он перебрался после пожара 1771 г., корпус явился для государя одним из немногих мест, куда он часто, иногда по несколько раз в день, приезжал отдыхать, беседуя с юными моряками. Император всегда тщательно следил за ходом преподавания и порядками значительно подтянувшегося, по понятной причине, корпуса.

Для улучшения научных сведений штурманов вместо штурманских рот, находившихся при портах, основаны штурманские училища в Кронштадте и Николаеве, причем ученики получили несравненно лучшую материальную базу, научные пособия и лучших учителей. Для образования сведущих кораблестроителей при адмиралтействах, Петербургском и Николаевском, образованы училища корабельной архитектуры. Положение и штаты этих училищ утверждены в 1798 г., а Морской корпус, основанный при Екатерине II в Николаеве, и Корпус чужестранных единоверцев в Петербурге были упразднены [1].

В январе 1797 г. во всех портах учреждены особые классы, в которых ежедневно должны были собираться свободные от службы морские офицеры, капитаны и даже флагманы. В этих классах читали «нужные для офицера науки: тактику, эволюцию, навигацию, морскую практику, корабельную архитектуру» и также новый морской устав. Из Петербурга в эти классы стали поступать последние новости военно-морской хроники и известия о различных технических нововведениях. Павлом I был учрежден Особый комитет при Адмиралтейств-коллегиях. Образованием этого Комитета — родоначальника, существовавшего впоследствии «Морского ученого комитета» и заменившего его «Военного морского отдела» Главного морского штаба — до известной степени осуществлялся проект Ломоносова о Морской академии. Вновь учрежденному Комитету ставилось в обязанности «прилагать всякое попечение об издании полезных сочинений, назначать разные пьесы (статьи) для перевода с иностранных языков, также задавать к решению вопросы касательно кораблестроения, нагрузки артиллерийской должности, разведения и хранения лесов и о прочем».

Для практического усовершенствования в морском деле было отправлено в Англию 12 лучших флотских офицеров и для изучения кораблестроения — несколько корабельных учеников.

Особое внимание Павел I уделял дисциплине. Во время его правления, если замечалось малейшее нарушение или медленность исполнения, заставляющие подозревать холодность к делу, прибегали к строгим взысканиям без различия чинов и званий. Так, например, заслуженный знаменитый боевой адмирал Ф. Ф. Ушаков получил лично от Павла I строгий выговор «за неимение во время тумана порядочных сигналов и предписанных уставом предосторожностей». Начальник Черноморского флота, известный адмирал Н. С. Мордвинов, за случившийся на Глубокой пристани взрыв бомбового погреба был снят с должности. Все неисправности, замеченные Павлом I при посещении морского госпиталя в Кронштадте, повелено было немедленно устранить и все привести в

порядок «на счет членов Адмиралтейств-коллегий», в обязанности которых входил надзор за госпиталями. За содержание нижних чинов на работе в своих собственных домах и мызах 6 флагманов и 18 капитанов получили строгий выговор [2].

За столкновение судов командиры отдавались под военный суд и до получения приговора назначались к исполнению должности подвахтенных офицеров на тех судах, на которых служили, и т. п. С особенной строгостью следили за сохранением дисциплины, установленных служебных порядков и особенно формы одежды, к чему ранее относились весьма снисходительно, особенно к последнему. Тогда обычно на судах во время плавания офицеры носили что у кого было и что казалось удобнее. Но при Павле I подобная вольность на шканцах был уже преступлением.

Павловское царствование доступные сегодня массовому читателю книги российских историков оценивают по-разному. К примеру, Н.М. Карамзин в написанной по горячим следам «Записке о древней и новой России» (1811 г.) сказал: «Заговоры да устрашают государей для спокойствия народов!» По его мнению, из деспотизма невозможно извлечь никаких полезных уроков, его можно только свергнуть или достойно переносить. К концу XIX века такая точка зрения уже казалась примитивной.

В.О. Ключевский писал, что «царствование Павла было временем, когда была заявлена новая программа деятельности». «Хотя, – тут же оговорился он, – пункты этой программы не только не были осуществлены, но и постепенно даже исчезли из нее. Гораздо серьезней и последовательней начала осуществляться эта программа преемниками Павла I».

Н.К. Шильдер, первый историк царствования Павла, также согласился, что антиекатерининская государственно-политическая направленность «продолжала существовать» всю первую половину XIX века, и «преемственность Павловских преданий во многом уцелела».

Лишь изданный мизерным тиражом в годы Первой мировой войны труд М.В. Ключкова – единственный, где скрупулезно исследована законодательная политика Павла I, – возражает на эти упреки тем, что именно при Павле I началась военная реформа, подготовившая армию к войне 1812 года, были предприняты первые шаги в ограничении крепостного права, а также заложены основы законодательного корпуса Российской империи. В 1916 году в около церковных кругах даже началось движение по канонизации невинно убиенного императора. По крайней мере, его могила в Петропавловском соборе Санкт-Петербурга считалась среди простого народа чудотворной и была постоянно усыпана свежими цветами. В соборе даже существовала специальная книга, куда записывались чудеса, произошедшие по молитвам у этой могилы.

Леволлиберальные, а следом за ними и советские историки были склонны преуменьшать значение Павловского царствования в истории России. Они, безусловно, не испытывали никакого пиетета к Екатерине II, однако рассматривали Павла I лишь как частный случай особо жестокого проявления абсолютизма (в чем заключалась «особая жестокость», обычно умалчивалось), в корне не отличавшегося ни от предшественников, ни от наследников. Только в середине 1980 годов Н.Я. Эйдельман попытался понять социальный смысл

Павловской консервативно-реформаторской утопии. Этому автору принадлежит и заслуга реабилитации имени Павла I в глазах интеллигенции. Вышедшие за последние 10–15 лет книги в основном суммируют все высказанные точки зрения, не делая особенно глубоких и новых выводов. Видимо, окончательное суждение о том, кем же именно был император Павел Петрович, а также насколько реальна была его политическая программа и какое место она занимает в последующей российской истории, еще предстоит вынести. Предстоит вынести такое суждение и Русской Православной Церкви, вновь поставленной перед вопросом о возможности прославления Павла I как мученика за веру [4].

Беспокойный характер Павла I, его горячность и неуравновешенность, которые иногда так тяжело отзывались на командном составе армии, сравнительно меньше проявлялись в тех случаях, когда дело касалось флота. При нем русский флот значительно окреп.

Выводы:

1. Важным направлением политики Павла I по отношению к флоту было утверждение принципа единоначалия.

2. Особое внимание Павел I уделял укреплению дисциплины.

3. С первых же дней своего царствования император оказал самое милостивое внимание Морскому корпусу.

4. Для образования сведущих кораблестроителей при адмиралтействах, Петербургском и Николаевском, образованы училища корабельной архитектуры.

5. В царствование Павла I на Балтийском и Черноморском флоте было спущено на воду 17 новых линейных кораблей, 8 фрегатов, начата постройка еще 9 крупных судов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Веселаго Ф.Ф. Краткая история Русского флота. / Ленинград: Военно-морское издательство НКВМФ, 1939 г.

2. Ермаков А.А. Невольник чести. Император Павел I и его роль в русской истории. / статья. СПб: [сайт] 2007- URL: <http://www.pravoslavie.ru> ; (дата обращения: 20.03.2022).

3. Саблуков Н.А. Записки Саблукова Н.А. о временах императора Павла I и о кончине этого государя. / СПб: изд-во ЛитМир, электронная библиотека, 2017 г.

4. Эйдельман Н.Я. Грань веков. Обреченный монарх Павел I. / СПб.: изд-во Пальмира, 2016 г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЗИСТИВНО-ЕМКОСТНОГО УСИЛИТЕЛЯ В MICROCAP-9

Аннотация.

В статье рассмотрен вопрос применения универсального пакета программ схемотехнического моделирования в среде MicroCAP-9. Применение этого программного пакета повышает уровень визуализации процессов функционирования изучаемых компонентов и, как следствие, дидактическую эффективность презентационного материала.

Ключевые слова: программная среда, программный пакет, интерфейс, цифровые электронные устройства, амплитудно-частотная характеристика (АЧХ), резистивно-емкостной усилитель (РЕУ), движок компонента, MicroCAP-9.

Считается, что зрение обеспечивает человеку около 90 % информации. Поэтому, несмотря на все более активное использование мультимедиа-средств, предполагающих комбинирование информационного воздействия на различные органы чувств человека (слух, осязание, и даже обоняние), а, следовательно, и на способы предъявления информации, ведущим видом восприятия информации при работе с компьютерными средствами обучения является зрительное. Этот факт предполагает наличие как традиционно наглядных, так и новых средств, и приемов, позволяющих активизировать в процессе обучения работу зрения [3].

MicroCAP-9 - это универсальный пакет программ схемотехнического моделирования, предназначенный для решения широкого круга задач. Характерной особенностью этого пакета является наличие удобного и дружелюбного графического интерфейса, что делает его особенно привлекательным для непрофессиональной аудитории обучаемых. С его помощью можно синтезировать и анализировать как аналоговые, так и цифровые электронные устройства.

Работа в среде *MicroCAP* начинается с создания схемы анализируемого устройства в окне редактора схем (*Drawing area*), либо с загрузки имеющегося чертежа схемы из файла. Методика синтеза электронных схем приведена в [1,2].

Допустим, мы планируем исследовать электрическую принципиальную схему резистивно-емкостного усилителя (РЕУ).

Собираем представленную на рис.1 схему.

Устанавливаем параметры генератора синусоидальных сигналов (рис. 2): амплитуда – 5 мВ; частота – 5000 Гц.

Запускаем анализ: меню «Анализ» - «Частотный анализ» - задаем график амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) усилителя:

- выражение по оси X – частота: указываем F ;
- выражение по оси Y – коэффициент усиления РЕУ: указываем отношение входного напряжения (от генератора) к выходному напряжению РЕУ (в точке 6 на схеме 1), т. е., $V(6) / V(8)$.

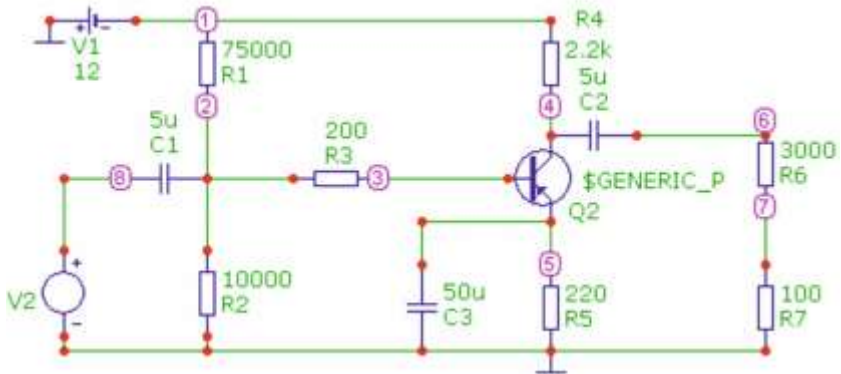


Рис. 1 – РЕУ без ООС

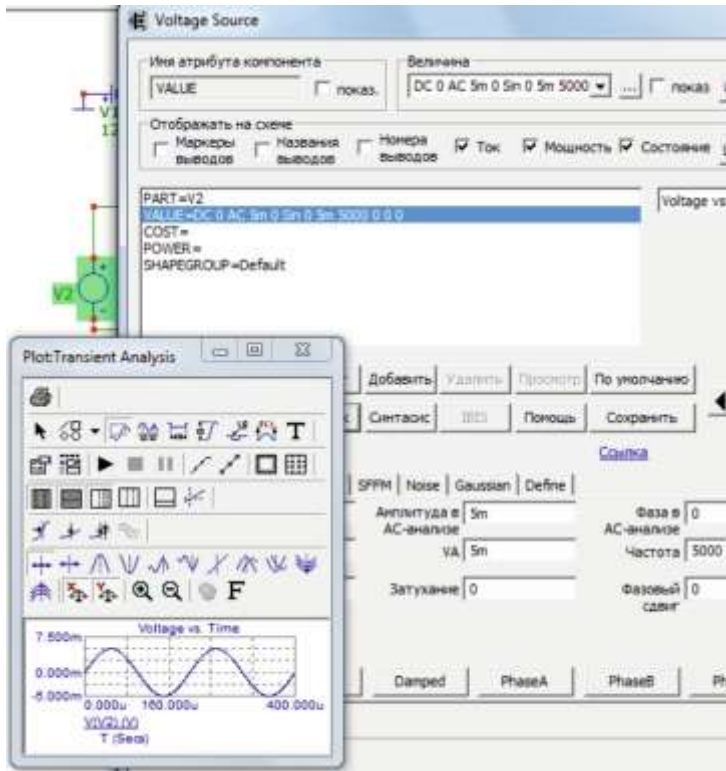


Рис. 2 – Окна установки параметров генератора сигналов

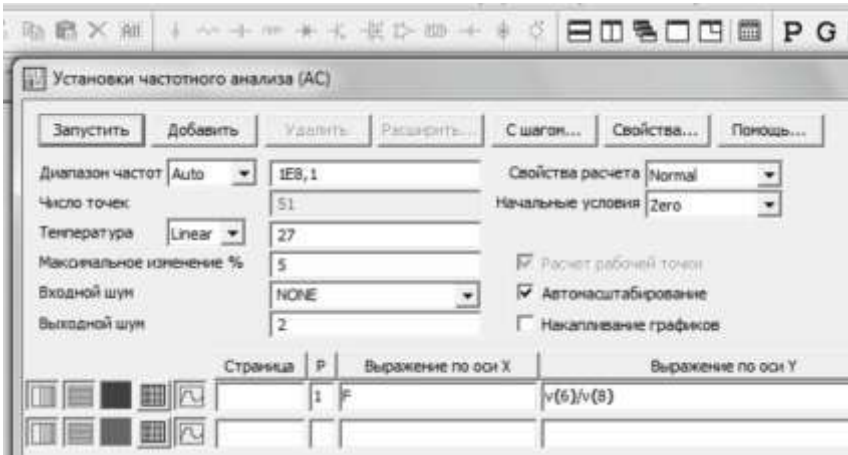


Рис. 3 – РЕУ установки

Запускаем частотный анализ и получаем амплитудно-частотную характеристику РЕУ без ООС, представленную на рис. 4.

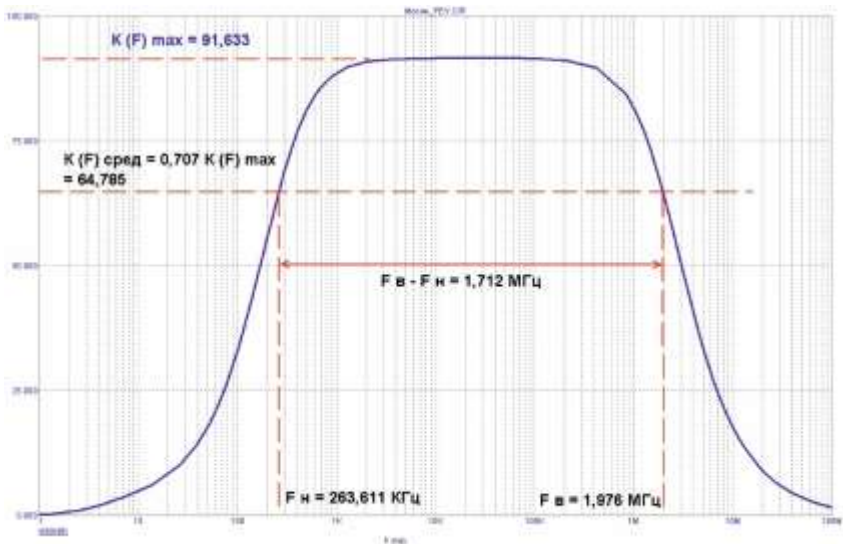


Рис. 4 – РЕУ АЧХ без ООС

Определяем максимальный коэффициент усиления РЕУ - $K(F)_{\max}$.

Определяем средний коэффициент усиления РЕУ:

$K(F)_{\text{сред}} = 0,707 K(F)_{\max}$ и отмечаем его пунктирной линией на графике АЧХ.

Точки пересечения пунктирной линии с графиком АЧХ позволяют определить границы полосы пропускания усилителя – нижнюю частоту F_H и верхнюю частоту F_B .

Ширина полосы пропускания усилителя $\Delta = F_B - F_H$.

Иследуем электрическую принципиальную схему резистивно-емкостного усилителя с отрицательной обратной связью (ООС).

Изменим схему усилителя – введем отрицательную обратную связь, удалив конденсатор С3.

Запускаем частотный анализ и получаем амплитудно-частотную характеристику РЕУ с ООС, представленную на рис. 6.

Определяем максимальный коэффициент усиления РЕУ с ООС - $K(F)_{\max}$.

Определяем средний коэффициент усиления РЕУ:

$K(F)_{\text{сред}} = 0,707 K(F)_{\max}$ и отмечаем его пунктирной линией на графике АЧХ.

Точки пересечения пунктирной линии с графиком АЧХ позволяют определить границы полосы пропускания усилителя – нижнюю частоту F_H и верхнюю частоту F_B .

Ширина полосы пропускания усилителя $\Delta = F_B - F_H$.

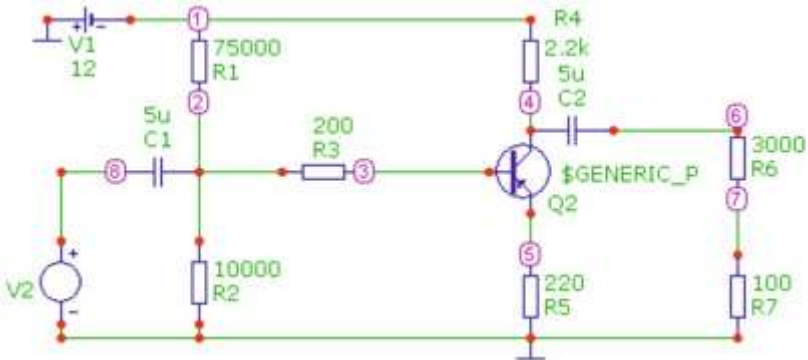


Рис. 5 – РЕУ с ООС

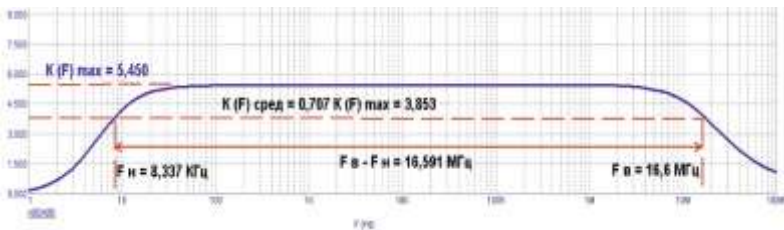


Рис. 6 – РЕУ АЧХ с ООС

Мы видим, что коэффициент усиления значительно уменьшился, но, одновременно, полоса пропускания увеличилась. РЕУ с ООС, таким образом,

хуже усиливает входной сигнал, но меньше его искажает, т. к. усиливает (пропускает через свою схему с усилением) более широкий спектр частот [2].

Исследуем электрическую принципиальную схему резистивно-емкостного усилителя.

Для исследования роли компонентов в работе схемы усилителя вернемся к РЕУ без ООС (рис. 1).

Зададим, для примера, изменение параметров компонентов $C3$ и $R5$. Для этого установим движки указанных компонентов: меню «Анализ» - «Частотный анализ» - «Движки компонентов» - «Добавить движки компонентов», как указано на рис. 7.

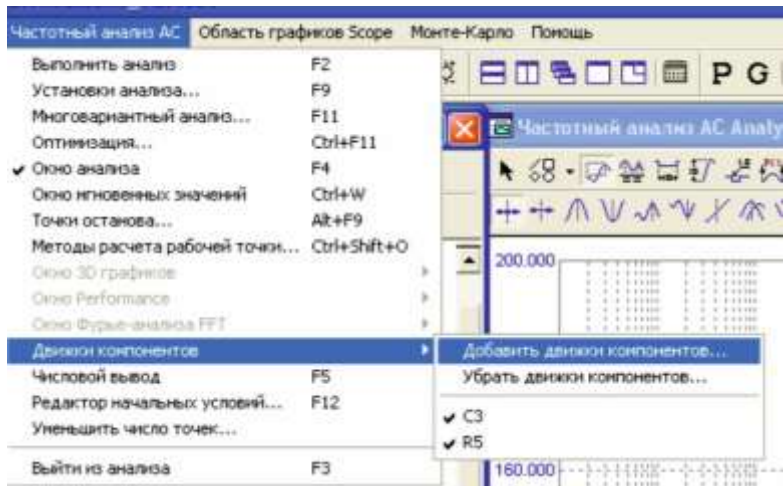


Рис. 7 – Добавление движков компонентов

Откроется окно «Движок компонента», как показано на рис. 8, в котором мы выберем компонент, параметры которого планируем менять.

На рисунке 9 показан пример установки движков для конденсатора $C3$ и резистора $R5$ (правый верхний угол рисунка). При перемещении движков в крайнее нижнее положение, например, параметры конденсатора $C3$ и резистора $R5$ будут минимальными из диапазона возможных значений, установленного в окне «Движок компонента».

АЧХ РЕУ без ООС изменится, как показано на рис. 9. Можно анализировать АЧХ РЕУ при изменениях параметров $C3$ и $R5$. При необходимости вы можете вводить движки для других компонентов по своему выбору.

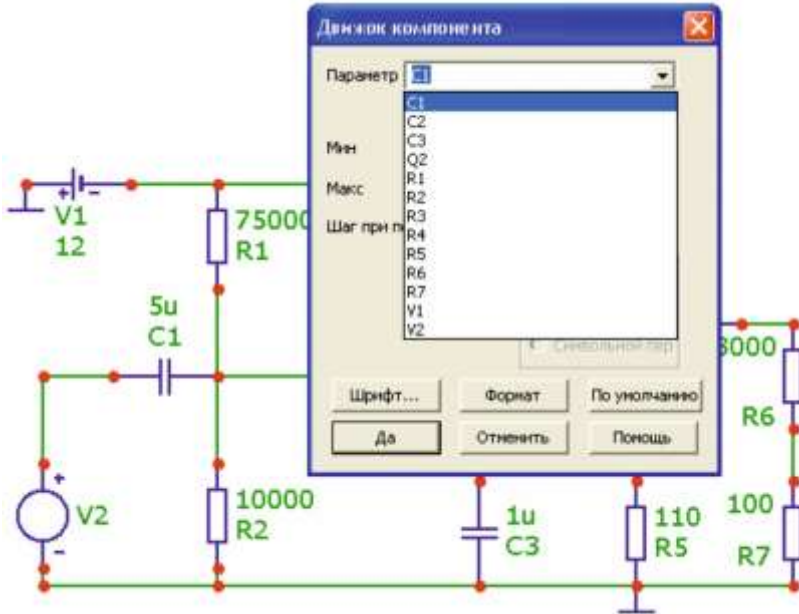


Рис. 8 – Выбор компонента схемы для установки движка

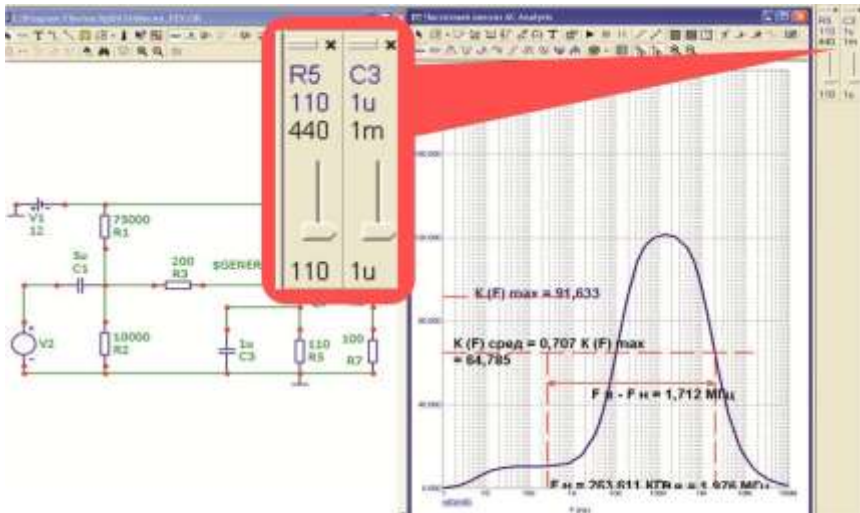


Рис. 9 – Пример установки движков для конденсатора C3 и резистора R5

Выводы.

1. Схемотехническое моделирование и исследование аналоговых и цифровых компонентов электронных схем в программной среде *MicroCAP-9* позволяет, таким образом, повысить уровень визуализации процессов функционирования изучаемых компонентов и, как следствие, дидактическую эффективность презентационного материала.

2. *MicroCAP-9* - это универсальный пакет программ схемотехнического моделирования, характерной особенностью этого пакета является наличие удобного и дружелюбного графического интерфейса, что делает его особенно привлекательным для непрофессиональной аудитории обучаемых. С его помощью можно синтезировать и анализировать как аналоговые, так и цифровые электронные устройства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мосин В.Д. Руководство по проведению практических занятий и лабораторных работ по дисциплине «Импульсная техника». Учебно-методическое пособие. – Петродворец: ВМИРЭ, 2011. - 179 с.
2. Мосин В.Д. Практикум по учебной дисциплине «Импульсная техника». Учебно-методическое пособие. – Петродворец: ВМПИ, 2015. - 280 с.
3. Резник Н.А. Визуализация учебного контента в современном информационном пространстве // сборник статей Междунар. науч.-практич. конф. - Мурманск, МГПУ, 2007.

МЕТОДИКА ФРОНТАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Аннотация.

В статье рассмотрены вопросы индивидуального контроля знаний обучаемых и применение в учебном процессе фронтальных тестов на триггерах, на гиперссылках и комбинированные, многозадачные тесты, сочетающие комплексное использование триггеров и гиперссылок. Фронтальные тесты активизируют работу всей учебной группы, позволяют опросить многих обучаемых, экономят время. Разнообразие форм контроля, обеспечивает повышение интереса обучаемых к его проведению и результатам.

Ключевые слова: фронтальный контроль, тестирование, гиперссылка, режим «демонстрация», презентация, активация, гиперссылка, программная среда, виртуальные приборы.

Управление дидактическим процессом предполагает осуществление контроля, т.е. определенной системы проверки эффективности его функционирования. Контроль направлен на получение информации, анализируя которую, педагог вносит необходимые коррективы в процесс обучения. Это вполне объяснимо с психологической точки зрения: каждый из участников дидактического процесса неизбежно теряет рычаги управления своей деятельностью, если не получает информации о ее промежуточных результатах. С кибернетических позиций контроль призван обеспечить в действующей дидактической системе внешнюю обратную связь (контроль преподавателя) и внутреннюю (самоконтроль обучаемых).

Теорией и практикой обучения установлены следующие педагогические требования к организации контроля за учебной деятельностью обучаемых:

- систематичность, регулярность проведения контроля на всех этапах процесса обучения, сочетание его с другими сторонами учебной деятельности обучаемых;
- разнообразие форм контроля, обеспечивающее выполнение его обучающей, развивающей и воспитывающей функции, повышение интереса обучаемых к его проведению и результатам.

1. Фронтальные тесты в программной среде *Power Point*

Тестирование, как одна из форм текущего контроля, может проводиться в индивидуальной и фронтальной формах (рис. 1.1).

Очевидные проблемы индивидуального контроля знаний на занятиях теоретического цикла вынуждают преподавателей применять фронтальную форму тестирования в виде устного опроса.

Устный фронтальный тест предполагает работу с учебной группой (поток) и требует серии логически связанных между собой вопросов по пройденному ранее материалу учебной дисциплины. Обычно фронтальный тест применяется

с целью повторения и закрепления пройденного учебного материала и для подготовки к изучению новой темы.

По отношению к индивидуальному тестированию фронтальный имеет свои преимущества - он активизирует работу всей учебной группы, позволяет опросить многих обучаемых, экономит время. При фронтальном тестировании всем обучаемым предоставляется возможность участвовать в дополнении, уточнении, подтверждении, исправлении ответа товарища.

Внедрение компьютерных технологий и оборудование учебных аудиторий мультимедийной техникой позволило значительно расширить дидактические возможности фронтального тестирования.



Рис. 1.1 – Методы тестирования обучаемых

Идея фронтального тестирования в ходе аудиторных занятий, терминология, разработка и внедрение первых фронтальных тестов в учебный процесс кафедры Метрологии и радиоизмерений (МиР) приходится на 2016/2017 учебный год. Мы продолжаем расширять идеи фронтального тестирования. В качестве инструментария был использован Power Point, в котором и разрабатывались презентации для фронтального контроля знаний обучаемых [1].

Презентации, подготовленные в Power Point, позволили сделать фронтальный опрос более наглядным, ведь визуальное восприятие у обучаемых развито гораздо лучше, чем слуховое. Большой экран и визуализация тестовых заданий позволяют разрешить вечную проблему раздаточного материала.

Разработка средствами Power Point презентаций, предназначенных для тестирования обучаемых группы, позволило проводить фронтальный контроль знаний в интерактивном режиме.

Фронтальный тест Power Point (ФТ) – это презентация Power Point (в режиме «демонстрация»), которая визуально представляет обучаемым тест с интерактивным выбором ответов. Интерактивные ФТ дали возможность существенно повысить эффективность использования интерактивных досок и экранов коллективного пользования за счет непосредственного взаимодействия обучаемых с программным средством и исключения субъективности в оценке полученных результатов.

Достаточно широкое и успешное применение в учебном процессе кафедры МиР получили ФТ на триггерах, на гиперссылках и комбинированные, многозадачные тесты, сочетающие комплексное использование триггеров и гиперссылок.

- Фронтальные тесты на триггерах

В презентации «триггер» — это объект на слайде (надпись, фигура), при нажатии на который запускается анимация одного или нескольких объектов.

Главная особенность ФТ на триггерах состоит в том, что на слайдах презентации теста каждый вариант ответа (рисунок, текст, ...) представляется как анимированный элемент управления, активирующийся только при непосредственном обращении к нему.

Триггер – это эффект анимации, срабатывающий после нажатия на объект. Триггеры позволяют «запрограммировать» реакцию презентации на конкретные действия пользователей: щелчки по определенным кнопкам, графическим объектам на экране и т.д. Например, с помощью триггеров можно создать интерактивный тест на базе презентации Power Point. В качестве вариантов ответа могут выступать слова, цифры или изображения. Если обучаемый выбирает на экране интерактивной доски неправильный вариант ответа, то «ответ», например, исчезает, или срабатывает один из заданных разработчиком эффектов анимации, изменяющих размер, цвет или местоположения объекта [1].

На рис. 1.2 представлен пример ФТ на триггерах. Обучаемый должен выбрать семь основных единиц Международной системы единиц СИ из представленных 14 вариантов: 7 кнопок - правильные ответы и 7 кнопок - ошибочные ответы. Соответственно, предусматривается и два варианта реакции теста на действия обучаемого: «правильные» кнопки должны переместиться на орбиту системы единиц СИ, а «неправильные» кнопки должны раствориться, открыв спрятанные за ними сообщения об ошибке. Каждая кнопка на слайде - *триггер*. При нажатии на одну из кнопок с наименованием основной единицы системы СИ запускается анимация перемещения этой кнопки «в систему СИ». При нажатии на одну из кнопок с ошибочным ответом запускается анимация «выцветания» этой кнопки и появления сигнала «SOS», маскируемого кнопкой-триггером. Последовательность нажатия кнопок – совершенно произвольная, по желанию тестируемого.

Таким образом, можно создавать простейшие ФТ на триггерах. Например, для ФТ на рис. 1.3 «правильными» кнопками являются « Δx », « Sx » и « t ».

Активация всех остальных кнопок теста приводит к их «выцветанию» и, соответственно, индикации замаскированного сообщения об ошибке.

ФТ может реагировать на действия обучаемых посредством триггеров, обеспечивая интерактивное взаимодействие с обучаемым. Благодаря использованию триггеров обучаемый становится активным участником образовательного процесса.

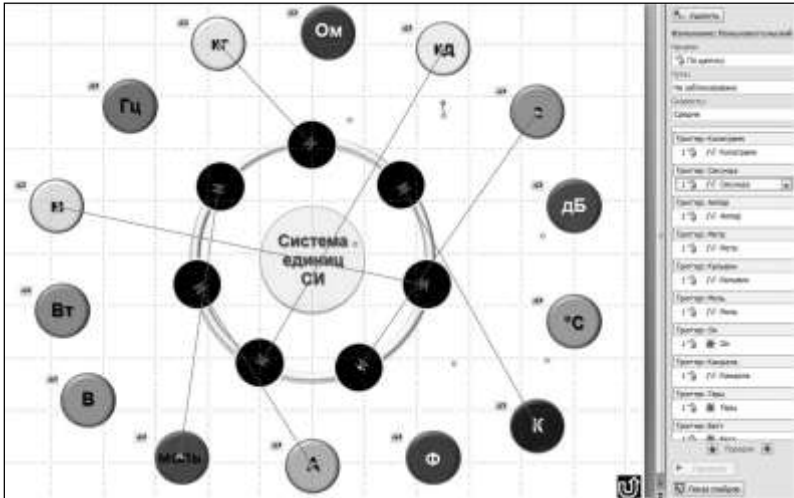


Рис. 1.2. – Пример включения анимации «перемещение графических объектов» при срабатывании триггеров фронтального теста «Основные единицы системы СИ»

Рис. 1.3 – Пример фронтального теста «Доверительный интервал» на триггерах

ФТ с использованием триггеров идеально подходит для обучения с помощью интерактивной доски. ФТ с интерактивными функциями можно применять и в дистанционном обучении, и в индивидуальном режиме на персональном компьютере.

- Фронтальные тесты на гиперссылках

Главная особенность ФТ на гиперссылках состоит в том, что на слайдах каждый вариант ответа (рисунок, текст, ...) представляется как элемент управления в виде гиперссылки. В приложении Microsoft Office Power Point 2007 гиперссылка осуществляет связь одного слайда презентации ФТ с другим в одной и той же презентации или с другими объектами: слайдом в другой презентации, видеofileм, электронным изданием, текстовым файлом.

Гиперссылки можно создавать из текста или из объекта, например, изображения, графики, фигуры или рисунка. В зависимости от того, правильный или ошибочный вариант ответа выбрал обучаемый, осуществляется переход на разные слайды фронтального теста. Гиперссылка, соответствующая правильному ответу, реализует переход на следующий слайд в соответствии с алгоритмом выработки правильного решения теста. Гиперссылка, соответствующая неправильному ответу - на слайд с информацией о факте совершения ошибки (рис. 1.4).

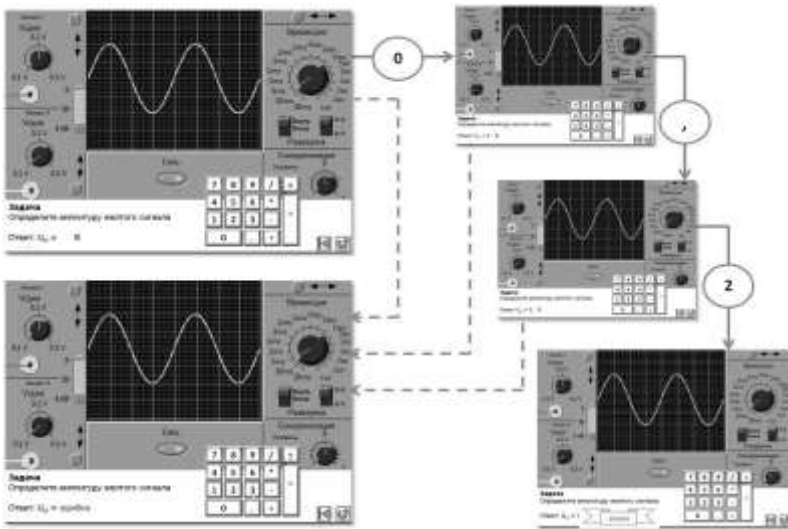


Рис. 1.4 – Структура фронтального теста «Осциллограф 1» на гиперссылках

Виды гиперссылок в Power Point: текстовые; на основе управляющих кнопок; графические (на основе рисунков) [1].

Правильный ответ для теста на рис. 1.5 - «50 дБ», следовательно, обучаемый должен ввести с помощью клавиатуры на слайде презентации число «50». Для этого надо последовательно нажать две кнопки на цифровой клавиатуре теста: «5» - «0».

Клавиатура ввода числовой информации (ответа обучаемого) представляет собой набор сгруппированных кнопок-гиперссылок. На каждом из слайдов

только одна кнопка означает правильный ввод информации и при нажатии обеспечивает переход к следующему по логике тестового задания слайду (сплошные стрелки). Все остальные кнопки-гиперссылки клавиатуры фиксируют попытку ввода ошибочного ответа и при нажатии обеспечивают переход к слайду с информацией о факте совершения ошибки (пунктирные стрелки).

Слайды теста графически должны быть идентичны друг другу за исключением строки индикации ответа (индицирует появление очередной правильной цифры) и индикаторов «ВЕРНО» и «ОШИБКА» на финишных слайдах. Целесообразно использовать «сервисные» кнопки (правый нижний угол слайда презентации теста), позволяющие возвращаться в начало теста при совершении ошибки или выходить из теста.



Рис.1.5 – Пример фронтального теста «Децибел 1» на гиперссылках

- Комбинированные фронтальные тесты

Используя одновременно все инструменты (триггеры + гиперссылки) можно создавать более сложные и, соответственно, более информативные ФТ [1]. Пример комбинированного ФТ представлен на рис.1.6.

Тест содержит 10 заданий и меню выбора варианта ответа. Обучаемый должен выбрать с помощью главного меню один из вариантов теста и, перейдя на соответствующий слайд, выполнить задание. Следовательно, нам нужны:

- 1) исходный слайд с меню выбора варианта теста (зеленые кнопки - гиперссылки), «маскирующий» задания до их активации кнопкой меню;
- 2) слайды с заданиями (в данном примере - 10 шт.) и с меню выбора ответов (черные кнопки - триггера).

При правильном выборе ответа, активированная кнопка подсвечивается зеленым цветом (кнопка 2), при неправильном – красным (кнопка 4), Эффект цветовой индикации достигается путем «растворения» черных кнопок –

триггеров, маскирующих возможные результаты ответов на тест, из которых только один – правильный.



Рис. 1.6 – Пример комбинированного фронтального теста «Категорирование измерительной техники» на гиперссылках и триггерах

2. Фронтальные тесты и демонстрационные модели в программной среде LabVIEW

Полученный опыт разработки и успешного применения ФТ в программной среде Power Point позволил перейти к созданию интерактивного тест-тренажера «Децибел» и демонстрационной модели «Фигуры Лиссажу» на базе виртуальных приборов LabVIEW.

- Разработка фронтальных тестов в программной среде LabVIEW

Тест-тренажер в виде виртуального прибора LabVIEW (рис. 2.1) предназначен для предъявления обучаемым пяти типов задач (тестов) по пять вариантов условий в каждом. Логику работы тест-тренажера в виде виртуального прибора LabVIEW иллюстрирует фрагмент его блок-схемы, представленной на рис. 2.2. Для задачи 5 варианта 1 заданы:

1) условие задачи: выходное напряжение и коэффициент усиления в виде констант (для демонстрации на лицевой панели);

2) входное напряжение в виде константы (правильный ответ - не демонстрируется на лицевой панели);

3) орган ввода входного напряжения (введенное значение демонстрируется на лицевой панели).

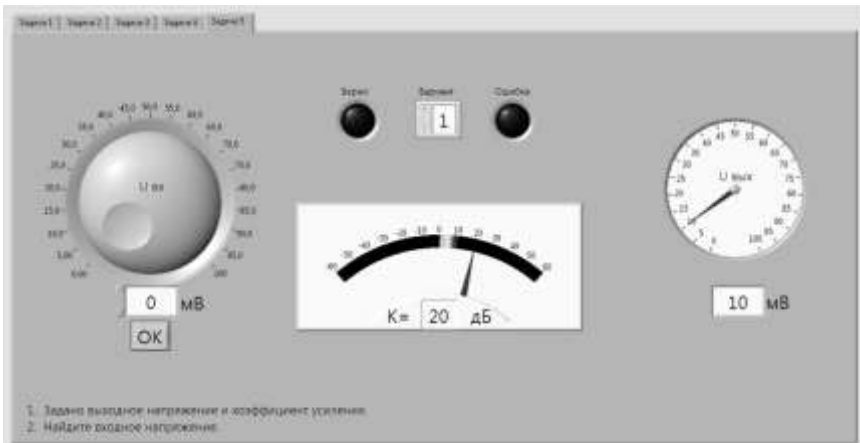


Рис. 2.1 – Лицевая панель виртуального тренажера «Децибел» (задача 5 вариант 1)

Константа эталонного ответа и введенное обучаемым значение входного напряжения поступают на конъюнктор заданного № варианта. При совпадении входных данных и нажатии кнопки ввода ответа конъюнктор активирует индикацию «Верно», при несовпадении - индикацию «Ошибка».

Таким образом, виртуальный прибор LabVIEW позволяет продемонстрировать учебной аудитории условия теста, в интерактивном режиме ввести ответ в виде числового значения и проиллюстрировать результат его выполнения [1].

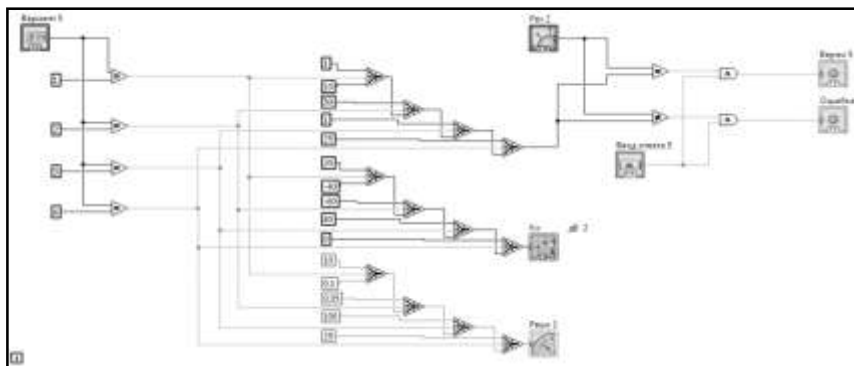


Рис. 2.2 – Фрагмент блок-схемы виртуального тренажера «Децибел» (зад. 5 вариант 1)

Фронтальный тест LabVIEW – это виртуальный прибор LabVIEW, который визуально представляет обучаемым тест с интерактивным вводом ответов.

- Разработка демонстрационных моделей в программной среде LabVIEW

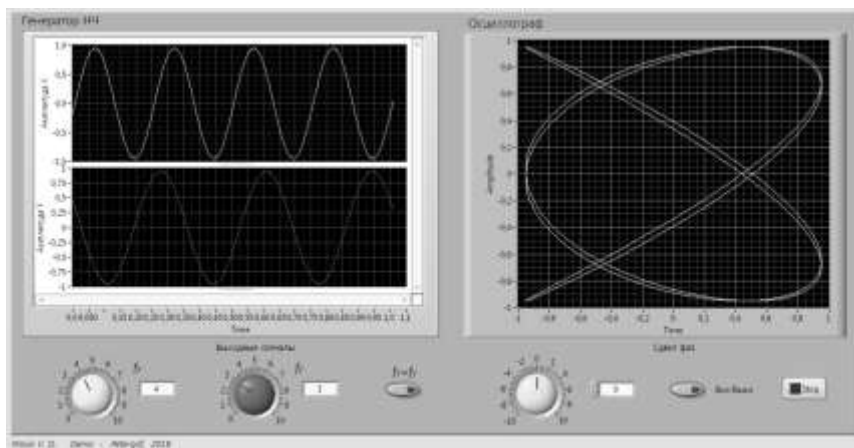


Рис. 2.3 – Лицевая панель демонстрационной модели «Фигуры Лиссажу»

Виртуальный прибор (рис. 2.3) позволяет как визуализировать контент лекционного занятия, так и тестировать знания обучаемых по принципу «вопрос – ответ – демонстрация».

Блок-схема демонстрационной модели «Фигуры Лиссажу» (рис. 2.4) наглядно представляет обучаемым два сигнала с выхода генератора низкой

частоты, сравниваемых по частоте и фазе, и позволяет в интерактивном режиме продемонстрировать аудитории осциллограммы фигур Лиссажу при различных соотношениях частот и фаз рассматриваемых сигналов [2].

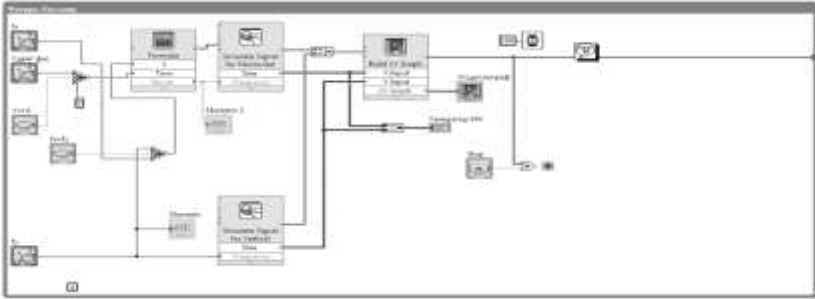


Рис. 2.4 – Блок-схема демонстрационной модели «Фигуры Лиссажу»

Выводы:

1. Фронтальный тест Power Point – это презентация Power Point (в режиме «демонстрация»), которая визуально представляет обучаемым тест с интерактивным выбором ответов. Успешное применение в учебном процессе получили фронтальные тесты на триггерах, на гиперссылках и комбинированные, многозадачные тесты, сочетающие комплексное использование триггеров и гиперссылок.

2. Фронтальный тест LabVIEW – это виртуальный прибор LabVIEW, который визуально представляет обучаемым тест с интерактивным вводом ответов.

ЛИТЕРАТУРА

4. Мосин В.Д. Методика разработки фронтальных тестов в программной среде Power Point [Электронный ресурс] / учеб.-метод. пособие для проф.-препод. состава ВМПИ. СПб: Изд-во ВМПИ, 2019. – 1 DVD/RW - Инв. №444056.

5. Федосов В.П., Нестеренко А.К. Цифровая обработка сигналов в LabVIEW: учеб. пособие / под ред. В. П. Федосова. М.: ДМК Пресс, 2007. – 456 с.

ПРИМЕНЕНИЕ VR-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АТОМНОЙ ФИЗИКИ

Аннотация.

В статье проанализирована возможность применение VR-технологии при изучении курса атомной физики на различных уровнях образования. Представлены результаты разработки 3-d модели атома элемента.

Ключевые слова: VR-технология, атомная физика, образование, планетарная модель атома.

Как сказал знаменитый ученый 19 столетия Пафнутий Чебышев «Теория без практики мертва и бесплодна, практика без теории бесполезна и пагубна». [1]

VR-технологии (virtual reality-искусственная реальность) — это технологии, позволяющие погрузить человека в виртуальный мир при использовании специализированных устройств (шлемов виртуальной реальности). Виртуальный мир, модели, объекты для этих технологий создаются в специальных компьютерных программах. [2]

Из таких самых сложных, не имеющих вообще никакой практической части тем является «атомная физика». Основа атомной физики — это строение атома, которую ученики могут видеть только на картинках, а поведение атома лишь на компьютерной симуляции.

Зарождение данной технологии началось еще в 19 веке. До того, как VR-технология стала обыденной, многие ученые-изобретатели, программисты, даже крупные государственные и частные компании работали в этой сфере для создания виртуальной реальности. Развитие технологии виртуальной реальности в мире:

- 1837 год – был создан первый стереоскоп;
- 1956: Sensorama — 3D-дисплеи (для просмотров фильмов);
- 1961: Headsight — система слежения за объектами в опасной зоне;
- 1966: GAF Viewmaster Master — 3D-стереоскоп;
- 1968: Sword of Damocles— AR графика (передвижной дисплей);
- 1980: Eye Tap — миниатюризация (дисплей в очках);
- 1984: RB2 — контроллеры First VR (перчатки, позволяющие пользователям крутить и переворачивать виртуальные объекты);
- 1985: NASA — ЖК-оптика и головка слежения (Очки на основе жидкокристаллических технологий);
- 1993: SEGA VR — VR игровой консоли;
- 1995: CAVE — Несколько пользователей (автоматическая виртуальная среда);
- 2016-2022: HTC Vive – VR-очки для массового потребителя.

В России освоение VR-технологий идет менее активно, но все же в нашей стране есть множество проектов внедрения VR-технологий:

1. Проект X5 Retail Group и Modum Lab по обучению сотрудников супермаркетов с помощью VR

С помощью VR сотрудник обучается в разных локациях: торговый зал, склад, зона кассы, прилавок. В каждой зоне тренируется тот навык, который сразу можно применять.

Созданное решение помогает не только быстро вырабатывать навыки и формировать опыт персонала, но и снижает вероятность распространения коронавирусной инфекции COVID-19, давая возможность сотрудникам тренироваться индивидуально и на местах, не собираясь на очные тренинги.

2. Иммерсивный курс «Проведение совещаний»

Курс виртуальной реальности «Проведение совещаний» разработан для ПАО «Газпром нефть», предназначен для руководителей и направлен на отработку практик регулярного менеджмента, а точнее навыка проведения совещаний. [4]

При прохождении курса пользователь попадает в виртуальную переговорную комнату и совещается с виртуальными сотрудниками (ботами). Это создает эффект присутствия и реалистичную обстановку.

В 2020-м году многие сферы экономики пострадали от коронакризисных ограничений. А некоторых пандемия не затронула вовсе. Сильные игроки научились работать и жить в новых условиях. Ограничения вынудили экспериментировать с кросс-платформенностью в промышленности, образовании, игровой сфере. Появились новые проекты, школы стали больше использовать технологию в образовательном процессе, началась апробация решений. Это происходило, несмотря на тотальный переход в онлайн.

Минкомсвязь прогнозирует: объем российского рынка VR-технологий в 2024 году составит 40 млрд рублей, а среднегодовые темпы роста — 109% против 29% в мире. По оценкам информационно-аналитического издания «Банки сегодня» доля России на рынке VR-решений может достигнуть 15% или 225 млрд долл.

Цифры впечатляют, но специалисты считают, что темпы роста будут не такими быстрыми, как хотелось бы. При этом позитивные изменения уже происходят и это хорошо.

В действительности контента становится больше, запросов больше, разработчиков тоже. Кто-то из заказчиков стал делать больше проектов в связи с пандемией, кого-то технология спасла, другие приостановили активности из-за более важных задач.

Стремительное развитие технологий не могло не отразиться на образовательном процессе. И хотя технологии VR уже не являются чем-то новым, в образовании их стали применять относительно недавно.

Почему же люди решили данные технологии внедрить в образование?

Ещё в XIX веке немецкий учёный Герман Эббингхаус — немецкий психолог-экспериментатор, выяснил, что в течение первого часа после получения новой информации среднестатистический человек забывает порядка 50% от услышанного. [3]

В течение следующих 24 часов не получится вспомнить, в среднем, 70%, а в течение месяца – до 90%

Это открытие уже тогда заставило преподавателей университетов задуматься о проблеме неэффективности образования.

С тех пор появился новый фактор, стопорящий процесс запоминания – поток информационного шума. Повысить эффективность образования, спустя почти 200 лет с момента возникновения проблемы, помогают технологии.

Десятками современных исследований подтверждено, что при обучении в виртуальной реальности процент запоминания новой информации с первого раза может достигать 70%

Такого эффекта удаётся достигнуть за счёт полного погружения в виртуальную среду, повышении внимания на процессе обучения, возможности попрактиковаться и вовлекающего контента. Исследования также показывают повышение мотивации, эмоциональной реакции на материал и концентрации внимания во время обучения. К примеру, смоленские исследователи показали, что 75% испытуемых при обучении в VR давали более креативные решения. [5]

Так же есть и другие причины распространения технологий виртуальной реальности на сферу образования:

1. Снижение цены на техническое оснащение. За последние несколько лет цены на современные VR-устройства, предназначенные для домашнего и профессионального использования, успели существенно снизиться, сделав их более доступными.

2. Стремительный рост количества программного обеспечения под VR. На сегодняшний день существует уже несколько тысяч самых разнообразных приложений под VR и их количество увеличивается каждый день.

3. С каждым годом увеличивается рост инвестиций в VR технологии и эта тенденция продолжится в ближайшее время

4. Увеличение числа крупных компаний, работающих в сфере VR. На европейском рынке их уже более 300, а такие гиганты, как Oculus, HTC, Sony, Microsoft, Samsung и многие другие уже давно внедряют свои технологии в этой области.

5. Внедрение VR-технологий в ряде сфер: нефтегазовая промышленность, машиностроение, энергетика, металлургия, телекоммуникации, реклама и многое другое. Виртуальная реальность уже давно перестала быть только игровой историей и активно внедряется во все сферы деятельности человека.

Исходя из всего вышеперечисленных технологий в среднем образовательном учреждении для обучения специалистов, по моему мнению, особенно актуально при освоении школьной программы по предмету «Физика», а именно при рассмотрении раздела «Атомная физика» для 11 класса. Для наглядности была взята планетарная модель атома, созданная Э. Резерфордом, представленная на рисунке 1.

В результате получился готовый продукт, с которым можно сделать, все что угодно: показать и описать движение атомов при разных физических воздействиях и законов, запрограммировав и наделив новыми способностями модель, сравнить с другими моделями или источниками, переместив их, например, в одну среду с моделью, как я и сделал. Но самое главное, что в эту среду можно поместить учащегося, который будет в самом центре событий и быть там, куда невозможно добраться в реальности.

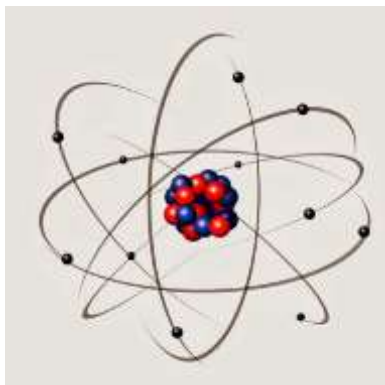


Рис. 1 – Планетарная модель атома, разработанная Э. Резерфордом

С помощью компьютерной программы Blender 3.3, была разработана 3-D модель атома, представленная на рисунке 2.

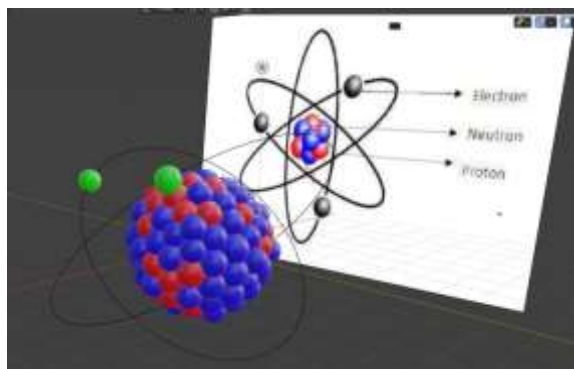


Рис. 2 – Планетарная модель атома, разработанная в КП Blender 3.3

Он сможет потрогать, увидеть и быть частью физического процесса. Все это дает человеку намного лучше понять физические процессы, ведь ученик будет не просто смотреть схемы и читать теорию в учебнике, а присутствовать и видеть все движения и воздействия, погружаясь в естественную среду. Так освоение таких программ может повлиять и на другие предметы, например, на информатику, что мешает внести в учебную программу освоение таких программ для моделирования, что дает ученикам еще больше возможностей самим моделировать физические процессы. Таким образом учащимся можно давать специальные задания, на простейшем уровне моделировать разные физические законы.

Выводы.

1. За VR-технологиями будущее не только в развлекательной цели, но и в образовании и в научных исследованиях.

2. Данная технология открывает огромные и широкие возможности для учащихся, которым не надо будет никуда ехать, чтобы разглядеть какое-нибудь чудо света, которое они изучали на уроке, им не надо будет разбираться в сложных микроскопах, чтобы увидеть микробы или клетки какого-то живого организма, не надо будет ехать и на экскурсии по музеям и выставкам, посещать лаборатории и производства, чтобы понять строение сложного прибора, механизма или машины, а может с помощью этого же прибора увидеть химическую или физическую реакцию на молекулярном уровне, самому провести, да и в космос можно не лететь, чтобы изучить далекие планеты, звезды и даже вселенные.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беспалько В.П. Образование и обучение с участием компьютеров / В.П. Беспалько. – М.: Бином, 2014. – 349 с.

2. Беспалько В.П. Педагогика и прогрессивные технологии обучения. – М., 2012. – 215 с.

3. Википедия Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>, свободный – (11.06.2022).

4. Горячев А.В. О понятии Информационная грамотность: Информатика и образование / А.В. Горячев. – М., 2013. – 369 с.

5. Новостной портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://news.myseldon.com/ru/news/index/207806516>, свободный – (07.09.2022).

ОЦЕНКА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБСТАНОВКИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ В ГРУППИРОВКАХ ВОЕННО-МОРСКОГО ФЛОТА

Аннотация.

В статье приведена оценка электромагнитной обстановки и электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств связи в группировках Военно-морского флота, которая реализована в виде формализованных последовательностей и позволяет:

- провести оценку электромагнитной обстановки в территориально-ограниченных группировках радиоэлектронных средств Военно-морского флота и адекватно отобразить процессы, происходящие при решении задач по обеспечению электромагнитной совместимости;

- производить расчет мощности помехи, приведенной ко входу радиоприемного устройства, без детализации каналов взаимного влияния, при этом в качестве критерия оценки электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств в группировке может служить суммарная мощность непреднамеренных радиопомех на входе радиоприемного устройства.

Ключевые слова: электромагнитная обстановка, электромагнитная совместимость, преднамеренные радиопомехи, непреднамеренные радиопомехи, радиоэлектронные средства.

В ходе осуществления морских операций и ведении боевых действий важнейшей составляющей является управление силами Военно-морского флота в различных условиях с требуемым (заданным) качеством. При этом актуальными являются задачи по оценке электромагнитной обстановки (ЭМО) и обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) в группировках радиоэлектронных средств связи (РЭС), которые к настоящему времени выделены в отдельное научное направление.

Оценка электромагнитной обстановки в группировках Военно-морского флота

На работу РЭС в любом участке радиочастотного диапазона существенное влияние оказывают радиопомехи, под которыми понимают электромагнитные излучения. Всю совокупность радиопомех можно классифицировать по признакам, представленным в [1, 2, 3, 5]. Для РЭС, применяемых в интересах Военно-морского флота можно выделить следующие особенности:

- на РЭС в группировках Военно-морского флота будут воздействовать как непреднамеренные (НРП), так и преднамеренные радиопомехи (ПРП);

- на радиоприемные устройства (РПрУ) РЭС могут действовать станционные, индустриальные и атмосферные радиопомехи, а в ряде случаев контактные, электростатические и внеземные. Наиболее опасные из них – станционные помехи, основными причинами возникновения которых являются резкое увеличение плотности размещения РЭС, ограниченность освоенного и

применимого по условиям распространения радиоволн радиочастотного спектра, техническое несовершенство передающих, приемных и антенно-фидерных устройств;

- в особый период и с началом ведения боевых действий РЭС будут вынуждены функционировать в условиях ПРП. При этом современная техническая база средств разведки и радиопомех характеризуется широкой автоматизацией процессов разведки и создания радиопомех, что дает им возможность вскрытия объектов разведки в реальном масштабе времени.

Поэтому оценка ЭМО и учет возможного воздействия НРП на РЭС позволит наиболее полно учитывать их как при обеспечении устойчивого функционирования РЭС, так и для более эффективного противодействия ПРП.

Общая последовательность решения задачи оценки ЭМО РЭС в группировках Военно-морского флота представлена на рис. 1.

Представленная последовательность включает:

1. Определение потенциальных источников возникновения НРП.

Анализ показывает, что основными источниками НРП в зависимости от диапазона их работы являются: аналогичные или другого типа РЭС, принадлежащие как Военно-морскому флоту, так и войскам связи родов и видов Вооруженных сил Российской Федерации, находящимися в береговой и морской зонах и воздушном пространстве; стационарные и мобильные средства радиовещания и телевидения, принадлежащие данному региону; стационарные и мобильные средства коротковолновой и ультракоротковолновой радиосвязи, использующие различные механизмы распространения радиоволн; РЭС других назначений в зависимости от используемых диапазонов частот, мощности, частотно-энергетических и пространственно-поляризационных характеристик, а также их расположения (РЭС радиослужб, средства управления оружием и другие); средства РЭП, выполняющие задачи по нарушению управления войсками и оружием противника; РЭС противника, не выполняющие целенаправленных функций по подавлению средств связи.

2. Качественная оценка помеховых ситуаций с учетом размещения РЭС.

Качественная оценка помеховых ситуаций может быть проведена путем выделения потенциальных для планируемых линий радиосвязи источников помех. В результате по частотному признаку могут быть классифицированы следующие основные ситуации возникновения НРП [1, 4]: основное излучение по основному каналу приема (ОО); основное излучение по внеполосному каналу приема (ОВ); внеполосное излучение по основному каналу приема (ВО); внеполосное излучение по внеполосному каналу приема (ВВ); основное излучение по побочному каналу приема (ОП); побочное излучение по побочному каналу приема (ПП); внеполосное излучение по побочному каналу приема (ВП); побочное излучение по внеполосному каналу приема (ПВ).

Поскольку в качестве источника может выступать не только РПУ, но и гетеродин РПрУ следует учитывать еще один вид НРП: излучение гетеродина по основному каналу приема (ГО).

При учете других признаков классификации (энергетического, пространственного, поляризационного, по форме сигнала) перечисленные

ситуации проявляются не во всех случаях, и их количество может быть сокращено.

Статистические наблюдения показывают [6], что в территориально-ограниченной группе РЭС распределение помеховых ситуаций, классифицируемых по частотному признаку, следующее: ОО – 10-20 % (почти полностью из-за внешних источников помех); ОВ, ВО, ОП, ВВ, ПВ – 50-70 %; ОП и ПВ – 10-30 %; ПП до 10 %.

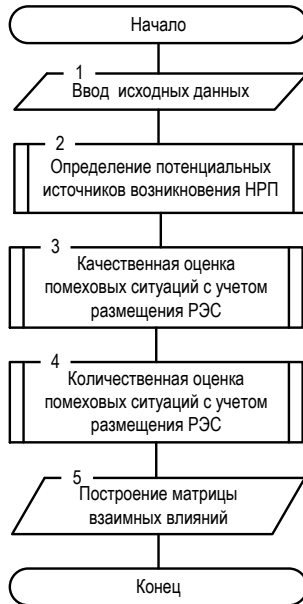


Рис. 1 – Формализованная последовательность решения задачи оценки ЭМО РЭС в группировках Военно-морского флота

3. Количественная оценка помеховых ситуаций с учетом размещения РЭС.

Приближенно количественная оценка помеховых ситуаций РЭС в группировке Военно-морского флота может быть проведена путем оценки частотных совпадений излучения РПУ и каналов приема РПрУ.

Основные виды помеховых ситуаций, существенные для РЭС группировки Военно-морского флота, представлены в табл. 1.

4. Построение матрицы источников и рецепторов помех (взаимных влияний).

По результатам оценки ЭМО в матрице взаимных влияний указываются все анализируемые РПрУ и все РПУ, расположенные в пределах прямой видимости, и записывается информация о возможности совместной и одновременной работы этих РЭС.

Таким образом, помеховые ситуации, возникающие из-за появления НРП, многообразны и достаточно сложны, зависят от ряда факторов и существенно

осложняют функционирование РЭС в группировке Военно-морского флота. Вследствие этого возникает необходимость учета условий их возникновения для оценки ЭМО в территориально-ограниченных группировках РЭС Военно-морского флота и адекватного отображения процессов, происходящих при решении задач по обеспечению ЭМС РЭС.

Оценка электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств связи в группировке Военно-морского флота

Из [1, 2] известно, что основными этапами оценки ЭМС в территориально-ограниченной группировке РЭС являются:

- расчет количественных характеристик полезных и мешающих сигналов, воздействующих на каждое РПУ;
- оценка эффективности функционирования отдельных РЭС по выбранному критерию;
- оценка эффективности функционирования территориально-ограниченной группировки (комплекса) РЭС в целом на основе результатов, полученных на предыдущем этапе.

Исходя из этого, в настоящее время все большее значение приобретают расчетные методы оценки ЭМС РЭС. Тогда в зависимости от имеющихся априорных данных, вычислительных мощностей, требований к РЭС в группировке Военно-морского флота и принятой модели взаимного влияния РЭС в условиях воздействия НРП целесообразна следующая постановка задачи оценки ЭМС РЭС.

Пусть для функционирования K типов РЭС в составе группировки Военно-морского флота выделено множество частот $\{f\}$. Они размещены в R территориально-ограниченных группировках с координатами $\{(x_r, y_r)\}$. В составе r -й территориально-ограниченной группировки функционируют B_r РЭС K_r типов. При этом $B_r^{(1)}$ РЭС содержат по одному, а $B_r^{(2)}$ – по два комплекта (РПУ, РПрУ). Тогда общее количество линий связи в r -й территориально-ограниченной группировке равно $M_r = B_r^{(1)} + B_r^{(2)}$. Кроме того, для функционирования m_b -й линии связи ($m_b = \overline{1, M_r}$) в r -й территориально-ограниченной группировке выделено w_b пар частот.

Таблица 1

Основные ситуации возникновения непреднамеренных радиопомех для радиоэлектронных средств связи группировки Военно-морского флота

Помеховая ситуация	Виды и частоты помех
Работает одно РПУ РЭС	<p>1. По основным и внеполосным каналам приема РЭС:</p> $mf_{\text{РПУ}} = f_{\text{РПРУ}} \cdot$ <p>2. По побочным каналам приема РЭС:</p> <p>а) на промежуточных частотах:</p> $mf_{\text{РПУ}} = f_{\text{пч РПРУ}};$ <p>б) по гетеродинным каналам приема:</p> $mf_{\text{РПУ}} = \frac{k}{p} f_{\text{гет}} \pm \frac{1}{p} f_{\text{пч РПРУ}} \cdot$ <p>3. Влияние низкочастотных составляющих побочных излучений (при ОМ, АМ):</p> $mf_{\text{мод РПУ}} = f_{\text{аппар.упл}}$
Одновременная работа группы РПУ РЭС	<p>Те же виды помех, что в ситуациях пункта 1 от каждого РПУ РЭС.</p> <p>Комбинационные составляющие побочных излучений группы РПУ РЭС:</p> <p>1. По основным и внеполосным каналам приема РЭС:</p> $lf_{\text{РПУ}_1} \pm \dots \pm mf_{\text{РПУ}_i} \pm \dots \pm nf_{\text{РПУ}_l} = f_{\text{РПРУ}} \cdot$ <p>2. По побочным каналам приема РЭС:</p> <p>а) на промежуточных частотах:</p> $lf_{\text{РПУ}_1} \pm \dots \pm mf_{\text{РПУ}_i} \pm \dots \pm nf_{\text{РПУ}_l} = f_{\text{пч РПРУ}} \cdot$ <p>б) по гетеродинным каналам приема:</p> $lf_{\text{РПУ}_1} \pm \dots \pm mf_{\text{РПУ}_i} \pm \dots \pm nf_{\text{РПУ}_l} =$ $= \frac{k}{p} f_{\text{гет}} \pm \frac{1}{p} f_{\text{пч РПРУ}} \cdot$

Примечание:

l, m, n – номера гармоник РПУ РЭС;

k – номер гармоники гетеродина;

p – номер промежуточной частоты;

Требуется оценить ЭМС РЭС для r -й территориально-ограниченной группировки ($r = \overline{1, R}$) при выполнении условия

$$\left(\frac{P_c}{P_{II} + P_{III}} \right)_{m_b} \geq \left(\frac{P_c}{P_{II} + P_{III}} \right)_b^*, b = \overline{1, B_r}, \quad (1)$$

для заданного качества связи $p_{ou}(a_{iu})$ и известной надежности связи $H\%$ при следующих ограничениях:

а) между РПУ и РПрУ одного РЭС:

назначение частот на каждое РЭС проводится с учетом требований инструкции по назначению частот (технического описания, инструкции по эксплуатации) и обеспечивает его функционирование;

б) для РЭС, составляющих территориально-ограниченную группировку:

- пораженные частоты РПрУ РЭС одной группы определяются согласно выражению:

$$\left| E_{dq} f_{dk} + f_{dv} - \left| \sum_{g=1}^{K_{gk}} \sum_{z=1}^{K_{gz}} m_{gh} [C_{gz} f_{gk} + f_{gu}] \right| \right| \leq \Delta f_{dq} g_z; \quad (2)$$

$$\sum_{z=1}^{K_{gz}} |m_{gh}| \leq M_g; \quad \sum_{g=1}^{K_{gk}} \sum_{z=1}^{K_{gz}} |m_{gh}| \leq M_{gr},$$

где f_{dk} – рабочие частоты d -го РПрУ k -го типа, $d = \overline{1, K_{dk}}$;

f_{gk} – рабочие частоты g -го РПУ k -го типа, $g = \overline{1, K_{gk}}$;

f_{dv} – v -я промежуточная частота d -го РПрУ, $v = \overline{1, K_{dv}}$;

f_{gu} – u -я частота вспомогательных генераторов g -го РПУ, $u = \overline{1, K_{gu}}$;

E_{dq} – q -й побочный канал приема d -го РПрУ, $q = \overline{1, K_{dq}}$;

C_{gz} – z -я гармоника g -го РПУ, $z = \overline{1, K_{gz}}$;

m_{gh} – h -я комбинационная составляющая g -го РПУ, $h = \overline{1, K_{gh}}$;

M_g – наибольший порядок учитываемого комбинационного излучения g -го РПУ;

M_{gr} – наибольший порядок учитываемого комбинационного излучения группы РПУ;

$\Delta f_{dq} g_z$ – величина допустимого разноса частот между z -й гармоникой g -го РПУ и q -м каналом приема d -го РПрУ;

- участок местности не имеет складов и местных предметов, превышающих высоту подъема антенного устройства (АУ), что позволяет не учитывать угломестную составляющую диаграмм направленности антенн;

- учитываются ситуации возникновения НРП типа ОО, ОБ, ВО, ОП, ПО, ВП, ПВ;

- уровень полезного сигнала на входе b -го РЭС k -го типа (P_{cbk}) определяется при энергетическом расчете различных радиолиний связи. При этом исходя из допустимого соотношения $P_c/(P_\Phi + P_\Psi)$, где P_Φ – уровень внешнего фона от РЭС различной принадлежности и назначения, проверяется возможность их функционирования и определяются качественные показатели работы;

в) для РЭС различных территориально-ограниченных группировок:

- внешние детерминированные источники помех учитываются путем исключения пораженных для приема частот, а стохастические – в качестве фона, уровень которых распределен по нормальному закону с параметрами $P_{мед}$ и σ^2 [6];

- учет рельефа местности при наличии цифровой карты местности – реальный, а при ее отсутствии – моделированием при помощи гладкой сферы с радиусом, равным эквивалентному радиусу Земли ($a_э$), или стохастических методов;

- учитываются ситуации возникновения НРП типа ОО, ОБ, ВО.

На этом основании оценка помеховых ситуаций, возникающих в территориально-ограниченных группировках РЭС Военно-морского флота, заключается в определении величины ухудшения качественных показателей при действии НРП, в частности, нахождение соотношения $P_c/(P_\Pi + P_\Psi)$ на входе решающей схемы или суммарной мощности НРП на входе b -го РЭС и сравнение их с допустимыми значениями.

Общая последовательность решения задачи оценки ЭМС РЭС представлена на рис. 2 и включает:

1. Определение допустимого значения уровня НРП на входе b -го РЭС k -го типа в r -й территориально-ограниченной группировке.

Допустимое значение уровня помехи на входе b -го РЭС ($b = \overline{1, B_r}$) k -го типа ($k = \overline{1, K_r}$) определяется выражением [6]:

$$P_{r_{bk}}^* = P_{cbk} - Z_{r_{pbk}} - U\sigma_{bk}, \text{ [дБ]}, \quad (3)$$

где P_{cbk} – уровень полезного сигнала на входе b -го РЭС k -го типа;

$Z_{r_{pbk}}$ – требуемое отношение $P_c/(P_\Pi + P_\Psi)$ на входе b -го РЭС k -го типа для заданного качества связи (при допустимом ухудшении качества связи);

U – параметр случайного закона, определяемый исходя из требований [6];

σ_{bk} – среднеквадратическое отклонение отношения $P_c/(P_\Pi + P_\Psi)$ на входе b -го РЭС k -го типа.

Величина среднеквадратического отклонения σ_{bk} определяется как

$$\sigma_{bk} = \sqrt{\sigma_{n_{gk}}^2 + \sigma_{c_{bk}}^2}, \quad (4)$$

где $\sigma_{n_{gk}}$ – суммарное среднеквадратическое отклонение мощностей помех на входе b -го РЭС k -го типа;

$\sigma_{c_{bk}}$ – суммарное среднеквадратическое отклонение мощности сигнала на входе b -го РЭС k -го типа.

В свою очередь величины $\sigma_{n_{gk}}$ и $\sigma_{c_{bk}}$ определяются как

$$\sigma_{n_{gk}} = \sqrt{\sigma_{np\partial n}^2 + \sigma_{G_{gb}}^2 + \sigma_{G_{bg}}^2 + \sigma_{n_{pm}}^2}; \quad (5)$$

$$\sigma_{c_{bk}} = \sqrt{\sigma_{np\partial c}^2 + \sigma_{G_g}^2 + \sigma_{G_b}^2 + \sigma_{n_{pm}}^2 + \sigma_3^2}, \quad (6)$$

где $\sigma_{np\partial n}$, $\sigma_{np\partial c}$, $\sigma_{G_{gb}}$, $\sigma_{G_{bg}}$, σ_{G_g} , σ_{G_b} , $\sigma_{n_{pm}}$ – среднеквадратические отклонения технических параметров m_b -й линии связи;

σ_3 – среднеквадратическое отклонение по замираниям сигнала на m_b -й линии связи.

2. Определение мощности НРП на входе d -го РПРУ k -го типа на w -й паре частот от g -го РПУ в r -й территориально-ограниченной группировке.

Мощность НРП ($P_{п_{gd}}$) определяется согласно выражения:

$$P_{п_{gd}}(f_{gk}, f_{dk}, \Delta\varphi_{gd}, \Delta\varphi_{dg}, r_{gd}) = K_{п_{п_{gd}}} K_{c_{gd}} W_{gd}(r_{gd}, f_{gk}) G_{gd}(\Delta\varphi_{gd}) \times G_{dg}(\Delta\varphi_{dg}) S_{0g} \int_{f_1}^{f_2} S_g(f, f_{gk}) K_d(f, f_{dk}) df, \quad (7)$$

где $P_{п_{gd}}(f_{gk}, f_{dk}, \Delta\varphi_{gd}, \Delta\varphi_{dg}, r_{gd})$ – мощность НРП на входе d -го РПРУ от g -го РПУ;

f_{gk} – рабочая частота g -го РПУ k -го типа, $g = \overline{1, K_{gk}}$;

f_{dk} – рабочая частота d -го РПРУ k -го типа, $d = \overline{1, K_{dk}}$;

$\Delta\varphi_{gd}$ – угол между направлением главного лепестка диаграммы направленности АУ g -го РПУ и направлением на АУ d -го РПРУ;

$\Delta\varphi_{dg}$ – угол между направлением главного лепестка диаграммы направленности АУ d -го РПРУ и направлением на АУ g -го РПУ;

- r_{gd} – расстояние между g -м РПУ и d -м РПрУ;
- $K_{пл_{gd}}$ – коэффициент развязки по поляризации между g -м РПУ и d -м РПрУ;
- $K_{c_{gd}}$ – коэффициент развязки по форме сигналов между g -м РПУ и d -м РПрУ;
- $W_{gd}(r_{gd}, f_g)$ – коэффициент ослабления радиосигнала g -го РПУ в среде распространения;
- $G_{gd}(\Delta\varphi_{gd})$ – коэффициент усиления АУ g -го РПУ в направлении АУ d -го РПрУ;
- $G_{dg}(\Delta\varphi_{dg})$ – коэффициент усиления АУ d -го РПрУ в направлении АУ g -го РПУ;
- S_{0g} – нормированный множитель спектральной характеристики g -го РПУ;
- $S_g(f, f_{gk})$ – нормированная огибающая спектральной плотности мощности g -го РПУ;
- $K_d(f, f_{dk})$ – нормированная характеристика восприимчивости d -го РПрУ;
- f_1, f_2 – границы минимального промежутка частот, вне которого хотя бы одна из подынтегральных функций тождественно равна нулю.

3. Построение матрицы взаимных помех для K_d РПрУ k -го типа от K_g РПУ в r -й территориально-ограниченной группировке.

Поскольку оценка ЭМС производится для фиксированного значения частот ($f^{(пер)}, f^{(прм)}$) и определенного пространственного положения РЭС, то для d -го РПрУ ($d = \overline{1, K_d}$) k -го типа ($k = \overline{1, K_r}$) на w -й паре частот ($w = \overline{1, w_b}$) анализируемой r -й территориально-ограниченной группировки РЭС рассчитывается матрица взаимных помех от g -го РПУ ($g = \overline{1, K_g}$) вида

$$\|P_{II}\|_{K_g \times K_d} = \left\| \begin{array}{cccccc} P_{п11} & P_{п12} & \dots & P_{п1d} & \dots & P_{п1K_d} \\ P_{п21} & P_{п22} & \dots & P_{п2d} & \dots & P_{п2K_d} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{пg1} & P_{пg2} & \dots & P_{пgd} & \dots & P_{пgK_d} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{пK_g 1} & P_{пK_g 2} & \dots & P_{пK_g d} & \dots & P_{пK_g K_d} \end{array} \right\|. \quad (8)$$

4. Определение суммарной мощности НРП на входе d -го РПрУ k -го типа на w -й паре частот от K_g РПУ в r -й территориально-ограниченной группировке.

Суммарная мощность НРП на входе d -го РПРУ k -го типа на w -й паре частот $(w = \overline{1, w_b})$ от K_g РПУ определяется путем суммирования столбцов матрицы (8), т.е.

$$\|P_{\Pi}\|_{K_d} = \|P_{\Pi 1} \quad P_{\Pi 2} \quad \dots \quad P_{\Pi d} \quad \dots \quad P_{\Pi K_d}\|. \quad (9)$$

5. Определение суммарной мощности НРП на входе d -го РПРУ k -го типа на W_b парах частот от K_g РПУ в r -й территориально-ограниченной группировке. Определяя суммарную мощность НРП на входе d -го РПРУ k -го типа на w_b выделенных парах частот согласно пунктов 2-4, получаем матрицу взаимных помех вида

$$\|P_{\Pi}\|_{w_b \times K_d} = \begin{pmatrix} P_{\Pi 11} & P_{\Pi 12} & \dots & P_{\Pi 1d} & \dots & P_{\Pi 1K_d} \\ P_{\Pi 21} & P_{\Pi 22} & \dots & P_{\Pi 2d} & \dots & P_{\Pi 2K_d} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{\Pi w1} & P_{\Pi w2} & \dots & P_{\Pi wd} & \dots & P_{\Pi wK_d} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{\Pi w_b 1} & P_{\Pi w_b 2} & \dots & P_{\Pi w_b d} & \dots & P_{\Pi w_b K_d} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

которая используется при оценке ЭМС РЭС k -го типа.

6. Определение суммарной мощности НРП для K_r типов РЭС r -й территориально-ограниченной группировки.

Суммарная мощность НРП для K_r типов РЭС r -й территориально-ограниченной группировки рассчитывается согласно пунктов 2-5.

8. Оценка ЭМС B_r РЭС в r -й территориально-ограниченной группировке.

Оценка ЭМС B_r РЭС в r -й территориально-ограниченной группировке производится согласно условия (1). При выполнении этого условия для B_r РЭС r -й территориально-ограниченной группировки ЭМС этих средств обеспечивается за счет соответствующего множества назначенных частот при минимально допустимых по условиям размещения расстояниях между ними. В противном случае необходимо перейти к решению задачи пространственного разнеса РЭС на местности при выполнении условия

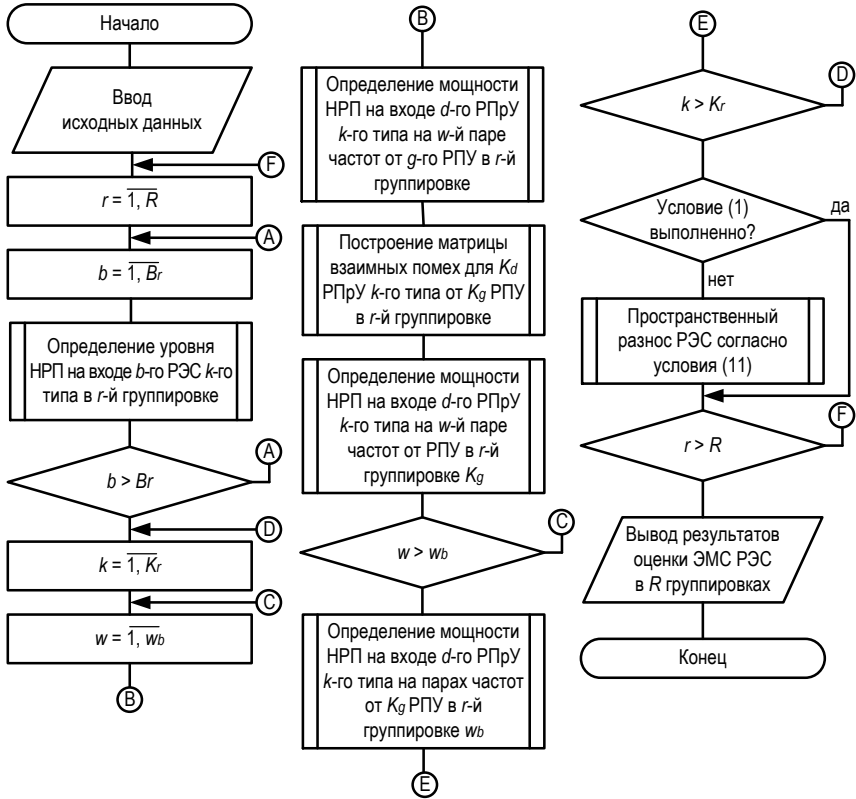


Рис. 2 – Формализованная последовательность решения задачи групповой оценки ЭМС в военно-морских группировках РЭС

$$S_{\min_r} \leq r_{gd} \leq S_{\max_r};$$

$$\sum_{g=1}^{B_r} \sum_{d=1}^{B_r} r_{gd} \leq L_r^*, g \neq d;$$

$$\Delta\varphi_{gd}, \Delta\varphi_{dg} \geq 90^\circ - \text{для РЭС, работающих в одном направлении};$$

$$\Delta\varphi_{gd}, \Delta\varphi_{dg} \geq 45^\circ - \text{для РЭС, работающих в двух направлениях};$$

$$\Delta\varphi_{0g} \geq 90^\circ - \text{для всех РЭС},$$

(11)

где $r_{gd} = \mathcal{A}((x_g, y_g); (x_d, y_d))$; x, y – координаты мест размещения РЭС в r -й территориально-ограниченной группировке;

S_{\min}, S_{\max} – наименьший и наибольший линейный размер площадки размещения r -й территориально-ограниченной группировки;

L_r^* – максимальная длина внутриузловых соединений в r -й территориально-ограниченной группировке;

$\Delta\varphi_{0g}$ – угол между направлением главного лепестка диаграммы направленности АУ g -го РЭС и направлением в центр r -й территориально-ограниченной группировки.

Таким образом, представленная последовательность оценки ЭМС РЭС в группировке Военно-морского флота позволяет производить расчет мощности помехи $P_{\Pi gd}$, приведенной ко входу РПрУ, без детализации каналов взаимного влияния. При этом в качестве критерия оценки ЭМС РЭС в r -й локальной группировке может служить суммарная мощность НРП на входе РПрУ, т.е. произведя проверку требований по отношению $P_c / (P_{\Pi} + P_{\Pi})$ для заданного качества связи $P_{\text{ош}}^* (a_{\text{ш}}^*) H^* \%$ при известной P_c , можно сделать вывод о выполнении условий ЭМС для заданных исходных данных.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акбашев Б.Б., Балук Н.В., Кечиев Л.Н. Защита объектов телекоммуникаций от электромагнитных воздействий. / Монография. – М.: Грифон, 2014. – 472 с.
2. ГОСТ 23611-79. Совместимость радиоэлектронных средств электромагнитная. Термины и определения. – М: Издательство стандартов, 1980. – 21с.
3. ГОСТ 24375-80. Радиосвязь. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1987. – 58с.
4. Управление радиочастотным спектром и электромагнитная совместимость радиосистем. / Под ред. М.А. Быховского. – М.: Эко-Трендз, 2006. – 376 с.
5. Шпак ВФ. и др. Информационные технологии в системе управления силами ВМФ (теория и практика, состояние и перспективы развития). – СПб: «Элмор», 2005. – 832 с.
6. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и радиоконтроль. Методы оценки и эффективности. / Монография. / Под ред. П.А. Сая. – М.: Радиотехника, 2015. – 400 с.

КОТОВ А.В., МЕТЕЛЕВА А.А., МИХАЙЛОВА Н.С.

О РЕАЛИЗАЦИИ ИННОВАЦИОННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ КУРСАНТОВ ВО И СПО ПО ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В военном образовании России в настоящее время происходят колоссальные изменения требований к условиям реализации программ специалитета. Данные изменения продиктованы временем, изменением отношения к военному специалисту, повышением требований к его подготовке. Так, например, результаты освоения программы специалитета должны быть представлены в виде универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций выпускников, список компетенций достаточно обширен. Это приводит к максимально концентрированному содержанию программы, кроме того, возникает ряд противоречий, которые необходимо решать за счет дополнительных ресурсов (методики, видов занятий, дополнительных педагогических приемов, а также инновационных технологий и др).

Далее подробнее рассмотрим один из таких проблемных вопросов: материал учебной программы, прежде всего, ориентирован на область и сферу будущей профессиональной деятельности выпускников, развитие умения выполнять задач профессиональной деятельности по предназначению. В то же время, при одновременной конкретизации программы и насыщением ее практической составляющей, понятие «общепрофессиональных компетенций» так же расширяется и углубляется.

Попытка решения данной проблемы прежними методами и средствами педагогического процесса не приносит положительных результатов. Возникает острая необходимость в реализации гораздо большего круга задач, но в те же сроки, для прежних нормативов. В нашем случае, поиск решения привел к выбору инновационных методов и приемов в сфере организации самой образовательной деятельности и внедрения в практику передового педагогического опыта.

Учебно-воспитательный процесс, занимающий в современном военном вузе ведущее место, направлен на передачу курсантам знаний, умений, навыков, формирование профессиональных качеств. Инновационная деятельность как преобразующая, направлена на изменение существующих форм и методов, средств обучения и воспитания, создание условий для наполнения образовательной среды и достижения новых целей.

Основное свойство реализации данной деятельности, не отрицание имеющегося опыта, а привнесение в него новых элементов для нового развития, или использование прежнего материала, но в другом направлении, в комбинации с другим.

Подробнее остановимся на отдельных направлениях реализации инноваций в образовательной деятельности, которые используются на кафедре газовых турбинных установок Военно-морского политехнического института ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия».

В этой связи уже скорректированы подходы к инновационной организации образовательного процесса - это повышение мобильности образовательного процесса за счет усиления практической направленности обучения. Маневренность, использование различных сопутствующих ситуаций позволяет более эффективно реализовывать задачи совершенствования организации подготовки военных кадров для ВМФ.

Конечно, такой подход требует детальной подготовки, необходимости учета различных факторов и выработки нескольких вариантов решений учебных задач, этап подготовки весьма энергоемок. Выявление инновационного потенциала различных методов обучения, оценка конкретных перспектив применения соответствующих инновационных технологий в рамках изучения учебного материала позволяет использовать образовательные технологии адресно.

Рассмотрим примеры такого подхода. Так, корабельная практика рассматривается как пространство для самореализации курсанта в области дипломного проектирования. В процессе практики проверяется степень теоретической и практической готовности курсанта к самостоятельной профессиональной деятельности, создаются дополнительные возможности для раскрытия, развития и обогащения профессионально-личностного опыта.

Программа корабельной практики курсантов включает в себя разработку индивидуальных заданий и контрольных вопросов, соответствующих тематике дипломного проектирования, для каждого курсанта. В программу практики преподаватели кафедры газовых турбинных установок ВМПИ включают производственно-технические экскурсии кораблям и судам обеспечения ВМФ. Основой для индивидуальных заданий на практике является система усложняющихся учебно-профессиональных задач, решение которых помогает курсанту в написании дипломной работы. Комплект индивидуальных заданий включает вопросы для аналитической и эмпирической части дипломного проекта. Обратная связь предусматривает наличие краткого отчета о проделанной исследовательской работе и дополнительных вопросов, возникающих в ходе дипломного проектирования.

Для активизации полученных знаний и знакомство с опытом работы лучших специалистов организовываются производственно-технические экскурсии. Курсанты беседуют со специалистами, посещают корабли Северного флота, береговую ремонтно-техническую станцию, рейдовую плавучую мастерскую, плавмастерскую.

Широко используются образовательные проекты, связанные с учебной деятельностью, но проходящие в неучебное время. Такие занятия, проходящие на производстве, выставках и т.д., проходят более наглядно и интересно. Организация экскурсий в научно-исследовательские институты так же является примером реализации инновационной организации образовательной деятельности при обучении курсантов ВО и СПО.

На кафедре газовых турбинных установок Военно-морского политехнического института ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» продолжают развивать производственное сотрудничество с ООО НТЦ «Микротурбинные технологии».

В целом, образовательная инициатива была проявлена преподавательским составом для решения задач кафедры, обеспечения непрерывного совершенствования учебного процесса, развития творческих способностей курсантов.

За прошедший учебный год реализованы программы экскурсий преподавателей и курсантов факультета турбинных энергетических установок, применения и эксплуатации вооружения и средств РХБЗ сил Флота, конференции, дипломное сопровождение выпускников, оказание методической помощи в подготовке научных работ курсантов военно-научного общества.

Цель партнерской программы нового учебного года – изучение использования аддитивных технологий при создании элементов газотурбинных двигателей. Реализация возможностей 3D-печати рассматривается как комбинация оперативного ремонта энергетических установок кораблей, повышение их надежности за счет применения новых полимерных материалов при изготовлении деталей.

Представитель ООО НТЦ «Микротурбинные технологии» - начальник технического отдела Барсков Виктор Валентинович и доцент кафедры газовых турбинных установок капитан 2 ранга Панкратов Александр Владимирович разрабатывают проект получения релевантного опыта и представления о реальных условиях работы с новыми технологиями у курсантов факультета турбинных энергетических установок, применения и эксплуатации вооружения и средств РХБЗ сил Флота.

Совместный процесс научной работы поможет реализовать потенциал будущих выпускников, их предрасположенность к конструкторской, исследовательской или технологической работе.

Таким образом, реализация инновационной организации образовательной деятельности газовых турбинных установок Военно-морского политехнического института ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия» показывает, что педагогические технологии, опытно-экспериментальная работа, обновление учебно-методического обеспечения образовательного процесса способствуют повышению качества образования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инновации в системе высшего образования: сборник научных трудов. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – 243 с.
2. Митракова Е. И., Реш О. А. Инновационная деятельность как фактор развития личности школьника в МАОУ лицей № 58 [Текст] // Актуальные вопросы современной педагогики: материалы VI Междунар. науч. конф. (г. Уфа, март 2015 г.). – Уфа: Лето, 2015. – С. 126-129.

КОТОВ В.С., КОТОВА И.Н., РЕЗНИКОВА Р.К.

СИНЕРГЕТИКА ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ КУРСАНТОВ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Аннотация.

В статье рассмотрена синергетика процесса обучения по курсу «Корабельные комбинированные энергетические установки» (КЭУ). С целью повышения качества образования офицерского состава ВМФ РФ.

Ключевые слова: синергетика, обучение, образование, КЭУ.

Введение:

Подготовка офицеров ВМФ РФ является важной задачей, так как от их уровня квалификации зависит безаварийная эксплуатация оборудования кораблей ВМФ и успешное выполнение боевых задач.

Для повышения качества военного образования предлагается использовать синергетический подход. В статье рассмотрено применение синергетического подхода на примере процесса освоения учебного курса «Корабельные комбинированные энергетические установки».

Ведущие принципы ФГОС – принципы преемственности и развития, которые реализуются в трёх компонентах стандарта:

1. Содержании основных образовательных программ.
2. Условиях реализации основной образовательной программы.
3. Требованиях к результатам освоения образовательных программ.

Процесс освоения учебного курса «Корабельные комбинированные энергетические установки» (далее – КЭУ) в соответствии с требованиями образовательного стандарта предусматривает переход от освоения обязательного минимума содержания знаний и умений к достижению индивидуального максимума результатов.

Вызовы и проблемы, которые обращают на себя особое внимание преподавателя – это компетенции обучаемых на каждом этапе обучения.

В освоении учебного курса КЭУ важную роль занимают метапредметные результаты обучаемых и освоенные ими универсальные учебные действия, ключевые компетенции и межпредметные понятия. Логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с дисциплинами по основам теории надежности и диагностики котлотурбинной техники и систем автоматического управления является основным багажом, позволяющим успешно освоить курс КЭУ.

Обучающийся к началу освоения дисциплины должен быть способен использовать усвоенные универсальные учебные действия, ключевые компетенции и межпредметные понятия в учебной, познавательной и социальной практике, самостоятельно планировать и осуществлять учебную деятельность, строить индивидуальную образовательную траекторию.

Итогом обучения по курсу КЭУ является сформированность у обучаемых способности принимать участие в проектировании энергетического оборудования кораблей. То есть, обучаемый должен демонстрировать не только

знания, умения и навыки, но и способность анализировать эксплуатационные данные по энергетическому оборудованию, с разработкой рекомендаций по поддержанию заданного уровня технической готовности материальной части заводования, в том числе способностью организовывать эффективное и безаварийное применение технических средств заводования по назначению в повседневных и боевых условиях эксплуатации.

Предметная область курса КЭУ в условиях ФГОС по уровню и особенностям компетенций выступает основным межпредметным компонентом.

Особенностями предметной области курса КЭУ, как межпредметного компонента:

1. В процесс обучения можно органично включить все имеющиеся у обучаемых накопленные знания, умения и навыки по другим курсам технических дисциплин для решения учебно-практических и учебно-познавательных задач, результатом которых становится конкретное проектное решение.

2. Предметная область курса КЭУ реализует один из основополагающих принципов современного образования - принцип личностного подхода, предполагающий максимальное развитие творческого потенциала обучаемых, формирование, способного наряду со знаниями, умениями и навыками привнести в дело свой талант.

Один из методических приемов при освоении курса КЭУ реализуется через принцип личностного подхода, опирающийся на синергетику творческого процесса самих обучаемых.

Синергетика, или принцип самоорганизации, сегодня представляется одним из наиболее популярных и перспективных междисциплинарных подходов. Термин синергетика в переводе с греческого означает «совместное действие». Синергетический подход к организации творческой деятельности должен учитывать особенности индивидуального и коллективного творчества. В индивидуальном творчестве главенствующим является стремление творческой личности к самостоятельности, свободе действий. Коллективное творчество предполагает необходимость сотрудничества (кооперации), личные интересы учитываются при этом опосредованно.

Курс КЭУ должен опираться на открытость предметной темы для реализации различных знания, умений, навыков и способов действия для достижения учебной цели.

Синергетика творческого процесса предоставляет обучаемым возможность из многовариантности решения поставленной учебной задачи, выбрать и реализовать нетривиальное проектное решение, используя весь свой потенциал.

Синергетика творческого процесса - это деятельность, порождающая новые материальные и духовные ценности. Это реализация преобразующей, продуктивной деятельности на более высоком уровне применения всего комплекса имеющихся у обучаемых навыков и умений. От других видов учебной деятельности она отличается тем, что осуществляется не по принципу реакции на изменение учебной среды, а по принципу создания новой образовательной среды, что в конечном итоге приводит к формированию нового уровня знания.

Синергетический подход к организации образовательного процесса по курсу КЭУ опирается на то, что всякая сложноорганизованная система обучения имеет, как правило, не единственный, а множество собственных, отвечающих ее природе, путей развития. Таким образом, учебный курс КЭУ должен способствовать самовыражению, самоутверждению и саморазвитию личности обучающихся через свободу выбора разнонаправленных действий, формирующих потребность в свободе и независимости, выступая одновременно, как сфера удовлетворения творческих потребностей обучаемых.

Синергетический подход способствует моделированию процесса формирования творческой направленности обучаемых в условиях реализации курса КЭУ. Это положение реализуется с учетом трех важнейших факторов синергетической методологии:

1. нелинейности взаимодействия в триаде «обучающийся – творческая деятельность – руководитель» через выявление руководителем для обучаемого личностного смысла его творческой направленности;

2. введение обучаемого в состояние творческого поиска с целью активизации развития творческой направленности через точки бифуркации: «инсайт» (сиюминутное схватывание сути, общих, существенных и необходимых свойств, отношений внутренней и внешней реальности), «озарение», «вдохновение», - от репродуктивного уровня деятельности до творческой;

3. резонансного взаимодействия «руководитель – обучаемый».

В чем заключается методологическая сущность синергетического подхода?

Во-первых, синергетика направляет внимание обучаемого не на копирование существующих проектных решений, а на поиск инновационных решений. Обучаемый вовлекается в творческий поиск сведений о новейших технических решениях в специальной области знаний, новейших технологиях и современных материалах.

В процессе творческого поиска происходит не только знакомство с новой информацией, но осуществляется накопление информации сверх определенной курсом КЭУ. Такая постановка задачи требует от обучаемого выполнения по крайней мере двух условий:

1. Условие выбора. Чтобы был возможен выбор, необходимо наличие множества вариантов проектного решения.

2. Условие памяти. Возникающая в результате случайного выбора информация должна запоминаться.

Если вариант проектного решения только один, можно говорить лишь о подборе материалов для его реализации. Происходит лишь реализация априорно заложенной информации, новой информации не возникает.

Если есть несколько вариантов проектных решений, то обучаемый сталкивается с выбором. Новая информация возникает только в результате запоминания случайного выбора.

Во-вторых, методология синергетики ставит задачи на проектирование с учетом многовариантности проектных решений. Отсюда исходными категориями синергетики для выбора проектного решения являются

системообразующие понятия: самоорганизация, открытость, сложность и случайность.

Готовность обучаемых к поиску многовариантных проектных решений формируется в ходе проблемных лекций. Проблемные лекции в учебном процессе используются с целью стимулирования у обучаемых активную познавательную деятельность и способствуют формированию творческого мышления. В ходе их проведения, обучаемые изучают проблематику обеспечения надёжности и топливной эффективности газотурбинных энергетических установок при проектировании и в эксплуатации, а также проблему выбора оптимальных режимов использования ГТУ.

Выводы.

Применение принципов синергетики познавательного процесса по курсу КЭУ требует от руководителя высокого уровня творческой и профессиональной компетенции. Необходимо создать учебную атмосферу доверия и открытости с учетом индивидуальных особенностей обучаемых.

Предполагается также наличие у руководителя совокупности творческих способностей и исследовательских умений, среди которых важное место занимают организаторские способности. Готовность к организации творческой деятельности обучаемых по курсу КЭУ раскрывается через соответствующие качества и свойства личности руководителя, такие как:

1. Осознание себя творческой индивидуальностью;
2. Творческая активность и самостоятельность в построении учебного процесса;
3. Потребность в творческом взаимодействии с обучаемыми;
4. Наличия знаний, умений, навыков и опыта организации процесса познания.

Сегодня требуется руководитель, способный овладеть технологиями, обеспечивающими индивидуализацию образования, достижение планируемых результатов, мотивированный на непрерывное профессиональное совершенствование и инновационное поведение, умеющий создавать новую открытую информационно-образовательную среду, далеко выходящую за границы основной учебной программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аршинов В.И., Малинецкий Г.Г., Князева Е.Н., Крукина Е.С., Горизонты синергетики: структуры, хаос, режимы с обострением / вып. 89. М. Ленед 2019.
2. Дудкина А.А., Постнеклассическая наука: синергетический подход в педагогической теории и практике / Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы современной науки достижения и инновации. Сборник научных статей по материалам III Международной научно-практической конференции. Уфа, 2020. С. 220-224.
3. Рахинский Д.В., Лунев В.В., Лунева Т.А., Щебляков Е.С. – принципы проектирования учебного процесса в условиях самоорганизации студентов: синергетический подход // Педагогика и просвещение. -2021. -№2.- С. 32 – 39.

КРАШЕНИНИН Л.А., КОРОСТЕЛЕВ А.Н., ШЕВЕЛЕВ Г.М.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРМЕТИЗИРОВАННЫХ АККУМУЛЯТОРОВ В ВМФ РФ

Аннотация

В настоящей статье проанализирована возможность качественного повышения характеристик свинцово-кислотных аккумуляторов путем внедрения на дизель-электрические подводные лодки герметизированных аккумуляторов.

Ключевые слова: подводные лодки, свинцово-кислотные аккумуляторы, герметизированные аккумуляторы.

В ВМФ РФ наибольшее распространение свинцово-кислотные аккумуляторы (СКА). На дизель-электрических подводных лодках СКА являются основным источником электроэнергии в подводном положении, на атомных ПЛ они выполняют роль резервного источника питания. При срабатывании аварийной защиты ядерного реактора, аварийных ситуациях с ГЭУ без них невозможен ввод ГЭУ и движение в подводном положении. Особенно важна роль СКА при подледном плавании ПЛ.

Свинцово-кислотные АБ, в первую очередь, отличает высокое качество энергии, безопасность эксплуатации, относительно низкая стоимость, развитая сырьевая и производственные базы, практически полная переработка отработанных аккумуляторов и возврат свинца. Значительный объем производства свинцовых аккумуляторов делает высокоэффективным любое улучшение его характеристик [4].

И наконец, наиболее значимой характеристикой аккумуляторов является их первоначальная стоимость. Поэтому при выборе ХИЭ его стоимость является одним из важнейших параметров (табл. 1) [2].

Таблица 1

Сравнение аккумуляторов по их первоначальной стоимости

Тип аккумулятора	Относительная стоимость
Свинцово-кислотный (тяговый)	1
Свинцово-кислотный (герметизированный)	1,5
Никель-водородный	6
Никель-кадмиевый (герметизированный)	5
Никель-металлгидридный	6-8
Никель-железный	2-3
Никель-цинковый	3-5
Серебряно-цинковый	5-8
Литий-ионный	10

Однако существенными недостатками СКА являются обильное газовыделение и большой объем трудозатрат на их тобслуживание.

Существует реальный путь качественного повышения характеристик СКА, связанный с разработкой герметизированных СКА. Такие аккумуляторы имеют срок службы свыше 10 лет, являются безуходными, стоимость их превышает стоимость обычных СКА не более, чем на 2—30 % [2].

Основная тенденция развития СКА связана с переходом их на герметичное исполнение. Это позволит значительно увеличить срок службы, снизить газовыделение из аккумулятора, уменьшить расходы на их обслуживание. При эксплуатации многовольтных аккумуляторных батарей затраты на их обслуживание соизмеримы со стоимостью самой батареи [5].

В 70-х годах XX века были созданы необслуживаемые свинцово-кислотные АБ, способные работать в любом положении. Жидкий электролит в них сменили гелевым или адсорбированным (впитанным) сепараторами электролитом, батареи герметизировали, а для отвода газов установили клапаны (см. рис. 1).

Абсолютная герметизация СКА невозможна, т.к. нельзя обеспечить полную рекомбинацию выделяющихся H_2 и O_2 . Но специальными мерами выделение газов и потери воды в процессе эксплуатации удается свести к минимуму.



Рис. 1 – Устройство клапанно-регулируемого СКА

Для загущивания электролита используют силикагель SiO_2 , который обладает высокой пластичностью и заполняет и электроды, и сепаратор. Благодаря своей вязкости он хорошо удерживается в порах и способствует эффективному использованию активных веществ электродов. Транспортировка кислорода обеспечивается по трещинам, которые появляются при усадке твердеющего электролита. Такая технология называется VRLA (клапанно-регулируемой свинцово-кислотной). Устройство АБ, построенной по данной технологии, показано на рис. 2.



Рис. 2 – Устройство герметизированной АБ с загущенным электролитом

При другом методе иммобилизации применяется сепаратор из стекловолокна с высокой пористостью и хорошей смачиваемостью в растворе серной кислоты. Такой сепаратор не только разделяет электроды, но благодаря тонкой структуре волокон обеспечивает удержание электролита в порах и высокую скорость переноса кислорода.

Применение стекловолоконного сепаратора и плотная сборка блока электродов способствуют уменьшению осыпания активной массы положительного электрода и разбухания губчатого свинца на отрицательном (см. рис. 3). Такая технология называется AGM (адсорбирующее стекловолокно).

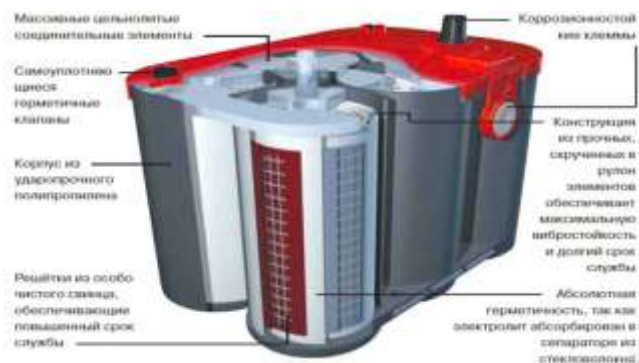


Рис. 3 – Устройство герметизированной АКБ, построенной по технологии AGM

Межэлементные соединения этих батарей выполнены большего объема, что позволяет повысить прочность батареи и снизить внутреннее сопротивление. Конструкция спиральных элементов обеспечивает защиту от вибрации и увеличивает срок службы. Конструкция пластин из чистого свинца обеспечивает

быстрый заряд и разряд АБ. Для снижения выделения водорода свинцово-сурьмянистые сплавы токоведущих решеток заменяются другими, обеспечивающими более высокое перенапряжение выделения водорода. Применяются сплавы свинца с кальцием, сплавы свинца с оловом и другие.

Снижению газовыделения способствуют и рекомендуемые для герметизированных аккумуляторов режимы заряда, при которых ток понижается по мере их заряжания. АО «Электротяга» изготавливает стационарные свинцовые герметизированные аккумуляторы (СГА) с загущенным электролитом, внешний вид которых представлен на рис. 4.



Рис. 4 – Герметизированные аккумуляторы АО «Электротяга»

Такие аккумуляторы имеют увеличенный срок службы до 20 лет, гарантийный срок службы – 5 лет, рабочий диапазон температур: $+30 \div -500\text{C}$, минимальное газовыделение, низкий саморазряд (менее 0,1% в сутки), что позволяет снизить затраты по обслуживанию батарей. Аккумуляторы изготавливаются во взрыво- и пожаробезопасном исполнении. Емкостные характеристики СГА, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Емкостные характеристики СГА

Тип аккумуля- тора	Режимы разряда, ч									
	10		5		3		1		0,5	
	Ток, А	Емкость, А·ч	Ток, А	Емкость, А·ч	Ток, А	Емкость, А·ч	Ток, А	Емкость, А·ч	Ток, А	Емкость, А·ч
СГА-350	35	350	58	298	85	256	179	179	252	126
СГА-420	42	420	72	354	102	307	214	214	294	147
СГА-490	49	490	83	417	119	356	245	245	320	160
СГА-600	60	600	102	510	144	432	290	290	372	186
СГА-800	80	800	136	680	195	590	410	410	524	262
СГА-1000	100	1000	170	850	244	730	500	500	660	330
СГА-1200	120	1200	204	1020	296	888	600	600	792	396

К настоящему времени получены СГА емкостью 4500 А·ч.

Повреждение корпуса СГА приводит к снижению отдаваемой емкости, но более серьезных проблем не возникает. Даже при полном разрушении контейнера аккумулятора емкость его становится меньше только на 14 %, так как электролит не вытекает, а задерживается в порах электродов и сепаратора. При вскрытии 50 % площади бака аккумуляторы остаются годными для эксплуатации при снижении разрядной емкости на 15-20 %. Герметизированные свинцово-кислотные аккумуляторные батареи емкостью до 10÷20 А·ч применяются как источники питания для разнообразной портативной аппаратуры и инструментов в тех случаях, когда масса не является определяющим критерием для выбора источника тока, а также в системах бесперебойного питания, телекоммуникаций, информационных системах, для аварийного оборудования и т.д., где они работают в буферном режиме.

Расчеты показали, что даже при указанных в табл. 2 емкостных характеристиках СГА могут заменить обычные СКА, существенно снизив при этом трудозатраты на их техническое обслуживание и газовыделение, что обеспечит высокую взрывопожарозащищенность АБ [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации аккумуляторных батарей ПЛ ВМФ (РЭАБ – 78) – М: Военное издательство МО СССР, 1991.
2. Сенной Н.Н., Шевелев Г.М. Аккумуляторные установки. Учебник - СПб: ВМПИ, 2021.
3. Якушенко Е.И., Сенной Н.Н., Шевелев Г.М. Современная энергетика и перспективы ее использования на подводном флоте России. Монография – СПб: ВМПИ, 2016.
4. Разработка и производство химических источников тока. АО «Энергия»: г. Елец, 2019.
5. Казаринов А.Н., Сенной Н.Н., Шевелев Г.М. Состояние и перспективы развития химических источников электроэнергии. Сборник материалов по химическим источникам электроэнергии – СПб: ВМПИ, 2020.

КРАТКОЕ ВВЕДЕНИЕ В РЯДЫ ФУРЬЕ

Аннотация.

Как известно, тригонометрические ряды Фурье служат одним из математических оснований теоретической радиоэлектроники и, потому, ясное понимание их происхождения должно способствовать сознательному усвоению этого важного предмета. Самым естественным путем их введения мы считаем ряды Лорана теории функций комплексной переменной. Настоящим же сообщением мы предлагаем второе – относительно простое и краткое введение в ряды Фурье, исходящее из школьной геометрической прогрессии. А именно: на единичной окружности комплексной плоскости симметричная геометрическая прогрессия есть тригонометрический ряд Дирихле, ее значение – функция Дирихле, предел же последней – предельная дельта-функция Дирака и интегральное ядро тождественного разложения в ряд Фурье.

Ключевые слова: ряды Фурье, тригонометрическая функция Дирихле, дельта-функция Дирака.

В классической монографии Фукса и Шабата [3] мы читаем: «На единичной окружности ряд Лорана ... является рядом Фурье функции $F(t) = f(e^{it})$ ». А именно: функция $f(z)$, регулярная в узком кольце вблизи единичной окружности, в этом кольце может быть представлена степенным рядом Лорана:

$$f(z) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} c_m \cdot z^m, \quad (1)$$

который на самой единичной окружности: $z = z(t) = e^{it}$; $dz(t) = i e^{it} dt$; $0 \leq t < 2\pi$,

есть комплексный ряд Фурье периодической функции $F(t) = f(z(t))$ вещественной фазовой переменной t :

$$\left\{ \begin{array}{l} F(t) = f(z(t)) = f(e^{it}) = \sum_{m=0}^{\infty} c_m \cdot e^{imt}; \\ c_m = \frac{1}{2\pi i} \oint_{|z|=1} \frac{f(z) \cdot dz}{z^{m+1}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} F(t) \cdot e^{-imt} dt. \end{array} \right. \quad (2)$$

Если же не говорить о рядах Лорана, как это делается в других классических руководствах по рядам Фурье (см. [1-2]), то вторым простым и строгим введением в тот же предмет мы считаем подход, исходящий из предельной

симметричной геометрической прогрессии на единичной окружности комплексной плоскости.

1. *Симметричная геометрическая прогрессия.*

Напомним: *геометрической прогрессией* называется бескоэффициентный степенной ряд:

$$1 + q + q^2 + \dots + q^n = \frac{1 - q^{n+1}}{1 - q}; \quad |q| < 1; \quad n = 1, 2, \dots \quad (3)$$

При четном значении своего степенного параметра $n: n = 2m$, он имеет нечетное количество $2m+1$ степенных слагаемых со средним слагаемым q^m . Почленное деление на него слева дает нам *симметричную геометрическую прогрессию*:

$$\frac{1}{q^m} (1 + q + q^2 + \dots + q^{2m}) = q^{-m} + \dots + 1 + q + \dots + q^m \quad (4)$$

=

правая часть которой после того же деления на q^m :

$$= \frac{1}{q^m} \frac{1 - q^{2m+1}}{1 - q} = \frac{q^{-m} - q^{m+1}}{1 - q} = \quad (5)$$

симметризуется дополнительным делением на $q^{1/2}$:

$$= \frac{q^{-1/2}}{q^{-1/2}} \frac{q^{-m} - q^{m+1}}{1 - q} = \frac{q^{-m-1/2} - q^{m+1/2}}{q^{-1/2} - q^{1/2}}. \quad (6)$$

И таким путем мы получаем *конечную симметричную геометрическую прогрессию и симметричную формулу суммы ее слагаемых*:

$$\sum_{k=-m}^m q^k = \frac{q^{-m-1/2} - q^{m+1/2}}{q^{-1/2} - q^{1/2}}; \quad m = 1, 2, \dots \quad (7)$$

2. *Тригонометрическое тождество Дирихле.*

Выйдем, теперь, в комплексную плоскость, на ее единичную окружность: $|q| = 1 \leftrightarrow q = e^{ix}$:

$$\left. \begin{aligned} (e^{ix})^k &= e^{ikx} = \cos kx + i \sin kx \\ (e^{-ix})^k &= e^{-ikx} = \cos kx - i \sin kx \end{aligned} \right\} \Leftrightarrow \begin{cases} \cos kx = (e^{ikx} + e^{-ikx}) / 2; \\ \sin kx = (e^{ikx} - e^{-ikx}) / 2i. \end{cases} \quad (8)$$

Там наша симметричная геометрическая прогрессия:

$$\sum_{k=-m}^m (e^{ix})^k = \sum_{k=-m}^m e^{ikx} = \quad (9)$$

оказывается суммой пар комплексно сопряженных экспонент и их удвоенных вещественных частей – тригонометрических косинусов $\cos kx$:

$$= 1 + \sum_{k=1}^m (e^{-ikx} + e^{ikx}) = 1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx = \quad (10)$$

а ее правая часть:

$$= \frac{e^{-i(m-1/2)x} - e^{i(m+1/2)x}}{e^{-ix/2} - e^{ix/2}} = \quad (11)$$

– вещественным отношением двух тригонометрических синусов:

$$= \frac{\sin((m+1/2)x)}{2i} \frac{2i}{\sin(x/2)} = \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)}, \quad (12)$$

называемым *тригонометрической функцией Дирихле* (*Gustav Lejeune-Direchlet; 1805-1859*).

То есть:

$$1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx = \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)}; \quad -\pi < x < \pi. \quad (13)$$

3. Интеграл Дирихле.

Понятно, что все косинусы $\cos kx$ на отрезке $-\pi < x < \pi$ совершают многократные периодические колебания и заматают нулевую площадь:

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos kx dx = \frac{\sin k\pi - \sin(-k\pi)}{k} = 0; \quad k = 1, 2, \dots, \quad (14)$$

что по этой причине во всей их сумме ненулевой вклад дает лишь непериодическое единичное слагаемое 1 :

$$\int_{-\pi}^{\pi} (1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx) dx = \int_{-\pi}^{\pi} 1 dx + 0 = 2\pi, \quad (15)$$

и полученное таким образом число 2π есть числовое значение *тригонометрического интеграла Дирихле*:

$$\int_{-\pi}^{\pi} \frac{\sin((m + 1/2)x)}{\sin(x/2)} dx = \int_{-\pi}^{\pi} (1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx) dx = 2\pi, \quad (16)$$

при всех натуральных числах m : $m = 1, 2, \dots$

4. Предельная функция Дирихле.

Полученный нами тригонометрический ряд Дирихле таков:

$$\sum_{k=-m}^m e^{ikx} = 1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx = \frac{\sin((m + 1/2)x)}{\sin(x/2)}; \quad -\pi < x < \pi, \quad (17)$$

что при нулевом x : $x = 0$, все его косинусы обращаются в единицы и когерентно складываются в их большое количество $2m$:

$$1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx = 1 + 2m \quad \text{при } x = 0, \quad (18)$$

равно как и их функция Дирихле при $x \rightarrow 0$ имеет раскрываемую неопределенность $0/0$:

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin((m + 1/2)x)}{\sin(x/2)} = \frac{(m + 1/2)x}{x/2} = 2m + 1. \quad (19)$$

А вне нуля те же косинусы некогерентно колеблются со всевозможными частотами и своими единичными амплитудами.

Поэтому: переходя же от конечных к неопределенно большим значениям числа m , мы получаем *предельную функцию Дирихле*:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)} = \begin{cases} 0 & \text{при } x \neq 0; \\ \lim_{m \rightarrow \infty} (2m+1) = \infty; & x = 0, \end{cases} \quad (20)$$

которая есть одно из явных представлений *дельта-функции Дирака* $\delta(x)$ (Paul DIRAC, 1902-1984):

$$\begin{cases} \delta(x) = \frac{1}{2\pi} \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)} = \begin{cases} \infty; & x = 0; \\ 0; & x \neq 0, \end{cases} \\ \int_{-\pi}^{\pi} \delta(x) dx = 1. \end{cases} \quad (21)$$

5. *Тождественное преобразование Фурье.*

Итак: полученная нами импульсная функция Дирака как предельная функция Дирихле:

$$\delta(x) = \frac{1}{2\pi} \lim_{m \rightarrow \infty} \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)} = \quad (22)$$

имеет показательное определение:

$$1 + 2 \sum_{k=1}^{\infty} \cos kx = \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{ikx} = \begin{cases} \infty; & x = 0; \\ 0; & x \neq 0, \end{cases} \quad \int_{-\pi}^{\pi} \delta(x) dx = 1 \quad (23)$$

и такова, что, сворачиваясь со всякой ограниченной и однозначной функцией $f(x)$, она выделяет в ней ее числовое значение $f(0)$:

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot \delta(x) \cdot dx = f(0) \cdot \int_{-\pi}^{\pi} \delta(x) \cdot dx = f(0). \quad (24)$$

Будучи же сдвинутой вдоль вещественной оси на конечное число s :

$$\delta(x) = \delta(x-0) \rightarrow \delta(x-s), \quad (25)$$

она выделяет в той же функции $f(x)$ ее числовое значение $f(s)$:

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot \delta(x-s) \cdot dx = f(s); \quad |x-s| < \pi. \quad (26)$$

и является *интегральной плотностью (ядром) тождественного преобразования*.

Сдвиг же вещественной переменной x : $x \rightarrow x - s$, в показателе экспоненты e^{ikx} превращает ее в произведение экспонент:

$$e^{ikx} \rightarrow e^{ik(x-s)} = e^{ikx} e^{-iks}. \quad (27)$$

После чего совершаемое сдвинутой дельта функцией *тождественное преобразование*:

$$f(s) = \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cdot \delta(x-s) \cdot dx = \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \left(\frac{1}{2\pi} \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{ikx} e^{-iks} \right) dx = \quad (28)$$

представляется парой взаимно-обратных действий:

$$= \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{-iks} \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) e^{ikx} dx = \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{-iks} f_k, \quad (29)$$

которые и являются *разложением в ряд Фурье периодической функции $f(x)$ (Joseph Fourier; 1768-1830)*.

Прямым его действием получают *вращательные амплитуды f_k заданной функции $f(x)$* , а ему *обратным действием исходная функция $f(x)$ восстанавливается по полному множеству своих вращательных амплитуд f_k* :
То есть:

$$f(x) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} e^{-ikx} f_k \quad \leftrightarrow \quad f_k = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(s) e^{iks} ds. \quad (30)$$

Вот и все. Из чего далее следует общеизвестная теория тригонометрических рядов периодических функций.

5. Математическое дополнение.

В качестве *математического дополнения* приведем явное разностное суммирование геометрической прогрессии и тригонометрического ряда Дирихле.

Напомним о том, что показательная функция q^k натуральной переменной k натурально дифференцируется по ней:

$$\frac{d}{dk} q^k = \frac{q^{k+1} - q^k}{k+1-k} = (q-1) \cdot q^k \quad \leftrightarrow \quad (31)$$

имеет натуральную первообразную функцию $q^k/(q-1)$:

$$\leftrightarrow \quad q^k = \frac{d}{dk} \frac{q^k}{q-1}, \quad (32)$$

и что поэтому геометрическая прогрессия *натурально суммируется по Ньютону-Лейбницу*:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^{\infty} q^k &= \sum_{k=0}^{\infty} dk \frac{d}{dk} \frac{q^k}{q-1} = \sum_{k=0}^{\infty} d_k \frac{q^k}{q-1} = \\ & \left. \frac{q^k}{q-1} \right|_{k=0}^{n+1} = \frac{q^{n+1} - 1}{q-1}. \end{aligned} \quad (33)$$

Точно так же и в тригонометрическом ряде Дирихле:

$$1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx = \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)}; \quad -\pi < x < \pi, \quad (34)$$

его правая часть есть *натуральная первообразная функция*:

$$\frac{d}{dk} \frac{\sin((k-1/2)x)}{\sin(x/2)} = \frac{\sin((k+1/2)x) - \sin((k-1/2)x)}{\sin(x/2)} = \quad (35)$$

суммируемых слева тригонометрических косинусов:

$$\frac{2 \sin(x/2) \cdot \cos kx}{\sin(x/2)} = 2 \cos kx, \quad \text{где: } \sin x - \sin y = 2 \sin \frac{x-y}{2} \cdot \cos \frac{x+y}{2} \quad (36)$$

И, потому, их тригонометрический ряд:

$$1 + 2 \sum_{k=1}^m \cos kx = 1 + 2 \sum_{k=1}^m d_k \frac{\sin((k-1/2)x)}{\sin(x/2)} = \quad (37)$$

также явно суммируется, но Ньютону-Лейбницу:

$$= 1 + \frac{\sin((k-1/2)x)}{\sin(x/2)} \Big|_{k=1}^{m+1} = 1 + \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)} - 1 = \frac{\sin((m+1/2)x)}{\sin(x/2)}. \quad (38)$$

Выводы.

Итак, помимо введения ряда Фурье как частного случая комплексного ряда Лорана, мы предлагаем второе, относительно простое и строгое, введение в ряды Фурье, не требующее больших познаний в теории функций комплексной переменной. Его пользу мы видим в том, что оно знакомит с дельта-функцией Дирака, первообразная функция которой моделирует прямоугольные импульсы как тактовые импульсы всевозможных электронных устройств и зондирующие импульсы радиолокационных станций.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Смирнов. Курс высшей математики. Т.2. Гл.6. Ряды Фурье. – Последние издания.
2. Г. М. Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 3. Гл. 19-20. Ряды Фурье.
3. Б. А. Фукс и Б. В. Шабат. Функции комплексного переменного и некоторые их приложения. – М., 1959. Сс. 239-240.

НЕКОТОРЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Аннотация.

В статье представлен обзор о направлениях развития современных технологий изготовления радиоэлектронных устройств с точки зрения информационного обеспечения системы противодействия. В работе приведены некоторые технологические возможности, применяемые при создании радиоэлектронных устройств, которые направлены на улучшение их основных технических параметров: уменьшение габаритов и массы аппаратуры, повышение быстродействия и надежности, уменьшение стоимости изготовления.

Ключевые слова: радиоэлектронные устройства, метод изготовления низкотемпературной керамики, акустооптические устройства.

Введение.

Развитие антропогенных и техногенных факторов, влияющих на эффективность и работоспособность радиоэлектронных систем, являются основной проблематикой, на решение которой направлено развитие систем противодействия [1]. С одной стороны, методы ведения радиоэлектронного наблюдения, а также усовершенствование основных характеристик устройств радиотехнического мониторинга позволяют с высокой точностью создавать схемы построения средств радиоэлектронного противодействия. С другой стороны, с помощью радиоэлектронной маскировки возможно выявить радиоэлектронные средства (РЭС), необходимые для собственной радиоэлектронной защиты (РЭЗ) систем.

Существует три приоритетных направления развития системы радиоэлектронного противодействия на основе информационного обеспечения на всех уровнях (от стратегического до тактического звена) [1]:

- Автоматизация процессов и процедур управления с учётом невозможности полной автоматизации.

- Роботизация систем и средств при невозможности глобальной роботизации.

- Создание, применение и развитие способов адаптации искусственного интеллекта для управления радиоэлектронными системами при неизменном присутствии и контроле со стороны человека (оператора).

Стратегическое радионаблюдение путём поиска, обнаружения, пеленгования излучений получает сведения об экономическом, техническом потенциале конкурента. Tактический радиотехнический мониторинг на основе анализа различного спектра радиочастот определяет тип и назначение РЭС (наземной, воздушной, космической) [1]. Радиоэлектронная маскировка, направленная на снижение эффективности средств радионаблюдения и мониторинга, применяется в условиях несанкционированного приёма сигналов за счёт действия непредсказуемых факторов (от случайного местонахождения РЭС противника или от изменения параметров среды). В условиях действия

радиоэлектронных помех ответной мерой является РЭЗ, основанная на принципах помехозащищенности и устойчивости РЭС.

В основу современных систем информационного обеспечения положено сочетание следующих процессов:

- 1) Получение информации и автоматизированная оперативная её обработка.
- 2) Передача информации по каналам связи.
- 3) Использование информации органами управления и исполнительными элементами для эффективного противодействия в условиях быстроменяющихся реалий.

Наиболее существенные изменения при этом претерпевают подсистемы информационного обеспечения – обработка и использование информации, так как для получения точной информации и быстрой её обработки необходимо своевременно ограничивать множество типов данных и сведений с последующим вычленением единственно-верного пакета информации размером, согласованным с пропускной способностью каналов системы передачи информации в военных объединениях. Для этого необходимо изготавливать миниатюрные, надёжные и в тоже время быстродействующие, широкополосные РЭС, которые позволяют не только подавлять помехи (запрещение и/или затруднение приёма РЭС противника), но и заменять или искажать информацию в различных ситуациях.

Таким образом, традиционные способы и объекты воздействия на основе информационного обеспечения на данный момент имеют тенденцию глобальной технологической радиоэлектронизации системы противодействия.

Основными потребителями СВЧ-устройств и систем на их основе являются высокоскоростные (в перспективе ≥ 100 Гбит/с) системы передачи данных, системы космической, спутниковой и мобильной связи, радиолокационные и радионавигационные системы и т. д. Ключевым составляющим элементом этих систем, во многом определяющих их чувствительность, дальность действия и другие качественные характеристики, являются керамические платы, входящие в состав микросборок функциональных РЭС. В настоящее время они изготавливаются по классической толстопленочной технологии, которая обладает одним из существенных недостатков – высокой трудоемкостью, за счет того, что изготовление полного количества слоев платы происходит поэтапно друг за другом. Применение новых подходов в изготовлении СВЧ-плат, внедрение новых процессов, позволяющих проводить изготовление слоев параллельно, положительно влияет на основные технические параметры РЭС: уменьшение массогабаритных свойств аппаратуры, повышение надежности и быстродействия, уменьшение стоимости изготовления в серийном производстве [2, 3].

С одной стороны, использование керамических или стеклокерамических композитов является эффективным способом адаптации микроструктуры, электрических и тепловых свойств функциональных материалов для микроволновых подложек. С другой стороны, такой подход позволяет изготавливать слоистые структуры со скрытыми пассивными электронными элементами. Для осуществления производства керамических плат с высокой эффективностью разработана передовая технология изготовления плат с

применением метода низкотемпературного обжига керамики (КНТО). Данная технология обеспечивает гибкость проектирования и изготовления, относительно низкую стоимость, высокую степень миниатюризации и интеграции.

Другим технологическим аспектом изготовления радиоэлектронных систем информационного противодействия является создание быстродействующих и широкополосных радиоэлектронных устройств, например, акустооптоэлектронного спектроанализатора, применяемого в целях радиотехнического мониторинга. Акустооптические устройства активно используются в промышленности при создании различных приборов, например, акустооптических фильтров для спектрометров, перестраиваемых лазеров, многоканальных дефлекторов, модуляторов лазерного излучения, оптических процессоров, обладающих возможностью параллельной обработки информации в реальном масштабе времени, высоким быстродействием, малыми габаритными размерами и массой; незначительной потребляемой мощностью и низкой стоимостью [4].

Наиболее перспективными устройствами ввода информации в оптические системы являются акустооптические модуляторы света, принцип работы которых основан на упругооптическом эффекте. Интерес к акустооптическим модуляторам (АОМ) объясняется тем, что они позволяют обрабатывать сигналы со значительной полосой пропускания (более 1 ГГц), сохраняют большие объёмы информации, просты в изготовлении, имеют низкую стоимость и малую потребляемую мощность. Кроме того, на базе АОМ достаточно просто реализуются пространственно-многоканальные системы. Дополнительно возможно с помощью АОМ определить поляризацию радиосигнала [5].

При создании акустооптического (АО) устройства существует проблема согласования импеданса материала кристалла и материала пьезопреобразователя для того, чтобы улучшить передачу акустической энергии из преобразователя в кристалл. К современным материалам при создании АО приборов относятся монокристаллы парателлурита (TeO_2) и ниобата лития (LiNbO_3). Ключевым элементом акустооптических модуляторов является акустооптическая ячейка (АОЯ), которая, в свою очередь, состоит из акустооптического кристалла (светозвукопровода) и присоединенного к нему кристалла пьезопреобразователя, определяющие работоспособность, частотные характеристики, быстродействие прибора.

Принцип действия АОЯ основан на дифракции света на бегущей ультразвуковой волне в оптически прозрачном материале (кристалле), которая создаётся пьезоэлектрическим преобразователем, присоединённый к кристаллу. Благодаря появлению участков сжатия и растяжения, возникающих в кристалле и различающихся показателем преломления, в среде формируется дифракционная решётка. Световой пучок образует несколько выходных пучков (дифракционных порядков), разнесённых в пространстве под равными углами относительно друг друга. При помощи апертурной диафрагмы из всех выходных лучей выделяется первый максимум, существующий только при наличии звуковой волны в АОЯ, в которой все остальные волны блокируются. Следовательно, пьезопреобразователь определяет максимальную

эффективность и широкополосность, а также быстродействие и стабильность акустооптоэлектронного спектроанализатора.

Выводы.

Таким образом, в работе приведён анализ современного состояния систем информационного противодействия. С одной стороны, необходима автоматизация процессов и процедур управления; роботизация систем и средств; развитие способов адаптации искусственного интеллекта для управления радиоэлектронными системами. С другой стороны, с точки зрения информационного обеспечения, для получения достоверной информации и быстрой её обработки требуется разработка и внедрение миниатюрных, обладающих высокой стабильностью рабочих характеристик и параметров, быстродействующих, широкополосных радиоэлектронных устройств.

Технология создания СВЧ-плат с использованием метода низкотемпературного обжига керамики обеспечит относительно низкую стоимость производства, а также гибкость проектирования и изготовления, высокую степень миниатюризации и интеграции компонентов. Разрабатываемые новые материалы СВЧ-плат включают низкую диэлектрическую проницаемость для минимизации задержки распространения сигнала, низкие диэлектрические потери для обеспечения частотной избирательности и ограничения энергопотребления, а также низкую температуру спекания для возможности хорошей совместимости и интеграции различных компонентов керамических плат.

Другим перспективным технологическим решением задачи увеличения быстродействия обработки информации и ширины полосы пропускания радиосигналов систем радиотехнического мониторинга является разработка и внедрение динамических дифракционных решеток акустооптических устройств. Данная технология направлена на создание акустооптической ячейки с дифракционной решёткой сложного состава, что позволяет в реальном времени изменять за микросекунды параметры управления характеристиками акустооптоэлектронного спектроанализатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Перунов Ю.М., Мацукевич В.В., Васильев А.А. Зарубежные радиоэлектронные средства / Под ред. Ю.М. Перунова. В 4-х книгах. Кн. 2: Системы радиоэлектронной борьбы. – М.: Радиотехника, 2010. – 352 с.
2. Cheng-Liang Huang, Jun-Lin Huang, Meng-Hung Tsai. Ultra-low temperature sintering and temperature stable microwave dielectrics of $(\text{Mg}_{1-x}\text{Zn}_x)\text{V}_2\text{O}_6$ ($x=0-0.09$) ceramics // Journal of Asian Ceramic Societies, 2020. DOI: 10.1080/21870764.2020.1848037.
3. Dong Wang, Lingxia Li, Mingkun Du, Yu Zhan. A low-sintering temperature of microwave dielectric ceramics for 5G LTCC applications with ultralow loss // Ceramics International. V. 47 (2021). P. 28675–28684.
4. Роздобудько В.В., Помазанов А.В., Крикотин С.В., Примак В.П., Буянов А.Б., Шиббаев С.С., Новиков В.М. Акустооптический измеритель частотно-временных параметров СВЧ радиосигналов // Специальная техника, 2011. - №3. – С. 8-24.
5. Пожар В.Э., Пустовойт В.И. Современные проблемы применения акустооптических фильтров в спектрометрии // III Междунар. конф. «Акустооптические и радиолокационные методы измерений и обработки информации». Суздаль, 2009. - С. 23–27.

КНЯЗЕВ И.А., ПРОЩИН Ю.В., САМАТОВ А.А.

МОДЕЛЬ ПРОТИВОБОРСТВА БРОНЕОБЪЕКТА В СОСТАВЕ С КОМПЛЕКСОМ ОПТИКО - ЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ И УПРАВЛЯЕМОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО СНАРЯДА

Аннотация.

В статье рассматриваются пространственно-временные характеристики аэрозольной завесы, обеспечивающей оптико-электронное подавление системам наведения высокоточного оружия. Приводятся результаты вычислительного эксперимента, позволяющие оценить вероятность попадания управляемого артиллерийского снаряда в цель, вероятность успешного противодействия аэрозольной завесы за цикл подсвета лазерного целеуказателя.

Ключевые слова: аэрозольная завеса, управляемый артиллерийский снаряд, оптико-электронное противодействие.

Анализ последних военных конфликтов показывает высокую уязвимость объектов вооружения, военной и специальной техники от средств разведки, высокоточного оружия артиллерии и противотанковых средств, при функционировании которых используются специальные средства, лазерные целеуказатели, лазерные целеуказатели-дальномеры.

Одновременно с появлением первых управляемых противотанковых боеприпасов и комплексов управляемого артиллерийского вооружения был начат поиск средств защиты вооружения, военной и специальной техники путем помехового воздействия на их системы наведения и целеуказания высокоточным боеприпасам. К концу 80-х годов, в СССР и других иностранных государствах появились первые бортовые комплексы оптико-электронного противодействия (КОЭП) для защиты танков.

В последние годы в армиях многих государств вопрос о применении аэрозолей выходит за рамки традиционной маскировки и приобретает значение многоцелевого средства обеспечения боевых действий войск. Это обусловлено расширением круга задач, которые возможно решать с помощью аэрозолей. Кроме широко известного использования аэрозолей для маскировки от визуального наблюдения противника аэрозоли рассматриваются как перспективное средство противодействия телевизионным и лазерным системам управления оружием, системам подсвета целей (целеуказатели, дальномеры и др.) работающие в видимом (0,76–1,5 мкм) и среднем (1,5–15 мкм) инфракрасном участке спектра электромагнитного излучения.

Современный взгляд на развитие средств защиты вооружения и военной специальной техники раскрывает важность КОЭП, как обязательную составную часть системы защиты большинства современных бронированных боевых машин. Опыт работы по оснащению вооружения, военной и специальной техники КОЭП и их совершенствование, позволяет сформировать облик системы защиты нового поколения.

Новые образцы, стоящие на вооружении в РФ, оснащаются КОЭП. Анализ результатов испытаний на проведенных на полигоне по ОКР «Аргус», ОКР «Марс-2000», ОКР «Такелажник» и ОКР «Салага-О», раскрывает некоторые проблемные вопросы на требования, предъявляемые к КОЭП, а именно к характеристикам аэрозольной защиты бронеобъекта от ВТО.

Результаты испытаний КОЭП для образцов ОКР «Аргус», ОКР «Марс-2000», ОКР «Такелажник» и ОКР «Салага-О» приведенные в таблице 1, 2 показывают временные характеристики формирования АЗ от начала подсвета изделия лазерным целеуказателем.

Таблица 1

Результаты испытаний по определению параметров АЗ ОКР «Такелажник»

№ опыта	Дальность постановки	Время формирования АЗ (сек) в диапазонах мкм			Размеры АЗ в диапазоне 0,4-0,76 мкм		Время существования АЗ (сек) в диапазонах мкм			Направление, градус и скорость ветра, м/с
		0,4-0,76	3-5	8-14	Ширина, м	Высота, м	0,4-0,76	3-5	8-14	
1	31,5	1,2	0,3	0,0	50,5	16,6	10	3,4	0,0	76/2,0
2	28,4	0,5	0,3	0,0	53,6	13,5	10	3,3	0,0	104/2,0
3	28,5	0,8	0,4	0,0	49,1	14,6	9,5	4,0	0,0	44/1,5
4	31,6	0,6	0,3	0,0	39,5	16,5	17	3,8	0,0	96/1,8
5	30,0	1,0	0,3	0,0	46,0	16,7	14	3,7	0,0	152/3,0
6	29,2	0,8	0,3	0,0	44,9	15,5	16	3,8	0,0	158/5,0
7	30,7	1,4	0,4	0,0	47,0	17,1	10	3,3	0,0	150/3,2
8	30,0	1,5	0,3	0,0	46,6	16,2	10	3,7	0,0	70/2,0
9	28,1	1,4	0,4	0,0	48,4	16,4	8	3,2	0,0	208/1,3
10	28,9	1,4	0,5	0,0	47,8	15,5	6	2,9	0,0	162/3,5

Таблица 2

Результаты испытаний по определению параметров АЗ ОКР «Салага-О»

№ опыта	Дальность постановки, м	Время формирования АЗ, с	Размеры АЗ		Время существования АЗ (с)	Направление, градус/ скорость ветра, м/с
			Ширина, м	Высота, м		
1	35,38	1,40	67	16	30	170/5-6
2	32,18	1,40	64	14	34	170/5-6
3	34,23	1,44	82	15	63	170/5-6
4	33,17	1,32	72	16	35	170/5-6
5	34,62	1,68	73	17	35	170/5-6
6	37,63	1,40	62	14	45	170/5-6
7	34,23	1,44	47	21	36	170/5-6
8	35,90	1,56	76	15	59	170/5-6
9	37,45	1,60	61	13	28	170/5-6
10	34,68	1,88	65	18	31	170/5-6

Основным фактором защиты бронееобъекта от высокоточного оружия (ВТО) с использованием аэрозольной завесы (АЗ) является скрытность от средств обнаружения и защищенность от систем наведения и самонаведения управляемого артиллерийского снаряда (УАС).

На этапе наведения лазерного целеуказателя дальномера на цель и захвата лазерного пятна на цели УАС, бронееобъект обеспечивает защищенность от систем наведения, целеуказания и противодействие в основном головкам самонаведения путем постановки пассивной помехи в виде АЗ.



Рис. 1 – Аэрозольная завеса

Постановка АЗ осуществляется путем отстрела аэрозольных боеприпасов из пусковой установки, смонтированной на бронееобъекте или другом защищаемом образце. На рисунке 1 представлен процесс непопадания управляемого артиллерийского боеприпаса типа «Краснополь» в контур макетов комплекса индивидуальной защиты, при постановке аэрозольной завесы. По видеоматериалам полученных при испытаниях методом обработки изображения возможно определить пространственно-временные характеристики аэрозольной завесы. Требуемые геометрические размеры АЗ необходимые для защиты бронееобъекта от ВТО обеспечиваются КОЭП в определенный момент времени с учетом цикла времени подсвета лазерным целеуказателем, из чего можно сделать вывод о влиянии времени постановки завесы и времени ее существования на вероятность попадания УАС в бронееобъект.

Для обеспечения защиты от средств разведки и целеуказания, противник обеспечивает увеличение дефицита времени на обнаружение объекта и удержания лазерного пятна на цели или существенно ухудшение точностных показателей при попадании ВТО. Для различных типов ВТО имеющие определенные характеристики и особенность функционирования существует значение вероятности поражения цели.

Таким образом, актуальной задачей является определение времени постановки помех, позволяющее эффективно противодействовать ВТО в различных метеоусловиях, на различных объектах. Исходными данными для проведения вычислительного эксперимента являются вероятность попадания УАС в цель, вероятность успешного противодействия АЗ, время воздействия лазерного излучения на объект, время перекрытия объекта АЗ, цикл подсвета [1].

Рассмотрим две противоборствующие стороны [2], такие как комплекс ВТО и КОЭП. Вероятность попадания УАС в цель – $P_A(t)$ (1), вероятность успешного противодействия АЗ – $P_B(t)$ (2), время воздействия лазерного излучения на объект – λ_1 , время перекрытия объекта АЗ – λ_2 , цикл подсвета – t . Модель противоборства объекта ВВСТ с КОЭП и УАС можно представить в виде.

$$P_A(t) = \frac{\lambda_2 P_2}{\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2} \{1 - \exp[-(\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2)t]\} \quad (1)$$

$$P_B(t) = \frac{\lambda_1 P_1}{\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2} \{1 - \exp[-(\lambda_1 P_1 + \lambda_2 P_2)t]\} \quad (2)$$

В целях подтверждения цели исследования, проведен вычислительный эксперимент по определению времени постановки помех позволяющее эффективно противодействовать ВТО на цели типа «танк» [3].

Таблица 3

Результаты вычислительного эксперимента

λ_1	λ_2	$P_A(t)$	$P_B(t)$
1	14	0,23	0,77
2	13	0,26	0,74
3	12	0,29	0,71
4	11	0,31	0,69
5	10	0,33	0,67
6	9	0,4	0,6
7	8	0,47	0,53
8	7	0,53	0,47
9	6	0,6	0,4
10	5	0,67	0,33
11	4	0,69	0,31
12	3	0,71	0,29
13	2	0,74	0,26
14	1	0,77	0,23

Выводы.

Результаты моделирования представлены в таблице 3. Анализ таблицы показывает:

для выполнения требований к КОЭП для обеспечения защиты объекта от атакующих УАС время перекрытия объекта АЗ должно быть более 7 секунд;

для выполнения требований к ВТО по обеспечению вероятности поражения цели время целеуказания должно составлять не менее 7 секунд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов В. Боеприпасы с высокоточными боевыми элементами //Зарубежное военное обозрение. - 1994. - № 10,11.

2. Жабин И.П., Гордеев В.Н., Емельянов А.В. Аналитическая модель постановки пассивных средств защиты противотанковых подразделений // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. Вып. 2. 2015. С. 128 – 131.

3. С.Д. Беляева. «Прикладная математика в примерах и задачах», ч. 1 – СПб: МВАА, 2009 г.

4. Саматов А.А., Винокуров В.А., Горшков А.А. Обоснование методики снятия избыточности защитного воздействия ППУ при ведении боевых действий и борьбе за живучесть корабля. Труды Военно-морского политехнического института № 2(16) 2015, инв. №3635, стр.199-207

ПРИМЕНЕНИЕ ДИФФУЗИОННЫХ ЗАКОНОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАДЁЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНОГО САМОХОДНО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ОРУДИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИКИ

Аннотация.

Содержание представленной статьи раскрывает особенности применения методов ускоренного моделирования надёжности элементов самоходного артиллерийского орудия на основе диффузионных законов распределения наработок на отказ с учетом влияния критически низких температур арктического климата.

Ключевые слова. Деградационные процессы, диффузионные законы, суперпозиционное распределение, отказ.

Анализ тенденций совершенствования образцов самоходных артиллерийских орудий (САО) для Арктики свидетельствует об интенсивной разработке мероприятий по повышению их безотказности работы при влиянии низких температур окружающей среды. Качество решения данной задачи на этапах НИР и ОКР во многом определяется точностью математических моделей, используемых разработчиком на данном этапе жизненного цикла [1]. Эти модели должны широко использовать методы физической надёжности, как при анализе причин отказов, так и при проведении расчётов, разработке конструктивно-технологических мероприятий по повышению надёжности.

Исследования показывают, что такие модели имеются и в полной мере используются. В частности, приводятся нашедшие широкое применение диффузионные DN – и DM – законы распределения наработок на отказ (до отказа). При этом DN – распределение лучше описывает отказы электронной техники, а DM – распределение – отказы механических частей конструкций. Общим у этих законов является то, что они описывают деградационные процессы, происходящие в электронных и механических конструкциях. При этом отказы могут быть отождествлены с выходом за допустимые пределы некоторых параметров работоспособности (чувствительности прибора, износа и коррозии детали и т.п.). В этом случае общими параметрами работоспособности являются скорости изменения этих величин и их разброс. В известном смысле названные параметры имеют как физическую природу, так и вероятностную. Вероятностная природа проявляется в случае фиксации времени достижения параметром работоспособности предельного значения. Физическая природа характеризуется интенсивностью воздействия того или иного деградационного процесса.

Диффузионные законы нашли уже широкое применение на практике и доказали свою эффективность. Однако существуют ситуации, в которых в одних и тех же устройствах проявляются как механические свойства, так и электронные. В машиностроении всё большее число изделий становятся не механическими, а механотропными, т.е. системами, сочетающими механические

элементы и электронные устройства, что характерно, для перспективных САО. Синтез механики и электроники привёл к появлению нового направления в машиностроении - механотроники, объектом изучения которой являются:

сложные механические устройства со сложной электронной техникой в системах управления (станки с ЧПУ, роботы и т.п.);

механические устройства, в которых отдельные узлы заменены электронной аппаратурой.

Из образцов вооружения, интенсивно развивающихся в настоящее время, наиболее подобны перечисленным устройствам, являются перспективные самоходные артиллерийские орудия. Однако вопросы надёжности такого типа объектов ещё недостаточно отработаны, но являются крайне актуальными. Учитывая это обстоятельство, целью статьи является разработка математической модели оценки надёжности перспективного САО для Артики на ранних этапах проектирования [3].

Практика использования диффузионных законов распределения показывает, что они обладают преимуществом при проверке гипотез о виде закона распределения наработки на отказ технических систем по сравнению с «традиционными» законами (Вейбулла, логнормальным, гамма) [2, 4]. Причем DN - распределение наиболее хорошо описывает физику отказов электронных подсистем, DM - распределение – механических. С целью получения возможности моделирования процессов возникновения отказов по данным законам разработаны датчики, получения случайных чисел t - с помощью которых осуществляется расчет по формулам

$$R = \phi\left(\frac{at-1}{v\sqrt{at}}\right) + C e^{\frac{2}{v^2}} \phi\left(-\frac{at-1}{v\sqrt{at}}\right), \quad (1)$$

где, R - случайное число, распределено по равномерному закону в интервале $[0;1]$ $\phi(x)$ вычисляется по формуле

$$\phi(x) = 1 - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2}} \sum_{i=1}^5 b_i t^i, t = 1 / (1 + P|x|), \quad (2)$$

$P, b_i \div b_5$ - соответствующие числовые коэффициенты;

c - вероятность того, что произошел отказ электронных элементов, $c \in [0,1]$.

При $c = 0$ получается моделирующая зависимость для DM - распределения, при $c = 1$ - для DN - распределения, при $0 < c < 1$ - для

суперпозиции DN и DM – распределений. Учитывая, что образцы САО содержат в себе как электронные, так и электромеханические и механические элементы, представляет интерес исследование суперпозиции DN и DM – распределений. Кроме того, известны и другие ситуации, в которых очевидна необходимость применения суперпозиционных распределений. К ним относятся случаи включения в одну совокупность наработки на отказ «слабых» по надежности элементов, которые имеют различные функции распределения наработок до отказа; наработки до внезапных и постепенных отказов, новых и восстанавливаемых изделий, в период приработки и нормального и (или) интенсивного изнашивания.

Функция плотности вероятностей суперпозиционного закона в общем случае равна

$$f(t) = \sum_{i=1}^K C_i f_i(t), \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^K C_i = I$; C_i - вероятность того, что отказ произошел из-за фактора,

приводящего к плотности $f_i(t)$

Для $K = 2$ выражение (3) принимает вид

$$f(x) = C f_1(t) + (1 - C) f_2(t), \quad (4)$$

где $f_1(t)$ - плотность DN - распределения;

$f_2(t)$ - плотность DM - распределения;

C - вероятность того, что отказ произошел по причине отказа электронных элементов ($0 < C < 1$).

С учетом зависимостей для плотностей $f_1(t)$ и $f_2(t)$ выражение (4) принимает вид

$$f(t) = \frac{C}{v_1 2t \sqrt{2\pi a_1 t}} e^{-\frac{(1-a_1 t)^2}{2v_1^2 a_1 t}} + \frac{(1-C)(1+a_2 t)}{2v_2 t \sqrt{2\pi a_2 t}} e^{-\frac{(1-a_2 t)^2}{2v_2^2 a_2 t}} \quad (5)$$

где a_1, v_1 - параметры DN - распределения;

$a_2 v_2$ - параметры DM - распределения.

Вид функции (5) зависит от значения переменных C, a_1, v_1, a_2, v_2 . Рисунок 1. Исследуем формулу (5) при фиксированных значениях a_1, v_1, a_2, v_2 в зависимости от C . Условием определения точек пересечения всего множества функций $f(t)$ является равенство $f(t, C) = f(t, C')$ при любых $C \neq C'$.

Перепишем выражение (5) для C и C' , получим

$$\frac{C}{\sqrt{t}\sqrt{2\pi}a_1t} e^{-\frac{(1-a_1t)^2}{2v_1^2a_1t}} + (1-C) \frac{1+a_2t}{2v_1^2\sqrt{2\pi}a_2t} e^{-\frac{(1-a_2t)^2}{2v_2^2a_2t}} =$$

$$\frac{C'}{v_1t\sqrt{2\pi}a_1t} e^{-\frac{(1-a_1t)_2}{2v_1^2a_1t}} + (1-C') \frac{1+a_2t}{2v_2t\sqrt{2\pi}a_2t} e^{-\frac{(1-a_2t)^2}{2v_2^2a_2t}} \quad (6)$$

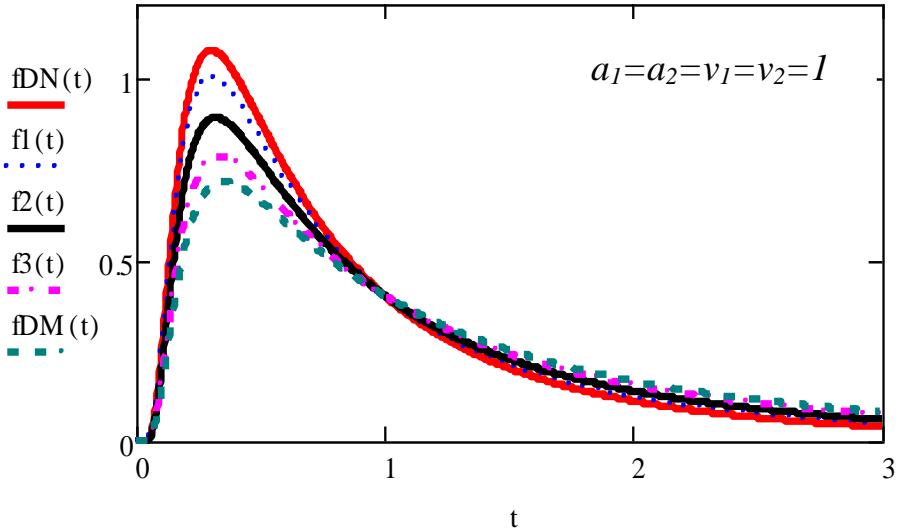


Рис. 1 – Плотность распределения суперпозиции DN и DM распределений

Эта запись справедлива, если она превращается в тождество при любых C и C' . После преобразования получим.

$$\frac{1+a_2t}{2v_2+\sqrt{2\pi a_2t}} \exp\left(-\frac{(1-a_2t)}{2v_2^2 a_2t}\right) = \frac{1}{v_1t\sqrt{2\pi a_1t}} \exp\left(-\frac{(1-a_1t_2)}{2v_2^2 a_1t}\right) \quad (7)$$

Выражение (7) не зависит от C . Это доказывает, что существует такие $t_{1,2}$, при которых $f(t)$ одинаковы для всех C . Преобразуя уравнение (7), найдем выражение для определения таких точек, при которых значение плотностей вероятностей DN и DM законов совпадает.

$$\ln\left[\frac{v_1}{2v_2}\right] \sqrt{\frac{a_1}{a_2}}(1+a_2t) = \frac{v_1^2 a_1(1-a_2t)^2 - v_2^2 a_2(1-a_1t)^2}{2v_1^2 v_2^2 a_1 a_2 t} \quad (8)$$

Как следует из зависимости (8) в случае $a_1 = a_2$ и $v_1 = v_2$ имеем одну точку пересечения (рисунок 1). Для остальных случаев имеем две точки пересечения (рисунок 2, 3), которые находятся путем трансцендентного уравнения (8).

Исследуем функцию (5) на экстремум. Для нахождения оптимального значения (оптимальных значений) t^* можно воспользоваться трансцендентным уравнением

$$\frac{C e^{\frac{(1-a_1t)^2}{2v_1^2 a_1 t}} \left(\frac{1-a_1^2 t^2}{2v_1^2 a_1} - 1,5\right) + \frac{(1-C) e^{\frac{(1-a_2t)^2}{2v_2^2 a_2 t}}}{2v_2 \sqrt{2\pi a_2}}}{v_1 \sqrt{2\pi a_1}} \quad (9)$$

$$\left[\frac{(1+a_2t)(1-a_2^2 t_2)}{2v_2^2 a_2} - 1,5t(3+a_2t) \right] = 0$$

полученным в результате несложных преобразований выражения $\frac{df(t)}{dt} = 0$.

Решение уравнения (9) с помощью MathCAD показывает, что для практических значимых случаев имеется два корня (рисунок 2, 3)

Для практического применения суперпозиции DN и DM распределений разработан датчик результаты которого приведены в таблице 1. С целью выявления эффективности закона (5) разработана процедура проверки гипотезы

о виде закона распределения по критерию Пирсона, включающая следующие этапы:

формирование выборки по известному закону распределения и числовых характеристик;

расчет значений критерия χ^2 для заданного закона и альтернативных;
сравнение результатов расчетов.

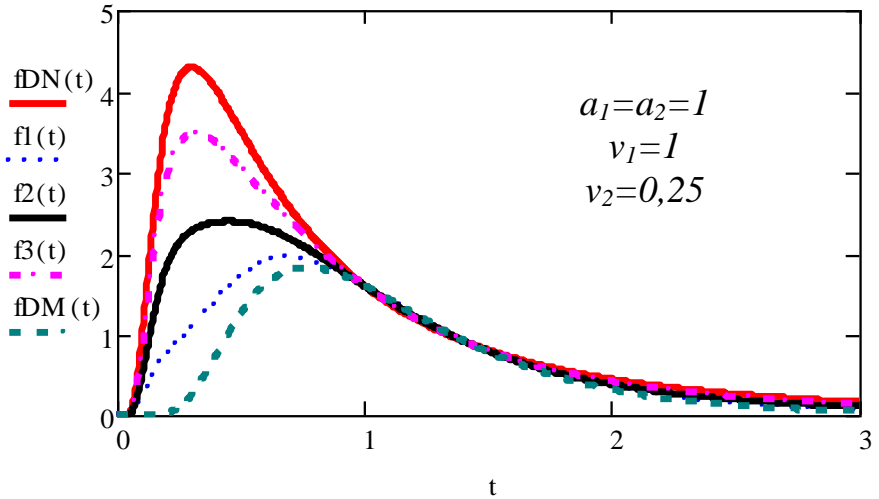


Рис. 2 – Плотность распределения суперпозиции DN и DM распределений

Реализация данной процедуры (таблица 1) показывает, что эмпирические частоты (полученные по нормальному, логарифмически нормальному распределению и распределению Вейбулла) и теоретические частоты (полученные по DN и DM распределений) различаются незначимо

$$\chi_{набл}^2 < \chi_{кр}^2(0,05;7) = 14,1$$

Вывод.

Таким образом, нет оснований отвергнуть гипотезу о том, что DN и DM распределения можно использовать в математическом моделировании вместо нормального, логарифмически нормального распределения и распределения Вейбулла.

Таблица 1

Результаты проверки гипотезы о законе распределения по критерию χ^2

F _э	F _т				
	нормал	лог-норм	Вейбулла	DN	DM
нормальный	5,5	10,0	12,0	12,6	13,0
Лог-норм.	24,0	4,0	44,0	6,5	10,0
Вейбула	2,6	18,0	1,4	14,0	14,1
Экспоненц	140,0	26,2	5,4	113,0	106,0
DN	8,9	10,4	64,0	8,7	9,0
DM	1,7	7,2	73,0	77,7	8,
c=0,1	9,2	5,4	70,0	5,0	5,0
c=0,2	6,9	3,0	67,0	4,0	4,0
c=0,3	3,4	7,5	83,0	8,0	8,0
c=0,4	2,4	3,5	59,0	4,0	4,0
c=0,5	4,0	2,2	53,0	2,0	2,0
c=0,6	2,1	6,7	77,0	7,0	8,0
c=0,7	4,9	9,3	66,0	9,5	10,0
c=0,8	4,8	5,0	63,0	6,0	6,0
c=0,9	11,2	7,0	76,0	7,3	7,4

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов А.В., Вяценко Ю.Л., Шурьгин В.А. Информационно-системные основы анализа и оценки надежности артиллерийских орудий на стадии НИОКР. – С-Пб, БГТУ «Военмех», 2012.

2. ГОСТ РВ 27.3.01-2005. Надежность военной техники. Состав и общие правила задания требований к надежности. – М.: Стандартиформ, 2005.

3. Обоснование требований к надежности систем РАВ с помощью математических моделей: учебное пособие / Е.В. Белов, В.А. Калистратов, Р.С. Литвиненко. – Казань: Изд-во КФМВАУ, 2003. – 52 с.

4. Белов А.В., Палеха В.А. Анализ методов используемых при расчетах параметров надежности оборудования ЯЭУ с учетом процесса износа. Материалы межведомственной научно-технической конференции: «Актуальные проблемы военной науки и политехнического образования ВМФ». СПб.: ВМПИ, №1 (34) – 2020, часть 1. инв.№ 17301 стр.112-123.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ НАДЕЖНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ САМОХОДНОГО АРТИЛЛЕРИЙСКОГО ОРУДИЯ В УСЛОВИЯХ АРКТИЧЕСКОГО КЛИМАТА

Аннотация.

Содержание представленной статьи раскрывает особенности построения имитационной модели оценки надежности перспективного самоходного артиллерийского орудия по средствам двух комплексных показателей надежности коэффициент сохранения технической эффективности и коэффициента сохранения боевой эффективности.

Ключевые слова. Модель, коэффициент сохранения эффективности, время безотказной работы, элемент.

Имитационная модель оценки эффективности функционирования перспективного самоходного артиллерийского орудия (САО) для Арктики базируется на определении коэффициента сохранения эффективности (КСЭ) по временным показателям из-за отказов групп элементов, что предопределяет необходимость и возможность использования КСЭ перспективного САО в виде соотношения только временных показателей [1]. Все режимы, в которых функционирует перспективное САО, а, следовательно, и выполняемые задачи, возложенные на него подчинены жесткому сценарию в рамках типовой боевой ситуации. Случайными событиями будут являться времена отказов элементов на соответствующих режимах, и как следствие, времена восстановлений отказавших групп элементов.

Имитационная модель предназначена для имитации процессов возникновения отказов и восстановления элементов САО в ходе его функционирования. С точки зрения классификации разработанная модель является статистической [2]. На основе разработанного в модели механизма учета последствий отказов элементов САО, осуществляется оценка двух комплексных показателей надежности (КПН): коэффициент сохранения технической эффективности (КСТЭ) и коэффициента сохранения боевой эффективности (КСБЭ).

Необходимость выделения двух КПН связана с тем, что каждый из них будет обладать различной чувствительностью к ПН САО, входящих в его состав.

Коэффициент сохранения технической эффективности определяет степень влияния отказов элементов, входящих в состав САО на эффективность функционирования САО с учетом непрерывного функционирования САО. Следовательно, КСТЭ характеризует потенциальную эффективность САО при отсутствии перерывов в его функционировании.

Рассматривая перспективное САО, как сложную техническую систему, требования к имитационной модели необходимо формировать на основе принципов системного подхода.

Любая система может быть описана в терминах системных объектов, такие сложные технические системы (СТС) можно представить, как состоящие из подсистем, каждая из которых относится к соответствующему иерархическому уровню [5].

Специфику сложной системы характеризуют:

многомерность:

многообразие структуры системы (сети, деревья и т.д.);

многосвязность элементов системы;

многообразие природы элементов;

многократность изменения состава и состояния системы;

многокритериальность системы;

многоплановость в научном соотношении.

Логическая схема модели функционирования перспективного САО в целом в условиях арктического климата представлена на рисунке 1.

Показатель эффективности W , рисунок 1 для перспективного САО в виде КСЭ с учетом того, что понятие «выходной эффект» определено заранее.

Элементы (подсистемы) группируют в соответствии с типовыми режимами функционирования САО, совокупность режимов в определенной последовательности образует типовую модель функционирования САО. Необходимость выделения групп элементов, характеризующих тот или иной режим эксплуатации, связана с потребностью установления влияния надежности на эффективность функционирования САО. При таком подходе отказы элементов определенной группы приводят к ухудшению временных характеристик функционирования. Следовательно, потенциальные возможности САО по выполнению основных функций за фиксированный промежуток времени снижаются.

На основании общей теории математического моделирования СТС рассмотрим САО как систему, состоящую из элементов, которые под воздействием входных сигналов и в зависимости от своего состояния могут переходить в новое состояние и формировать выходной сигнал [4]. Этот выходной сигнал может быть воспринят другим элементом САО как входной, а в качестве реакции на него элемент перейдет в новое состояние и сформулирует выходной сигнал. Образуется система связи элементов между собой, а также с внешней средой.

Процесс функционирования элементов (подсистем) САО и их взаимодействие представляется в виде потока случайных событий – изменений состояния САО, происходящих в различные моменты времени. В качестве показателей для моделирования отказов элементов используются числовые характеристики и законы распределения средних наработок на отказ.



Рис. 1 – Логическая схема модели функционирования перспективного САО для Арктики

Время τ безотказной работы элемента имеет случайные вариации, соответственно среднее время безотказной работы

$$\bar{\tau} = \frac{1}{N} (\tau_i + \tau_{i+1} + \dots + \tau_N), i = \overline{1, N};$$

где N - количество наблюдаемых изделий;

τ_i - время безотказной работы i -го изделия.

Время безотказной работы элемента τ есть случайная величина с функцией распределения $F(t) = P\{\tau < t\}$, где $P\{\cdot\}$ - вероятность события. Если функция распределения $F(t)$ непрерывна, то существует плотность вероятности распределения $f(t) = \frac{dF(t)}{dt}$.

Таким образом $P\{\tau \leq t\} = F(t) = \int_0^t f(t)dt$. Тогда интенсивность отказов

$\lambda(t) = \frac{f(t)}{1 - F(t)}$ задает опасность отказа на ближайшее к t время.

Распределение времени безотказной работы можно представить

$F(t) = 1 - e^{-\int_0^t \lambda(t)dt}$. Распределение времени безотказной работы, характеризующие такое событие, при котором в течение времени функционирования элемента $T_H + t_p$ не произойдет отказ.

$$P(T_H, T_H + t_p) = e^{-\int_{T_H}^{T_H+t_p} \lambda(t)dt},$$

где T_H - наработка к началу функционирования элемента;

t_p - время окончания функционирования элемента.

Отсюда имея алгоритм получения величины времени $T_H + t$ до момента отказа. Прологарифмируем обе части уравнения (2) и после преобразования получим:

$$\int_t^z \lambda(\tau)d\tau = -\ln(\xi), \quad (3)$$

где ξ - случайная величина, распределенная равномерно в интервале (0,1).

Решением интервального уравнения (3) будет величина z , а событие отказа A в рассматриваемый период функционирования элемента найдем из условия

$$A = \begin{cases} 1, & \text{если } \dots z < t_p; \\ 0, & \text{если } \dots z > t_p. \end{cases} \quad (4)$$

Время отказа с учетом условий (4) $t_{отк} = T_H + z$

В основу моделирования отказов элемента положим решение интегрального уровня (3). Получение отказа на заданном непрерывном промежутке функционирования элемента (0,T) не составит большой сложности, поэтому

рассмотрим алгоритм моделирования отказов для элемента, имеющего периода функционирования и резерва времени.

Общее время функционирования элемента на интервале $(0, T)$.

$$t_{\text{раб.}} = \sum_{i=2}^n (t_i - t_{i-1}), i = (2, 4, \dots, n), \quad (5)$$

где n - индекс окончания функционирования последнего режима работы элемента.

Вполне естественно предположение о наличии перед началом функционирования элемента определенной наработки T_H , которая присваивается началу функционирования элемента t_1 . Путем моделирования

случайного числа ξ_j , где $j = \overline{1, K}$, $K = \frac{n}{2}$, а K - количество интервалов

функционирования элемента и решением уравнения (3) находим $t_{\text{омк}}^{(j)}$ для интенсивности отказа $\lambda(t)$ (при заданном законе распределения) j -го интервала функционирования элемента и фиксируем его при выполнении условия $t_{\text{омк}}^{(j)} < t_{i+1}^{(j)}$. Далее моделируется время восстановления элемента τ_g (случайное число заданной функции распределения восстановления $G(t)$) и корректируется наработка элемента.

$$T_n = T_H + (t_{\text{омк}}^{(j)} - t_i^{(j)}), j = \overline{1, K}. \quad (6)$$

В случае если событие отказа не наступило, наработка элемента корректируется по следующей зависимости

$$T_n = T_H + (t_{i+1}^{(j)} - t_i^{(j)}), j = \overline{1, K}. \quad (7)$$

Затем определяется время задержки функционирования элемента из-за отказа, и если необходимо, по аналитическим зависимостям ущерб в результате нарушения функционирования. Далее разыгрывается время отказа для следующего интервала функционирования с учетом наработки, вычисленной по зависимости (6) в случае отказа или по зависимости (7), если событие отказа не наступило. При необходимости для моделирования повторного отказа элементов могут быть изменены параметры закона распределения (ЗР) или ЗР случайной величины отказа и (или) восстановления элемента. Данная процедура повторяется до истечения общего времени функционирования элемента T , при этом определяется число интервалов нормального функционирования элемента

(отсутствие отказов элемента на отрезке $[t_i, t_{i+1}]$ и число интервалов, для которых условие нормального функционирования в результате отказа было нарушено.

По своей структуре перспективное САО представляет собой СТС, состоящую из подсистем, которые в свою очередь сами являются СТС, поэтому при моделировании отказов необходимо рассматривать более детально физическую сущность $K_{эф}$. С точки зрения эффективности отдельные элементы САО не могут создавать выходящий эффект. Эффект создает САО в целом, однако нарушения в функционировании элементов системы, приведет к временным задержкам выполнения определенных функций, что в конечном итоге приведет к снижению выходного эффекта комплекса. Таким образом, возможно представить САО в виде объекта, которое имеет временную избыточность, заключающуюся в наличии дополнительного времени сверх минимально необходимо для решения различных задач и проявляющуюся в возможности объекта выполнить заданные функции с требуемым качеством.

На рисунке 2 представлен временной цикл выполнения огневых задач САО, представляющий собой пример системы объект-время. Это резерв вносится в порядок применения объекта. Таким образом, в случае отказа объекта действует резерв времени. Отказ системы объект-время (ОВ) возникает в момент израсходования резерва времени.

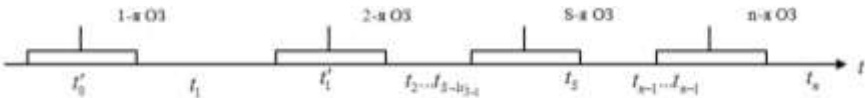


Рис. 2 - Временной цикл выполнения огневой задачи.

$$\tau_S = t_S - t'_{S-1} - \text{время выполнения } S\text{-й ОЗ};$$

$$\tau_S = t_S - t'_{S-1} - \text{время подготовки к выполнению } S\text{-й ОЗ (оставление}$$

ОП, перемещение, занятие новой ОП, подготовка).

Формализуем поставленную задачу. Пусть n – число первичных элементов технического устройства i - го типа, входящего в состав j - й подсистемы САО, функционирующих в k - м режиме; $i = \overline{1, L_j}$; $j = \overline{1, N}$; $k = \overline{1, H_i}$ - число типов технических устройств в составе j - й подсистемы; N - число подсистем в составе САО.

H_i - число режимов функционирования первичных элементов технического устройства i - го типа. Тогда задача оценки надежности САО будет заключаться в установлении зависимостей

$$U_{ik} = \phi_{ik}(ПН_{ik}), i = \overline{1, L_j}; k = \overline{1, H_i}, \quad (8)$$

где U_{ik} - выходной эффект (ВЭ) технического устройства i - го типа, функционирующего в k - м режиме;

$ПН_{ik}$ - показатель надёжности (ПН) технического устройства i - го типа, функционирующего в k - м режиме;

ϕ_{ik} - функция связи между ВЭ и ПН.

Под элементом согласно ГОСТ [3] будем понимать составную часть объекта, рассматриваемую при расчете надёжности как единое целое, не подлежащее дальнейшему разукomплектованию.

При разработке модели предполагается, что перспективное САО в Арктике выполняет возложенные на него задачи в течение заданного промежутка времени $[0, T]$. Принимая во внимание трудности определения понятия «отказа» для сложных технических систем в качестве их показателей используются числовые характеристики и законы распределения средних наработок на отказ, времен восстановления работоспособности, а также средних ресурсов групп механизмов (узлов, агрегатов) по типовым режимам их функционирования (подготовительные мероприятия к выполнению основных функций, выполнение основных функций). Совокупность типовых режимов в определенной последовательности их выполнения составляет типовой цикл $(T_{\text{Ц}})$.

Необходимость выделения групп элементов, характеризующих тот или иной режим эксплуатации, связана с потребностью установления надёжности на эффективность функционирования перспективного САО. При таком подходе отказы элементов определенной группы приводят к ухудшению выходных характеристик того или иного режима. Практически для всех режимов потеря работоспособности соответствующих элементов ведет к увеличению временных характеристик функционирования. Следовательно, потенциальные возможности перспективного САО по выполнению огневых задач (расходу боеприпасов) за фиксированный промежуток времени T снижается.

Сущность используемого метода моделирования сводится к следующему. Для всех элементов, входящих в различные группы в соответствии с названными режимами эксплуатации, сначала моделируются только моменты первого отказа. Затем определяется элемент, отказ которого раньше других отказавших элементов приводит к ухудшению выходных характеристик того или иного режима, определяется время восстановления данного элемента, а также возможность снижения эффективности функционирования перспективного САО для Арктики. Далее моделируется следующий отказ элемента, который привел к изменению состояния системы, снова определяется элемент, приводящий к изменению состояния системы, и процедура повторяется до истечения времени рассматриваемого периода T .

Такой подход позволяет учесть зависимые события, что в большей степени соответствует реальному процессу функционирования перспективного САО в Арктике.

На рисунке 1 представлена схема модели функционирования САО в условиях арктического климата.

Механизм зависимых событий с учетом отказов элементов удобно формализовать посредством продвижения системного времени T_{sys} на рассматриваемом промежутке времени $(0, T)$. Представим влияние элементов системы друг на друга в виде $n \times n$ матрица A .

$$A = \left\| a_{ij} \right\|;$$

$$a_{ij} = \begin{cases} 1, \text{если } 1\text{-й элемент влияет на } j\text{-й элемент;} \\ 0, \text{если } 1\text{-й элемент не влияет на } j\text{-й элемент;} \\ i \neq j, \end{cases} \quad (9)$$

где a_{ij} - элемент матрицы;

n - количество элементов.

В случае отказа i -го элемента.

$$T_{sysZ} = T_{sysZ-1} + t_{реж j}^{(i)} + t_{\sigma}^{(i)}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, R}; \quad (10)$$

где i - элемент, который вызвал изменение состояния системы;

$t_{реж j}^{(i)}$ - время окончания j -го режима функционирования для i -го элемента;

t_{σ}^i - время восстановления i -го элемента в результате отказа;

R - количество режимов функционирования i -го элемента;

Z - номер итерации.

$$v_i \begin{cases} 1, \text{если работа элемента значима;} \\ 0, \text{если работа элемента не значима.} \end{cases} \quad (11)$$

Произведем корректировку системного времени с учетом значимости «важности» работы элемента:

$$T_{sysZ} = \begin{cases} t_{реж} + T_{sysZ-1}, \text{если } v_i = 1 \\ T_{sysZ-1}, \text{если } v_i = 0 \end{cases} \quad (12)$$

где $t'_{реж}$ - суммарное время режимов функционирования от момента отказа i -го элемента, которые оказались левее оси времени T_{sysZ} .

Используя выражение (9) опишем влияние отказа i -го элемента на другие элементы системы:

$$T_{sysZ} = \begin{cases} t_{реж j}^{(k)'} + T_{sysZ-1}, & \text{если } -T_{sysZ-1} > t_{реж j}^{(k)} \\ T_{sysZ-1} + T_{sysZ-1} - t_{реж j}^{(k)}, & \text{если } -t_{j-1}^{(k)} < T_{sysZ-1} < t_{реж j}^{(k)} \\ i \neq k, k = \overline{1, n}, a_{ik} = 1, \end{cases} \quad (13)$$

где $t_{реж}^{(k) '}$ - суммарное время режимов функционирования k -го элемента, которые оказались левее на оси времени T_{sysZ-1} .

Вычисления по выражению (12) представляют собой итеративную процедуру с перебором всех n элементов системы для проверки влияния отказа элементов друг на друга по выражению (9).

Потери в «выходном эффекте» определяются на элементе (группе элементов), от которого зависит целевое предназначение системы.

Используя выражение (9) и (10), определим потери во времени функционирования в результате собственного отказа элемента:

$$t_n^{(i)} = \begin{cases} t_{отк}^{(i)} + t', & \text{если } -t_{г}^{(i)} > t_{реж j}^{(i)}; \\ t_{отк}^{(i)} - t_{реж j-1}^{(i)}, & \text{если } -t_{реж j-1}^{(i)} < t_{отк}^{(i)} + t_{г}^{(i)} < t_{реж j}^{(i)} \end{cases} \quad (14)$$

где $t_n^{(i)}$ - время задержки в функционировании i -го элемента (группы элементов) системы;

t' - суммарное время задержки в функционировании в случае перекрытия временем восстановления элемента $t_{г}^{(i)}$ режимов функционирования перспективного САО в Арктике;

$t_{отк}^{(i)}$ - момент отказа l -го элемента;

$t_{реж j}^{(i)}$ - время окончания j -го режима функционирования для нечетных j ;

$t_{реж j-1}^{(i)}$ - время начала функционирования i -го элемента, для нечетных j ;

В случае влияния отказов других элементов (групп элементов) на k -й элемент определим время задержки:

$$t_n^{(k)} = \begin{cases} t', \text{ если } -T_{sist} > t_{реж j}^{(k)}; \\ T_{sist} - t_{реж j-1}^{(k)}, \text{ если } -t_{реж j-1}^{(k)} < T_{sist} < t_{реж j}^{(k)}, \end{cases} \quad (15)$$

где t' - суммарное время задержки функционирования k -го элемента системы.

Вполне вероятно ситуация, когда влияние отказа одного элемента на другой может быть представлено функцией

$$k_n^{(k)} = f(t^{(l)}), \quad (16)$$

где $t^{(l)}$ - время неработоспособного состояния l -го элемента вследствие его отказа до восстановления.

Тогда, при определении времени задержки k -го элемента (групп элементов) в результате влияния отказа l -го элемента по зависимости (17), необходимо производить перерасчет времени задержки, используя выражение (16).

Таким образом, нахождение реального времени функционирования элементов (группы элементов) системы, создающих «выходной эффект», может быть получено путем итеративных процедур по формулам (9) - (16). Тогда выражение для КСЭ будет иметь вид

$$K_{СЭФ} = \frac{t_n^{(l)}}{t_0^{(l)}}; t_{np} = 0 \quad (17)$$

где $t_0^{(l)}$ - нормальное время функционирования перспективного САО в Арктике;

$t_n^{(l)}$ - реальное время функционирования системы с учетом отказов элементов для l -го элемента, создающего выходной эффект;

t_{np} - резерв времени между режимами функционирования элемента (группы элементов).

В условиях реального функционирования САО, в зависимости от обстановки, между различными этапами применения САО будем иметь резерв времени применения элементов, групп элементов, САО. Необходимо отметить, что резерв времени для САО из-за особенностей их функционирования, будет иметь разные числовые значения.

Следовательно, выражение для сохранения боевой эффективности САО

$$K_{ЭФ} = \frac{t_n^{(l)}}{t_0^{(l)}}; t_{np} \neq 0 \quad (19)$$

Для получения КСЭ перспективного САО для Арктики, выраженного через количество выпущенных боеприпасов необходимо осуществить пересчет

времени задержки для группы элементов, создающей выходной эффект САО на соответствующем режиме, исходя из запланированного темпа ведения огня, в количестве боеприпасов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бусленко В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем. М.: Наука, 1978. -400 с.
2. Боев В.Д. Моделирование систем инструментальных средств GPSS World. –СПб.: «БХВ-Петербург», 2004. -348 с.
3. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. – М.: Изд-во стандартов, 1996. -15 с.
4. Надежность и эффективность техники: Справочник: в 10 т./ред.совет: В.С. Авдеевский (пред.) и др.-М.: Машиностроение, 1988., т.3 Эффективность технических систем/ под общ. ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. - 328 с.
5. Щербина Н.Я., Марчук А.Ю., Зимин В.А., Горшков А.А. Создание сценариев аварийных происшествий для математических моделей типовых аварий на подводных лодках. Сборник научных трудов ВУНЦ ВМФ «ВМА». Часть II. СПб.: 2016 г. инв.№ 438555 стр.129-133.

КОРОСТЕЛЕВ А.Н., СЕЛЕЗНЕВ А.А., ШЕВЕЛЕВ Г.М.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АБ

Аннотация

В статье рассмотрена возможность применения и алгоритм работы программы для автоматизированного расчета параметров аккумуляторных батарей.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, параметры аккумуляторной батареи, автоматизированный расчет параметров.

Плотность электролита полностью заряженных аккумуляторов зависит от его температуры и уровня. Для определения состояния АБ ее параметры должны быть приведены к одной температуре. Эту работу можно выполнить по таблицам, представленным в РЭАБ-78 или в инструкции по эксплуатации на издании [1, 2, 3]. Процесс этот довольно трудоемкий. Поэтому предлагается этот процесс автоматизировать.

Нормальной плотностью электролита является плотность, приведенная к температуре 300С и к максимальному уровню у исправных, полностью заряженных аккумуляторов и отличающихся от номинальной плотности электролита, указанной в формуляре, не более чем на $\pm 0,005$ г/см³.

Аккумуляторы, имеющие в полностью заряженном состоянии плотность электролита после приведения ее к температуре 300С и к максимальному уровню на 0,020 г/см³ и более ниже номинальной, считаются отстающими по плотности и требуют проведения специальных лечебных мероприятий в соответствии с РЭАБ-78. При нахождении ПЛ в море контроль плотности электролита не производить.

При снижении плотности электролита ниже 1,200 г/см³ (на любом из аккумуляторов) проводить очередной заряд в базе немедленно, при нахождении в море в возможно короткий период времени, но не позднее, чем по истечении 0,5 часа.

Контроль за состоянием АБ при заряде производить по напряжению, температуре и уровню электролита на всех аккумуляторах, по плотности электролита – на 8 контрольных аккумуляторах.

При стоянке ПЛ в базе срок проведения очередного заряда АБ следует определять по плотности электролита в аккумуляторах, а в море по снятой емкости. Очередной заряд АБ при нахождении ПЛ в море по возможности сразу после использования ее в разрядном режиме и в базе, но не позднее сроков, указанных в таблице 1.

Максимальный уровень электролита над отражательными щитками при температуре электролита 300С для аккумуляторов различных типов не должен превышать значений, указанных в формуляре. АБ «Изделие 476» имеет начальную плотность электролита, приведенную к температуре 300С, $(1,290 \pm 0,005)$ г/см³ и уровень электролита над изолятором (73 ± 5) мм. При понижении температуры электролита ниже 300С на каждые 50С его уровень понижается на 3 мм, а при повышении температуры электролита выше 300С на

каждые 50С его уровень повышается на 3 мм. Приведение уровня электролита к значению (73±5) мм необходимо выполнять при проведении лечебных циклов, а также при достижении уровня электролита значения 50 мм при нахождении в базе и значения 40 мм в море. Минимальный уровень электролита в заряженных аккумуляторах АБ должен быть не менее 40 мм над изолятором, максимальный – не более 85 мм [2, 3].

Таблица 1.

Срок очередного заряда АБ

Разряд по плотности электролита, г/см ³	Емкость, снятая при разрядах, А·ч	Максимальное время от конца разряда до очередного заряда
1,200	6500	3 ч
1,210	6300	6 ч
1,220	5500	12 ч
1,230	4700	1 сутки
1,240	3900	3 суток
1,250	3100	5 суток
1,260	2400	7 суток
1,270 и выше	1600	10 суток

С изменением температуры электролита на 10С плотность электролита, находящаяся в пределах 1,220-1,300 г/см³, изменится на 0,0007 г/см³, а находящаяся в пределах 1,100-1,220 г/см³ – на 0,0005-0,0006 г/см³.

Расчет количества УПЦ при заряде

Количество условных полных циклов (УПЦ) после каждого заряда определяется делением ампер-часов, данных группе при заряде, на ампер-часы условного полного заряда [1].

Количество ампер-часов условного полного заряда для каждого типа АБ равно гарантированной емкости АБ при 3-х-часовом режиме разряда, умноженной на коэффициент 1,15 (для «Изделий 476 и 445М» гарантированная емкость АБ при 3-х-часовом режиме разряда равна 15200 часам).

Расчет количества дистиллята для доливки аккумуляторов

Снижение уровня электролита в аккумуляторах происходит от электролиза и испарения воды, поэтому требуемый уровень электролита при нормальной эксплуатации должен поддерживаться периодическими доливками аккумуляторов дистиллированной водой, охлажденной до температуры 300С и ниже.

Доливку надлежит производить непосредственно перед началом заряда и или в процессе заряда без перерыва и заканчивать не позднее чем за 2 часа до конца заряда. Если доливка произведена перед началом заряда, необходимо по окончании доливки пустить систему МПЭ на 15-20 мин. [1]

Во время эксплуатации АБ запрещается доливать аккумуляторы выше максимального уровня. Следует иметь ввиду, что уровень электролита зависит от температуры, поэтому перед доливкой АБ необходимо определить максимальный уровень электролита Нт для данной температуры по формуле:

$$H_t = H_{30} - (30 - t) \cdot K, \quad (1)$$

где: t – температура электролита аккумуляторов перед доливкой, 0С,
 H_{30} – максимальный уровень электролита при температуре 300С, указанный в формуляре, мм,

K – температурный коэффициент изменения уровня электролита, равный 0,6.

Для повышения уровня электролита на 5 мм ориентировочно требуется долить от 0,5 до 1 л дистиллированной воды.

Для точного расчета в потребности дистиллированной воды для доливки необходимо рассчитать объем аккумулятора, который займет вода для доливки.

Длина аккумуляторов «Изделие 476» и «Изделие 445М» равна 658 мм, ширина – 369 мм [2]. Высота объема, заполняемого водой доливки, определяется как разность между H_t (максимальным уровнем электролита H_t для данной температуры) и H_i (фактическим уровнем электролита перед доливкой при данной температуре), т.е. для одного аккумулятора объем воды для доливки V_i равен:

$$V_i = 658 * 369 * (H_t - H_i) * 10^{-9} \text{ литров.}$$

В одной группе АБ «Изделие 476» содержится 120 аккумуляторов, а в одной группе АБ «Изделие 445М» - 112 элементов. «Изделие 445М» имеет только одну группу элементов. Следовательно, для АБ «Изделие 476» потребуется на доливку V л:

$$V_{476} = V_i * 2 * 120, \text{ л,}$$

а для «Изделия 445М»:

$$V_{445М} = V_i * 112, \text{ л.}$$

Программа автоматизации корректировки параметров АБ в зависимости от температуры электролита выполнена на языке БЭЙСИК-Вижен и зарегистрирована в Фонде алгоритмов и программ (ФАП) ВУНЦ ВМА под рег. № 3343F23196.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации аккумуляторных батарей подводных лодок (РЭАБ-78). – М: Воениздат, 1991.

2. Батареи аккумуляторные и аккумуляторы изделия 476Э. Руководство по эксплуатации. ЖЛТЯ.563316.002-15РЭ.

3. Шевелев Г.М., Сенной Н.Н., Земский А.Ю., Чоботарский В.П. Аккумуляторные установки. Учебник. – СПб: ВМПИ, 2021.

4. Каменев Ю.Б. Свинцово-кислотный аккумулятор. - СПб.: Химиздат, 2017.

КОРОСТЕЛЕВ А.Н., СЕЛЕЗНЕВ А.А., ШЕВЕЛЕВ Г.М.

ЭЛЕКТРОННЫЕ ТРЕНАЖЕРЫ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ АБ

Аннотация.

На основании существующих проблем подготовки специалистов, эксплуатирующих системы обслуживающие аккумуляторные батареи, показана целесообразность разработки и внедрения в образовательный процесс электронных тренажеров.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, электронный тренажер, системы, обслуживающие АБ.

В настоящее время одним из проблемных вопросов подводного флота является аварийность аккумуляторных батарей [1]. Такие аварии как взрывы воздушно-водородной смеси на ПЛ К-324 проекту 671РТМ, ПЛ К-48 проекту 675, ПЛ К-447 проекту 667Б показывают, что нужно пересмотреть традиционные способы подготовки специалистов, эксплуатирующих системы, обслуживающие АБ. Новые способы получения и совершенствования знаний по обслуживанию АБ и вспомогательных систем, и аппаратов могут быть выработаны путём внедрения электронных тренажеров в курс подготовки курсантов ВМПИ. В связи с отсутствием в ВМПИ натуральных образцов систем, обслуживающих АБ, целесообразно производить подготовку курсантов по эксплуатации систем АБ на электронных тренажерах.

Опыт создания электронных тренажеров показал их актуальность в подготовке кадров для Военно-морского флота. Тренажеры, созданные с помощью персональных компьютеров (ПК), являются дешевыми в производстве и эксплуатации, имеют возможность модернизации, адаптации и расширения функциональных возможностей.

В перспективном будущем электронные тренажеры на базе ПК станут неотъемлемой частью подготовки специалистов всех боевых частей и служб кораблей ВМФ, и займут свое законное место в системе образования.

Появление компьютерной техники, обладающей большими вычислительными ресурсами и возможностями представления графической информации, предопределило необходимость создания компьютерных обучающих и тренажных систем подготовки специалистов ВМФ.

Дальнейшие условия и опыт эксплуатации электронных тренажеров, появление аналогичных разработок других промышленных предприятий и учебных заведений ВМФ, а также соответствующие предложения военно-научных институтов ВМФ, подтвержденные приказами и директивами Главнокомандующего ВМФ, определили целесообразность и необходимость использования в боевой подготовке компьютерных систем обучения, базирующихся на сети персональных компьютеров (ПК) общепромышленного исполнения [2,3].

Данные решения определяются следующими факторами:

а) низкой стоимостью разработки опытных и поставки серийных образцов компьютерных тренажеров (КТ) по отношению к соответствующим тренажерам,

включающим реальное оборудование (соотношение в стоимости разработки ориентировочно составляет 1 к 10, а выпуска серийных образцов как минимум 1 к 100);

- б) дешевизной эксплуатации;
- в) широкими возможностями модернизации, адаптации и расширения функциональных возможностей КТ;
- г) высокой эффективностью обучения и подготовки специалистов ВМФ, достигаемой за счет возможностей создания различных штатных и нештатных ситуаций.

Как показывают исследования институтов ВМФ, время подготовки операторов систем управления корабельными устройствами распределяется следующим образом:

- д) 80-90 % – отработка интеллектуальных навыков;
- е) 20-10 % – отработка моторных навыков операторов на реальном оборудовании.

В то же время проектирование систем управления новых проектов кораблей осуществляется на базе современных компьютерных систем (4-е поколение систем автоматизации), которые характеризуются близостью (похожестью) пультов и органов управления компьютерной техники общепромышленного исполнения. Указанное обстоятельство подтверждает необходимость увеличения доли подготовки специалистов на средствах компьютерного обучения.

Электронный тренажер по эксплуатации систем АБ решает следующие задачи:

1. Закрепление знаний курсантов по эксплуатации систем АБ;
2. Проверка теоретических знаний курсантов;
3. Выработка практических навыков курсантов на тренажере по эксплуатации систем АБ.

Общая структура тренажера представлена на рисунке 1.

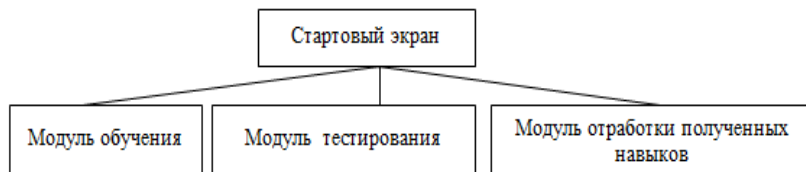


Рис. 1 – Общая структура тренажера

Стартовый экран тренажера по эксплуатации систем АБ представлен на рисунке 2.



Рис. 2 – Стартовый экран тренажёра для отработки действий курсантов по эксплуатации систем АБ

Первый модуль тренажера, названный «Обучение», предназначен для закрепления знаний обучаемых по конкретной системе с помощью обучающей программы.

Второй модуль «Тестирование» предназначен для проверки знаний обучающегося по эксплуатации системы АБ с помощью тестирования. Если балл ниже 3.5, то обучающегося отправляют в начало модуля обучения.

С помощью третьего модуля «Практика» у обучаемого вырабатываются навыки эксплуатации систем АБ в различных режимах.

Особенности внедрения подобных разработок к использованию их в других учебных заведениях следующие:

- а)* разработка программных продуктов осуществляется с использованием различных инструментальных средств в любых технологических средах;
- б)* высокая трудоемкость разработки тренажных и обучающих программ;
- в)* высокая текучесть кадров преподавательского состава учебных заведений ВМФ, что определяет трудность и практическую невозможность сопровождения программных продуктов при их эксплуатации;
- г)* разработка осуществляется только за счет энтузиазма преподавательского состава, не имеет экономического стимулирования и тиражирования.

Одним из способов внедрения разработанных (разрабатываемых) компьютерных средств подготовки специалистов ВМФ является создание соответствующей кооперации, в состав которой входят институты ВМФ, выполняющие функции сертификационных центров, и предприятия промышленности, обеспечивающие поставку и сопровождение программных продуктов в соответствии с отечественной (международной) нормативной базой.

Внедрение опыта преподавателей учебных заведений в практику подготовки специалистов, выраженного в разработанных ими компьютерных ОП, невозможно без:

а) создания инфраструктуры внедрения указанных средств в учебные заведения ВМФ.

б) определения единых требований к компьютерным средствам подготовки специалистов ВМФ. Данные требования должны определять прежде всего форматы и точность представления данных как для обучения курсантов решению практических задач, так и для отработки их навыков по управлению системами АБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по эксплуатации аккумуляторных батарей подводных лодок (РЭАБ-78). – М: Воениздат, 1991.
2. Батареи аккумуляторные и аккумуляторы изделия 476Э. Руководство по эксплуатации. ЖЛТЯ.563316.002-15РЭ.
3. Шевелев Г.М., Сенной Н.Н., Земский А.Ю., Чоботарский В.П. Аккумуляторные установки. Учебник. – СПб: ВМПИ, 2021.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАРЯДА СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ АБ

Аннотация

В статье произведен анализ способов сокращения времени заряда свинцово-кислотных АБ. Рассмотрены следующие способы: ускоренный двухступенчатый заряд, заряд асимметричным пульсирующим током, сокращение времени заряда при работе АБ в буферном режиме, в режиме «винт-расход», при автоматизированной зарядке. Для каждого способа произведен анализ его особенностей, влияние на срок службы и емкость АБ, технические требования для каждого способа, особенности эксплуатации АБ.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, режим заряда, подводная лодка.

Одним из основных недостатков свинцово-кислотного аккумулятора является длительность его заряда (10-19 ч) (табл 1) [2]. Длительность заряда определяется главным образом крайне низкой эффективностью использования тока на последней ступени заряда 5-10% [1]. Для последней ступени характерны высокие скорости газовыделения и выноса аэрозолей кислоты из аккумулятора, а также повышенная скорость коррозии положительного токоотвода, что сокращает срок службы аккумуляторов. Однако проведение заряда с постоянным напряжением на последней ступени необходимо для:

- 1) достижения полной заряженности всех аккумуляторов в батарее;
- 2) выравнивания степени заряженности аккумуляторов в батарее;
- 3) перемешивания электролита;
- 4) снижения сульфатации активных масс.

Таблица 1

Время заряда СКА

Режим заряда	Режим предш. разряда	Длительность ступени, ч				Длит. заряда, ч
		1	2	3	4	
Четырехступенчатый при постоянном напряжении на четвертой ступени	50-ч	3,5-4,5	1,0-1,5	1,0-1,5	6,0-7,0	13-15
	5-ч	3,5-4,0	1,0-1,5	0,5-1,3	5,0-6,0	11-13
Четырехступенчатый при постоянном токе на четвертой ступени	50-ч	3,5-4,5	1,0-1,5	1,0-1,5	9,0-11,0	15-19
	5-ч	3,5-4,0	1,0-1,5	0,5-1,3	6,0-7,0	12-14
Ускоренный двухступенчатый заряд		3-4	2-4	-	-	5-7

Продолжительность времени заряда снижает подводную автономность и скрытность ПЛ, особенно дизель-электрических (ДЭПЛ), так как в течение всего времени заряда ПЛ должна находиться на перископной глубине. Поэтому необходимо использовать различные способы сокращения заряда АБ.

На практике существуют три основных пути исключения рассмотренного выше недостатка свинцово-кислотных аккумуляторов [1]:

- 1) применение ускоренных режимов заряда;
- 2) эксплуатация АБ в режиме недозаряда;
- 3) повышения эффективности заряда за счет применения пульсирующего асимметричного зарядного тока.

1. *Способ эксплуатации АБ с применением ускоренного заряда* предусматривает строго установленное чередование ускоренных двухступенчатых и нормальных четырехступенчатых зарядов и состоит из периодов. Последующий период начинается при достижении признаков окончания четырехступенчатого заряда с перезарядом. Количество периодов, следующих один за другим, не ограничивается. После использования количества ускоренных зарядов в периоде согласно технического описания и инструкции по эксплуатации АБ необходимо провести четырехступенчатый заряд с перезарядом.

1.2. Ускоренный двухступенчатый заряд является зарядом с недозарядом. Однако, правильное проведение и установленное инструкцией чередование ускоренных и четырехступенчатых зарядов, своевременное проведение лечебных циклов обеспечивает возможность эксплуатации батареи в течение такого же срока, как и при четырехступенчатых зарядах. Нарушение рекомендуемого порядка и периодичности проведения четырехступенчатых зарядов и перезарядов могут быть причинами снижения емкости и уменьшения срока службы батареи.

1.3. Уменьшение продолжительности ускоренного заряда достигается применением двухступенчатого режима и ограничением длительности второй ступени заряда.

1.4. Ускоренные заряды батареи на подводной лодке проводятся только в море во время плавания с целью сокращения длительности заряда. Проведение ускоренных зарядов в базе запрещается.

1.5. Ускоренный заряд необходимо проводить в две ступени:

- первая – при постоянном токе;
- вторая – при постоянном напряжении.

Переход с первой ступени на вторую производится при достижении переходного напряжения. На второй ступени заряда переходное напряжение поддерживать постоянным, снижая величину зарядного тока.

1.6. Ток первой ступени необходимо устанавливать в зависимости от степени разряженности батареи.

1.7. Переход с первой ступени заряда на вторую производится при достижении у большинства аккумуляторов (более 75%) батареи переходного напряжения 2,42В в первой половине (до 50%) срока службы батареи и 2,38В - во второй половине (после 50%) срока службы батареи.

1.8. Заканчивать ускоренный заряд при достижении плотности электролита у большинства аккумуляторов не менее 1,280 г/см³. При этом батарее должно быть сообщено не менее 97-103% разрядной емкости.

1.9. Параметры периода эксплуатации в начале (до 50%) срока службы:

- максимальная длительность периода – 30 суток;

- максимальное количество ускоренных зарядов в периоде, следующих один за другим – 8;

- длительность между очередными зарядами в периоде – не более 4 суток.

Параметры периода эксплуатации в середине (от 50% до 75%) срока службы:

- максимальная длительность периода – 25 суток;

- максимальное количество ускоренных зарядов в периоде, следующих один за другим – 7;

- длительность между очередными зарядами в периоде – не более 3 суток.

Параметры периода эксплуатации в конце (более 75%) срока службы:

- максимальная длительность периода – 20 суток;

- максимальное количество ускоренных зарядов в периоде, следующих один за другим – 5;

- длительность между очередными зарядами в периоде – не более 3 суток.

1.10. В конце каждого периода проводить четырехступенчатый заряд. Если в конце четырехступенчатого заряда не достигнута плотность электролита в аккумуляторах, которая была в конце последнего четырехступенчатого заряда, то следует провести перезаряд. При этом обеспечивается сообщение батареи не менее 120% разрядной емкости.

1.11. В случае использования в море указанного количества ускоренных зарядов в период эксплуатации все последующие заряды аккумуляторной батареи до возвращения подводной лодки в базу проводить четырехступенчатым режимом. В базе провести лечебный цикл. Новая последовательность периодов ускоренных зарядов начинается только после проведения лечебного цикла.

2. *Сократить время заряда можно также путем отказа от достижения полной степени заряженности аккумулятора* и, соответственно, исключения (сокращения) его малозффективной последней стадии. При этом возможно использование высоких скоростей заряда до достижения (80-90) % степени заряженности. Однако такая эксплуатация свинцово-кислотного аккумулятора приводит к ускоренной его деградации, связанной, главным образом, с накоплением сульфата свинца в отрицательной активной массе. Так как заряд проводится не полностью, то удаление этого сульфата не происходит.

Исследования, проведенные в АО «Электротяга», показали, что циклирование в режиме постоянного недозаряда способствует деградации аккумуляторов [1]. Это проявляется в снижении их емкости на контрольных разрядах, что показывает характер кривой зависимости емкости от числа проведенных серий цикла постоянного недозаряда (СЦПН). Однако, до 10-й серии деградация аккумуляторов носила обратимый характер и их емкость возрастала после проведения лечебных мероприятий. После 10-й серии деградация аккумуляторов становится необратимой.

Осмотр электродов после испытаний показал, что причиной ограничения срока службы стало оплывание положительной активной массы (ПАМ) и образование коротких замыканий через свинцовую губку, образующуюся в результате восстановления частиц диоксида свинца на отрицательном электроде. Состояние отрицательной активной массы (ОАМ) удовлетворительное. Содержание сульфата свинца в активной массе отрицательного электрода составило 14-23%.

Таким образом, испытание аккумуляторов в режиме постоянного недозаряда в пределах 10 СЦПН приводит к сульфатации отрицательной активной массы, характер которой является обратимым и после проведения лечебных циклов емкости в большой степени восстанавливаются.

На рис.1 показано изменение плотности электролита в конце зарядов после СЦПН и лечебных циклов. Плотность кислоты измерялась после корректировки уровня электролита. Кроме того, на рисунке представлены значения плотности электролита после СЦПН и до корректировки его уровня в аккумуляторе.

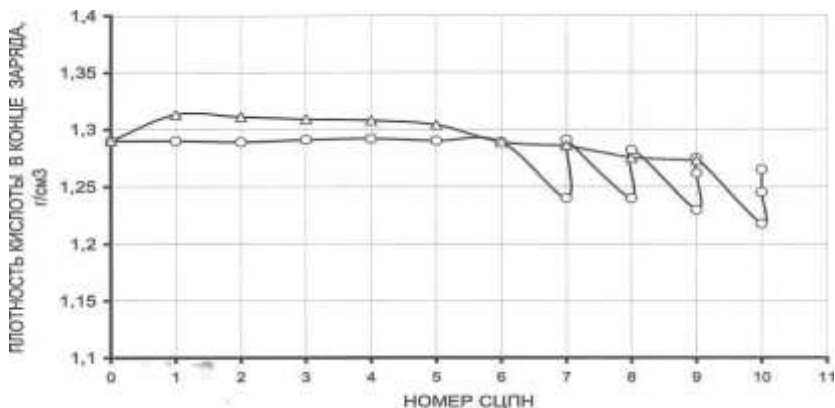


Рис. 1 – Изменение плотности электролита в конце заряда с перезарядом после СЦПН и лечебных циклов (среднее значение по трем аккумуляторам). Плотность кислоты до (Δ) и после (○) корректировки уровня электролита

Из рисунка видно, что плотность электролита в конце заряда практически не изменялась в течение 1-6 СЦПН, оставаясь на исходном уровне 1,290 г/см³. После проведения 7 СЦПН плотность кислоты в аккумуляторах в конце заряда составила в среднем 1,245 г/см³. После проведения первого лечебного цикла плотность кислоты возросла до 1,287 г/см³, а после второго лечебного цикла, соответственно, до 1,291 г/см³. После 9 СЦПН плотность кислоты в аккумуляторах в конце заряда составляла в среднем 1,235 г/см³. После первого проведенного лечебного цикла плотность возросла в среднем до 1,260 г/см³, а после проведения второго лечебного цикла плотность кислоты составила 1,275 г/см³, что указывает на незначительную необратимую сульфатацию ОАМ. После 10 СЦПН плотность кислоты снизилась до 1,225 г/см³, а после двух проведенных лечебных циклов составила 1,260 г/см³. Таким образом, полученные результаты позволяют говорить о том, что при циклировании с постоянным недозарядом имеет место сульфатация ОАМ, но характер ее имеет высокую степень обратимости.

Сказанное позволяет предполагать, что эксплуатация аккумуляторов в режиме постоянного недозаряда не будет приводить к необратимой сульфатации, связанной с рекристаллизацией кристаллов сульфата свинца, если заряды и разряды проводить непрерывно, исключая паузы, в течение

которых ОАМ находится в разряженном состоянии. В этом случае сульфатация ОАМ должна носить обратимый характер и устраняется после проведения нормального заряда или проведения лечебных циклов. Результаты проведенных испытаний в режиме постоянного недозаряда подтверждают сделанное предположение и на основе этих испытаний внесены испытания в инструкцию по эксплуатации АБ «Изделие 476» [4].

3. Сократить время заряда обеспечивает применение пульсирующего асимметричного тока [3], которое позволяет:

- 1) сократить продолжительность заряда до полной емкости на (7-10) ч за счет снижения длительности последней ступени заряда;
- 2) снизить скорость газовыделения на (20-30) % и сократить потери воды;
- 3) увеличить разрядную емкость;
- 4) снизить выделение аэрозолей кислоты;
- 5) уменьшить скорость коррозии токоотводов;
- 6) снизить степень необратимой сульфатации электродов;
- 7) снизить расходы на обслуживание батарей.

Положительное влияние пульсирующего тока связано с его влиянием на структуру активных масс. Использование пульсирующего тока, амплитуда которого выше величины тока обычного гальваностатического заряда, способствует измельчению структуры активной массы. Кроме того, во время паузы, на поверхности кристаллов, в результате адсорбционных процессов, имеет место повышение перенапряжения роста граней существующих кристаллов, что способствует формированию новых центров кристаллизации.

Применение пульсирующего тока влияет на степень кристалличности активной массы. Известно [2], что в процессе заряда формируется как кристаллическая активная масса, так и аморфная (гель) масса. Последняя во многом обеспечивает работоспособность активной массы за счет ее высокой протонной проводимости и снижения сопротивления контакта между агломератами активной массы. Длительный заряд при постоянном токе повышает степень кристалличности активной массы.

Пульсирующий ток заряда способствует уменьшению ионного дисбаланса в аккумуляторе. В процессе паузы диффузия оптимизирует распределение ионов в объеме электролита, а при обратном токе «снимается» избыточный поверхностный заряд, что позволяет реализовывать повышенные плотности зарядного тока.

Пульсирующий ток влияет на форму кристаллов. При катодном импульсе острые грани кристаллов растворяются. Это способствует образованию сглаженных агломератов активной массы.

И, наконец, применение пульсирующего тока способствует снижению температуры в аккумуляторе. Во время паузы происходит диссипация тепла. Снижение температуры повышает перенапряжение выделения газов, уменьшает скорость коррозии токоотводов и, в конечном итоге, повышает срок службы аккумулятора.

Однако для подобного способа заряда разработаны широтно-импульсные модуляторы только для аккумуляторов малой емкости. Для лодочных АБ пока не разработаны устройства пульсирующего заряда.

4. В качестве других режимов сокращения времени заряда АБ могут использоваться: работа батареи в буферном режиме, режим «винт—расход» и автоматизированный способ заряда [3].

4.1. Работа АБ в буферном режиме применяется на подводных лодках в штормовую погоду для ограничения резкого повышения числа оборотов двигателей внутреннего сгорания при оголении винтов. Рекомендуется подключать для работы в качестве буфера частично разряженную батарею. Режим этот осуществляется импульсными бросками тока от генератора в моменты оголения винтов и представляет собой одну из разновидностей заряда при постоянном напряжении. В паузах между бросками ток подзаряда должен быть равен нулю. Величина импульсов тока не должна превышать ток второй ступени нормального заряда. Это делается для того, чтобы плотность тока на единицу поверхности пластин ($j < 50 \text{ А/м}^2$ ($0,5 \text{ А/дм}^2$)) способствовала минимальному газовыделению и износу аккумуляторов. При этом режиме работы установки должна непрерывно работать в дизельный отсек батарейная вентиляция. Необходимость в буферном режиме работы АБ на ПЛ со специальными энергетическими установками практически отпадает, так как ПЛ не ограничена возможностями длительного непрерывного плавания под водой на весь период шторма. Тем не менее возможность осуществления этого режима на ПЛ со специальными энергетическими установками не исключается.

4.2. Режим «винт—расход» осуществляется для обеспечения питания потребителей корабельной сети от генератора при подключенной АБ. Ток заряда АБ теоретически должен быть равен нулю. Однако из-за переменного характера нагрузки в корабельной сети и отсутствия точного регулирования нагрузки на генераторе может иметь место периодический или непрерывный подзаряд АБ. Такой режим работы АБ является разновидностью заряда при постоянном напряжении и используется на ПЛ с дизель-электрическими и специальными энергетическими установками. При этом режиме должна работать система батарейной вентиляции.

4.3. Автоматизированный способ заряда АБ является трехступенчатым комбинированным способом заряда: первая и третья ступени ведутся током постоянной величины, а вторая ступень выполняется при постоянном напряжении (рис. 3).

Величины зарядных токов по ступеням даются в формуляре на аккумуляторную батарею, аккумуляторном журнале или определяется путем расчета.

Допустимые плотности тока заряда: на первой ступени $j_{I} = 100 \text{ А/м}^2$ ($1,0 \text{ А/дм}^2$), на третьей ступени; $j_{III} = (15 \div 25) \text{ А/м}^2$ или $(0,15 \div 0,25) \text{ А/дм}^2$. На второй ступени плотность тока изменяется от 100 А/м^2 ($1,0 \text{ А/дм}^2$) до $(15 \div 25) \text{ А/м}^2$ или $(0,15 \div 0,25) \text{ А/дм}^2$.

Переходное напряжение выбирается в соответствии с РЭАБ и лежит в пределах от 2,40 до 2,48 В. Весь процесс заряда полностью автоматизирован и может быть применен на ПЛ как с дизель-электрическими, так и со специальными энергетическими установками. Особенностью данного способа заряда является сокращение ее продолжительности при сравнительно малом газовыделении и достаточно хорошем использовании мощности зарядовых

средств. Сокращение продолжительности заряда достигается путем форсировки плотности тока на второй ступени заряда до среднего значения около 60 А/м^2 ($0,6 \text{ А/дм}^2$) вместо 50 А/м^2 ($0,5 \text{ А/дм}^2$) при обычных способах заряда.

Попутно следует заметить, что до создания системы МПЭ данный способ заряда применялся без автоматизации на отечественных подводных лодках как форсированный и позволял сокращать продолжительность заряда от 1,0 до 1,5 ч.

Плавное автоматическое снижение величины зарядного тока на второй ступени по закону убывания количества сернокислого свинца на пластинах аккумуляторов позволяет вести заряд с минимальным газовыделением и максимальным использованием подводимой энергии для восстановления активного вещества.

Заряд током постоянной величины на третьей ступени позволяет поддерживать примерно постоянную нагрузку на зарядовом агрегате при сравнительно малой мощности и облегчает в целом автоматизацию процесса конца заряда аккумуляторной батареи.

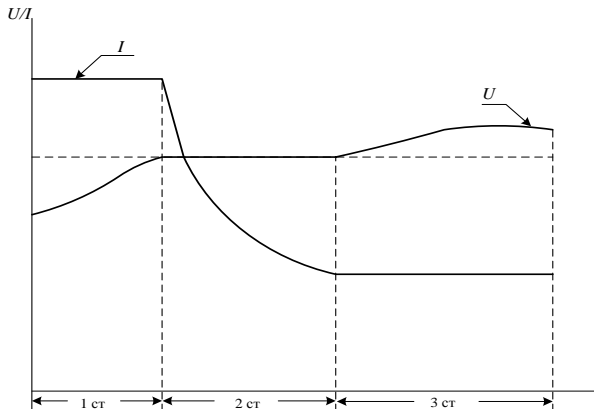


Рис. 2 – Графики изменения напряжения и тока при автоматизированном способе заряда свинцово-кислотной батареи

На основании выше изложенного можно сделать вывод, что для значительного сокращения времени заряда АБ целесообразно использовать ускоренный двухступенчатый заряд.

ЛИТЕРАТУРА

1. Каменев Ю.Б. Свинцово-кислотный аккумулятор. – СПб.: Химиздат, 2017.
2. Якушенко Е.И., Сенной Н.Н., Шевелев Г.М. Подводный флот России: прошлое, настоящее, будущее. Монография – СПб: ВМПИ, 2018.
3. Шевелев Г.М., Сенной Н.Н., Земский А.Ю., Чоботарский В.П. Аккумуляторные установки. Учебник – СПб: ВМПИ, 2021.
4. Батареи аккумуляторные и аккумуляторы изделия 476Э. Руководство по эксплуатации ЖЛТЯ.563316.002-15РЭ – СПб: Электротя

КРАСИКОВ В.И., КУДЕСОВ С.А., ЛОБАНОВА Е.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ ПО РАЗВИТИЮ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

Аннотация.

В статье проанализированы перспективы развития грузопотоков по Северному морскому пути.

Ключевые слова: северный морской путь, грузоперевозки.

Северный Морской путь (СМП) имеет протяженность 5600 км Деятельность СМП представлена следующими видами перевозок: вывоз углеводородного сырья с месторождений Арктического региона; завоз грузов для обеспечения освоения материковых и шельфовых месторождений полезных ископаемых; завоз грузов в районы Крайнего Севера (северный завоз); транзитные перевозки. К принципиально новым направлениям грузопотоков на трассе СМП можно отнести: вывоз в танкерах газоконденсата и сырой нефти с месторождений бассейнов рек Обь, Енисей, Лена и др. [3].

Несмотря на самую малую протяженность по сравнению с конкурирующими транспортными морскими магистралями, СМП пока не представляет достаточного интереса для международных транспортных компаний как средство осуществления транзита, хотя СМП это естественный транспортный мост между Евросоюзом и странами Азиатско-Тихоокеанского региона, а использование его позволит азиатским государствам значительно сократить время и снизить стоимость перевозок грузов в Европу. Исходя из этого, наиболее актуальными становятся использование СМП. Активизация пиратских нападений на суда, следующие южными маршрутами, повышают интерес грузоперевозчиков к арктическим трассам. Растет активность в освоении месторождений полезных ископаемых в арктической зоне, что создает предпосылки для увеличения объёмов перевозок по СМП.

Однако следует признать и слабую оснащенность всех направлений инфраструктуры СМП, и невысокое качество представляемых услуг, что отрицательно сказывается на динамике использовании СМП. Также нужно отметить недостаточный на сегодняшний день состав ледокольного флота, что, по отзывам судоводителей, ведет к длительному ожиданию ледокольной проводки – от 1 до 12 суток, и высокую вероятность непредоставления сопровождения ледоколом в нужное время и в нужном месте. Серьезным фактором является необходимость наличия у судов, пользующихся СМП усиленных характеристик по защите от льдов и торосов. Все это удорожает подготовку судов и отпугивает многих потенциальных потребителей услуг СМП.

Нужно отметить, что по расходам на транзит грузов, плата за проход через Суэцкий канал ниже, чем за ледокольное сопровождение судов по СМП, что наглядно показывают материалы, опубликованные журналом «Форбс» (таблица №.1).

Таблица 1

Составляющие себестоимости рейса сухогруза 70 000 тонн из Киркинеса (Норвегия) в Йокогаму (Япония)

№	Показатели себестоимости	Суэцкий канал	Севморпуть
1	Расход топлива всего -	\$ 1 000 000 на 44 дня	\$ 601 000 на 26 дней
2	Расход топлива в день	33 т по цене \$700/т	33 т по цене \$700/т
3	Стоимость фрахта всего	\$ 720 000 на 48 дней	\$ 450 000 на 30 дней
4	Стоимость фрахта в день	\$ 15 000 в день	\$ 15 000 в день
5	Плата за проход -	\$ 250 000	-
6	Плата за ледокольное сопровождение	-	\$ 375 000
7	Плата за обслуживание в портах	\$ 250 000	\$ 250 000
8	Непредвиденные расходы	\$ 50 000	\$ 50 000
9	Страховка по риску пиратства	\$ 110 000	-
10	Страховая премия за проход по СМП -	-	\$ 70 000
11	Итого	\$ 2 380 000 и 48 дней	\$ 1 796 000 и 30 дней

1 марта 2018 года, в послании Федеральному собранию РФ, президент России Владимир Владимирович Путин заявил, что «ключом к развитию русской Арктики, регионов Дальнего Востока» станет Северный морской путь. При этом Президентом была поставлена задача увеличить мощности Северного морского пути почти в восемь раз — до 80 млн. тонн. И достичь таких результатов необходимо к 2024 году [4]. Ранее Президент отмечал, что «если мы обеспечим круглогодичное использование СМП, а мы в конечном итоге, я надеюсь, достаточно быстро добьемся этого, то движение товаров из Азии в Европу и назад будет гораздо более экономически целесообразным, чем по другим имеющимся на сегодня маршрутам».

В августе 2018 года, в поселке Сабета прошло совещание, под руководством заместителя председателя правительства Российской Федерации М. А. Акимова, посвященное развитию СМП. В ходе совещания были озвучены следующие положения:

1. Главное направление развития СМП будет связано с обеспечением вывоза минерального сырья и напрямую зависит от реализации инвестиционных проектов по добыче минеральных ресурсов (Варандей, Ямал СПГ, Диксон, Новый Порт, Дудинка, Норильск – в общей сложности 15 действующих и перспективных проектов, 11 из которых связаны с освоением нефти и газа, 4 – руд и угля).

2. Транзит (в особенности международные) в ближайшей и среднесрочной перспективе будет дополнительным бонусом, но его роль в грузопотоке Северного Морского пути будет незначительной. Тем не менее, международные транзиты остаются одним из потенциальных направлений деятельности СМП, но с учетом ограниченного количества ледоколов, будущие транзиты возможны

при условии крупных гарантированных партий грузов и четкого графика проводок.

По прогнозу, выполненному АО «ЦНИИМФ», суммарный объем перевозок по трассам СМП к 2030 г. составит 71 млн т, т.е. возрастет почти в 10 раз по сравнению с 2016 г. Это требует решения повышения качества (скорость ледокольной проводки, безопасность, своевременность обслуживания) ледокольного обеспечения судоходства. [1] Данный прогноз подтверждают и результаты финансово-экономической модели развития СМП, подготовленной Аналитическим центром при правительстве РФ, который указывают, что в эти проектные объёмы к 2030 году можно включить и 20 млн. тонн транзитных грузов за счёт переключения на СМП 8 южных торговых путей. Однако для этого потребуются создание арктической контейнерной линии между Мурманском и Петропавловском-Камчатским.

Вывод.

Динамика грузоперевозок дает основание утверждать, что СМП, следует рассматривать не столько, как транспортный коридор; а как системообразующий стержень механизма реализации Государственной программы социально-экономического развития Арктики. Правда достичь требуемых значений численных показателей, очевидно, удастся не за счет иностранных потребителей услуг СМП, а за счет потребностей внутреннего рынка, а для решения этой задачи необходимо: строительство новых ледоколов в соответствии с потребностями; выполнить оптимизацию расстановки ледоколов по зонам обслуживания; осуществить совершенствование организационной структуры управления СМП.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буянова Л.Н. Повышение качества ледокольного обеспечения судоходства на трассах северного морского пути // Логистика: современные тенденции развития: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. 4, 5 апреля 2019 г : Ч.1.
2. Жуков М. Возрождение Северного морского пути – главная забота российских полярников. [Электронный ресурс <http://rareearth.ru/ru/pub/2016061/02203.html>.].
3. Румянцева А.А. Состояние и характеристика грузопотоков по северному морскому пути// Логистика: современные тенденции развития: материалы XVII Междунар. науч.-практ. конф. 4, 5 апреля 2019 г : Ч.1.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОДУКЦИОННОЙ МОДЕЛИ В КСУ ТС

Аннотация.

В статье рассматривается ЦКСУ в составе КСУ ТС. Описываются проблемы организации ручного ввода состояний коммутационной аппаратуры и ТС операторами МПУ ТС. Вводится понятие единого информационного пространства, как структуры содержащей информацию, для формирования входных данных в обеспечение решения задач ЦКСУ и СИП. Описывается использование результатов продукционной модели, алгоритмического обеспечения, состояния всей коммутационной аппаратуры и ТС в программном обеспечении для автоматического формирования рекомендаций по использованию систем заведования для операторов ЭМБЧ.

Ключевые слова: продукционная модель, комплексная система, управление, корабль, ЦКСУ, СИП, алгоритмическое обеспечение, коммутационная аппаратура, оператор ЭМБЧ.

Комплексная система управления техническими средствами (КСУ ТС) – это единая система управления ТС корабля, обеспечивающая координированное управление в нормальных условиях эксплуатации, аварийных ситуациях и при борьбе за живучесть [1].

Для координированного управления в состав КСУ ТС, помимо непосредственно систем управления (СУ) общекорабельных систем (ОКС), главной энергетической установки (ГЭУ), электроэнергетической системы (ЭЭС) и т.д., включаются системы:

СОД – система обмена данными между пультами управления, станциями локальными технологическими, локальными СУ и ТС, обеспечивающая передачу пакетов данных, как широковещательно, так и от абонента к абоненту [2];

СЭП – система электропитания, обеспечивающая бесперебойное питание аппаратуры КСУ ТС при кратковременных перерывах питания [2];

ЦКСУ – система, которая и предназначена для координированного управления совокупностью комплексов ТС через их СУ во всех режимах эксплуатации, локализации аварийных ситуаций, выходящих за пределы полномочий СУ [2], а также для:

- обобщения информации о состоянии ТС и внутренней обстановке на корабле,

- для выработки рекомендаций операторам по управлению ТС при повседневной эксплуатации и решении задач борьбы за живучесть,

- автоматизированного ведения учетно-отчетной документации,

- ведения регистрации действий операторов СУ, параметрии и состояний ТС с возможностью просмотра зарегистрированной информации.

Единое информационное пространство. Ввиду большого объема циркулирующих в КСУ ТС данных, первостепенной задачей при разработке ЦКСУ является создание общих правил обработки, формирование

унифицированной структуры данных – единого информационного пространства (ЕИП).

Создание ЕИП в виде структуры, связывающей статическую информацию по размещению ТС, корабельных систем, электрооборудования, и динамическую информацию по состоянию объектов, в виде перечней сигналов от автоматизированных систем (например, систем управления ОКС), позволяет сформировать разные виды входных данных для программного обеспечения решения задач ЦКСУ и КСУ ТС в целом. Сложность создания структуры заключается в том, что разработка систем управления ведется непосредственно по прямому назначению, обеспечивая требования технического задания для каждой СУ отдельно. Заказчиками со стороны ЦКБ-проектанта являются специалисты различных корабельных систем, не рассматривающие КСУ ТС в целом. ЦКСУ комплексируя, структурируя и унифицируя данные, может обеспечить необходимой информацией по запросам систем управления.

Ручной ввод информации. Для координированного управления необходима информация по состоянию всех ТС. Перспективные КСУ ТС, разрабатываемые в АО «НПО «Концерн «Аврора», способны обрабатывать значительные объемы информации, поступающие от корабельных систем, но технические средства корабля, обслуживаемые ЭМБЧ, являются не полностью автоматизированными [1].

Обеспечение сигнализаторами всей коммутационной аппаратуры, для выдачи однозначных выводов и рекомендаций по применению ТС, приведет к значительному удорожанию заказа, а также к усложнению его технического обслуживания.

Альтернативой установки доп. оборудования является дополнение функциональных возможностей программного обеспечения (ПО) КСУ ТС.

На приборах местных постов управления (МПУ) необходимо обеспечить возможность отслеживания текущего состояния коммутационной аппаратуры с ручным управлением, по заведованию оператора МПУ, с фиксацией – кем конкретно вводилась информация, решив задачу ввода состояний «ручной» арматуры на видеокадрах приборов.

Данные, сформированные на пультах МПУ, по состоянию «ручной» и автоматизированной арматуры и ТС корабельных систем необходимо передать в ЦКСУ.

Программное обеспечение ЦКСУ, используя результаты работы модели и алгоритмического обеспечения, делает выводы по состоянию коммутационной аппаратуры и ТС электромеханической боевой части (ЭМБЧ), включая данные о состоянии объектов, не имеющих автоматизированного управления и сигнализации, и автоматически формирует рекомендации по использованию систем заведования для операторов ЭМБЧ [1].

Продукционная модель – модель, основанная на правилах, позволяет представить знания в виде предложений типа: «ЕСЛИ (условие), ТО (действие)». Основывается на временных отношениях между состоянием объектов.

Недостатком модели является то, что при накоплении большого числа продукций они начинают, вследствие необратимости дизъюнкций, противоречить друг другу. Применение такой модели для обработки данных в

ЦКСУ возможно по причине конечного количества данных для использования в продукциях.

Продукционная модель ТС корабля и алгоритмическое обеспечение, позволяя решать задачи информационной поддержки управления ТС при повседневной эксплуатации и при борьбе за живучесть с учетом работоспособности систем, механизмов, арматуры и т.п.

Результатом работы модели являются автоматически сформированные конкретные рекомендации для различных операторов КСУ ТС, в том числе МПУ СУ.

При борьбе за живучесть автоматически формируются рекомендации на основе текущего состояния ТС и коммутационной арматуры ЭМБЧ [1], а именно:

- перечень обесточиваемого электрооборудования и места снятия с него напряжения, при невозможности централизованного отключения, для обесточивания аварийной зоны, возможно по выборкам с учетом огнестойких и транзитных кабелей и состоянием помещений в местах снятия напряжения;

- рекомендации по перекрытию агрессивных сред в виде перечня запорной арматуры с указанием мест возможного управления и текущим состоянием конкретных клапанов, захлопок и пр;

- общий перечень теряемых функций ТС по, автоматически предложенным моделью, действиям по герметизации вентиляции, перекрытию агрессивных сред. Учитывая, что корабль является сложным «механизмом» и при сложившейся аварийной ситуации может выполнять определенную боевую задачу, то имеется возможность отменить локализацию одного или нескольких ТС необходимых выполнения боевой задачи и система сформирует новые рекомендации по герметизации вентиляции/обесточиванию/перекрытию агрессивных сред, с учетом выбранных ТС;

- рекомендации по тушению пожара стационарными средствами в защищаемых помещениях с указанием переключаемой по каждой системе арматуре и оборудованию, а также местам их возможного управления с учетом состояний помещений, в которых они находятся. В состав формируемых рекомендаций так же входят подготовительные мероприятия для включения систем в действие. Оценивается состояние готовности самой системы, с учетом аварийных (неисправных) ТС;

- рекомендации по удалению воды с указанием арматуры и ТС, участвующих в мероприятиях.

Выводы. ЦКСУ в составе КСУ ТС, объединяя данные от СУ ТС в общее информационное пространство, имеет значительные преимущества. Появляется возможность дополнения/корректировки задач, решаемых КСУ ТС, на всех этапах жизненного цикла, ввиду мобильности данных и возможности их переконфигураций.

На данный момент в НПО «Концерн «Аврора» создана КСУ ТС с ЦКСУ, использующая в своей работе ЕИП. При этом реализован ввод данных по «ручной» коммутационной аппаратуре с применением продукционной модели обеспечивающий автоматическую выработку рекомендаций в зависимости от текущей обстановки на корабле и состояния ТС, но ручной ввод информации

осуществляется только с автоматизированного рабочего места командира ЭМБЧ.

Существующая организация службы на кораблях ВМФ обеспечивает эффективную работу операторов функциональных СУ, однако не позволяет обеспечить персонализированный ввод состояний «ручной» коммутационной аппаратуры и поддерживать в актуализированном виде данные по текущему состоянию оборудования и арматуры на МПУ СУ.

Осуществить разработку, с распределенным по МПУ СУ вводом данных, возможно, но без закрепления ответственности за оператором МПУ о достоверности вводимых данных, сформированные ЦКСУ, рекомендации могут быть ошибочными - не соответствующими текущей обстановке.

Закрепление в руководящих документах ВМФ требований к операторам МПУ по фиксации состояния «ручной» арматуры, механизмов и т.п., при условии персональной ответственности за корректность и полноту введенных данных, позволит обеспечить в ЦКСУ формирование однозначных выводов и рекомендаций. Организованная таким образом служба позволит добиться принятия верных решений при повседневной эксплуатации и борьбе за живучесть и повысит боевую устойчивость корабля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шилов К.Ю., Сурин С.Н., Грек Б.В. Комплексные системы управления судовыми техническими средствами// Морской вестник – 2018 – №3(67).
2. ГОСТ 19176-85. Словарь-справочник терминов нормативно-технической документации.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГРУППЫ АВТОНОМНЫХ РОБОТОВ ПРИ СПАСАНИИ ЛЮДЕЙ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Аннотация.

В статье проанализированы возможности реализации задач оптимального функционирования на основе существующих подходов к моделям группового, коллективного управления роботами по данным научно-технической информации и литературным источникам. На данном этапе исследований, поставленной задаче разработки предложений по оптимальному (рациональному) перераспределению функций между роботами и оперативному переконфигурированию (реконфигурированию) группы при выходе из строя одного или нескольких роботов в группе или появлении новых роботов в группе, в наибольшей степени соответствует, так называемый «оптимизационный подход».

Ключевые слова: роботизированный комплекс, универсальное спасательное средство, Арктика, терпящие бедствие, беспилотное спасательное средство, групповое управление.

Коллективом авторов ЦНИИ РТК, Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского и ФГБУ ВНИИПО МЧС России разработан проект роботизированного комплекса универсальных спасательных средств для проведения поисковых, спасательных и эвакуационных операций в условиях Арктики и Крайнего Севера.

В ходе реализации проекта по разработке и созданию наземного роботизированного комплекса (НРК), как наращиваемой группы беспилотных универсальных спасательных средств (УСС) смешанного базирования «земля-море-воздух», амфибийного типа, имеющих высокую степень автономности, автоматизации и проходимости для поисково-спасательных операций (ПСО) в условиях Арктики и Крайнего Севера был решен ряд ключевых научно-технических и прикладных задач [4].

Как показано в [10] основным преимуществом проекта НРК УСС является оперативность проведения ПСО, которая будет определяться, в том числе, и оптимальным функционированием группы автономных робототехнических средств при оперативном решении задачи спасания терпящих бедствие людей, раненых и пораженных с поверхности льда и грунта.

С учетом этого в настоящем исследовании проведен анализ возможности реализации задач оптимального функционирования на основе существующих подходов к моделям группового, коллективного управления роботами по данным научно-технической информации и литературным источникам. В данном случае рассматривается наиболее сложная задача системы группового управления роботов (СГУР) – это управление группой роботов (ГР) в естественной, динамической среде (арктический регион) и, особенно, в условиях противодействия со стороны внешних воздействующих факторов природной

среды (низкие температуры, штормовые условия, снежная пурга, торшение льдов и т.д.), а также противодействия противника.

Как известно, в настоящее время рассматриваются три стратегии группового управления (ГУ): централизованного управления, децентрализованного и смешанного управления [3]. Стратегии централизованного управления группой объектов можно разбить на два класса – стратегию, использующую принцип единоначального управления, и стратегию, использующую принцип иерархического управления. Среди децентрализованных стратегий можно также выделить два типа – это стратегия коллективного управления и стратегия стайного управления.

Как показал сопоставительный анализ преимуществ и недостатков стратегий СГУР в нашем случае, связанном с высокими рисками и агрессивным характером внешней среды, наиболее актуальны смешанные стратегии. Например, целевые задания по подгруппам роботов устанавливаются лицом, принимающим решение или центром удалённого управления, в рамках стратегии централизованного управления ГР, а тактические задачи внутри подгрупп решаются с использованием стратегии децентрализованного управления. При этом, по аналогии с боевой ситуацией, наиболее приемлем стайный вариант ГУ в подгруппах, а система централизованного управления должна быть иерархической и иметь резервные центры управления для того, чтобы обеспечить максимальную живучесть СГУР в целом.

Модель командной работы автономных агентов рассматривается как перспективная модель различных автономных операций типа арктических. Сложности практической реализации идей командной работы автономных агентов, например, в приложениях упомянутого выше типа обусловлены многими факторами, которые являются общими практически для любого приложения в области командной работы автономных агентов. Перечислим их [3]:

- непредсказуемая динамика внешней среды, сознательное противодействие соперничающей стороны (если она имеется),
- ограниченность знаний каждого агента о состоянии внешней среды, о команде противника и о других агентах команды, что влечет необходимость распределенной оценки текущей ситуации,
- многообразии вариантов сценария достижения одной и той же цели, и вариантов распределения ролей между автономными агентами,
- зависимость множества возможных сценариев от текущего состояния и предыстории командной работы, от наличия ресурсов и от специализации агентов. Это обуславливает необходимость динамической оценки ситуации, динамического выбора продолжения сценария и распределения ролей в реальном времени,
- динамика сетевой организации команды агентов, когда коммуникационные средства, которыми располагают члены команды для поддержания взаимодействия, имеют ограниченную дистанцию достижимости, что обуславливает необходимость использования распределенной инфраструктуры для поддержки парных взаимодействия агентов и соответствующих коммуникационных протоколов.

Центральными задачами в области командной работы были и остаются задачи динамического планирования и перепланирования многошагового процесса выполнения миссии ГР, динамического распределения ролей и подзадач между ее членами в зависимости от текущей ситуации, а также задачи координации поведения агентов команды в процессе исполнения миссии. Эти задачи чрезвычайно сложны, и, несмотря на большие усилия исследователей, полученные результаты нуждаются в дальнейшем развитии.

Краткий обзор этих результатов с позиции возможного применения для целей настоящего исследования показал, что в настоящее время существует несколько теорий командной работы автономных агентов. Одна из них, известная под названием «Теория общих намерений» предложена в фундаментальной работе [1]. Она формулирует, главным образом, базовые понятия и общие рамки, определяющие командное поведение, характер взаимодействия и информационного обмена членов команды. Вторая теория предложена в работах [5], [6]. Она известна под названием «Теория общих планов». Некоторые базовые положения, связанные с понятиями общих намерений, общих обязательств и соглашений были сформулированы и в работах [7], [8].

Теория общих намерений была фактически первой моделью, которая сформулировала проблему командной работы агентов и очертила ее рамки. Это была первая работа, которая обратила внимание специалистов на то, что в организации командной работы важную роль играет корректно построенный протокол общения агентов.

Однако, как каждая классическая работа, она имеет и ряд недостатков. Любая разумная постановка задачи командной работы должна принимать во внимание динамику плана: планы всегда развиваются во времени и в пространстве. Агенты обычно начинают с частичного плана и расширяют его вплоть до получения полного плана по мере его исполнения в динамически изменяющемся контексте. Неполной может быть также информация, полученная в результате коммуникаций с внешней средой и с другими агентами, что не дает возможности полностью определиться с планом. Принятый план может оказаться неработоспособным и должен быть пересмотрен. Однако эти аспекты, связанные с динамикой планирования командной работы, в теории общих намерений не отражены. Они более глубоко представлены в описываемой в Теории общих планов.

Теория общих планов («Shared Plans Theory», [5] [6]) строится несколько иначе, чем рассмотренная ранее теория общих намерений. Она не использует общие для команды агентов ментальные понятия «общее намерение», «общая долговременная цель». Ее базовыми понятиями являются групповой план и индивидуальные ментальные понятия агентов.

Одним из центральных понятий рассматриваемой теории является понятие функции предписание. Функция предписание ассоциируется с каждым действием и задает множество инструкций, определяющих, каким именно образом действие должно выполняться. В общем случае предписание представляется в виде иерархической структуры, узлами которой являются предписания более низкого уровня.

Теория общих планов имеет строгое математическое обоснование (к сожалению, она представлена в слишком формализованном виде, так что местами она достаточно тяжела для понимания и, в особенности, для содержательной интерпретации). Хотя сама по себе эта теория уступает по популярности теории общих намерений, тем не менее, некоторые идеи этой теории оказались весьма продуктивными и используются при разработке моделей командной работы в комбинации с теорией общих намерений.

Теория общих планов, однако, тоже обладает рядом недостатков, которые приводят к трудностям ее практического использования. В ней не конкретизируется способ построения конкретного общего плана, полагая, что эта проблема является внешней по отношению к построенной теории. С одной стороны, это задает определенную свободу выбора алгоритма построения такого плана. Но, с другой стороны, большинство известных методов не рассчитано на некоторые специфические особенности командной работы агентов, особенно, в условиях противодействия, а эти особенности оказываются зачастую ключевыми. Например, может оказаться, что некоторый агент по той или иной причине оказывается не в состоянии выполнить некоторое назначенное ему действие. Например, у него может быть исчерпан некоторый необходимый ресурс. Он может быть выведен из строя. Состояние внешней среды может измениться так, что действие в новых условиях не может быть выполнено. Возможно, что это действие может быть выполнено другим агентом, но эта возможность в теории общих планов не предусмотрена. В другой ситуации требуемое действие может оказаться невыполнимым для всех агентов. Тогда необходимо вообще выбирать новый план достижения цели, который будет включать в себя иные действия агентов команды, и эти действия должны распределяться между агентами в режиме реального времени. То же самое касается условий согласования действий. Но возможность изменения общей схемы сценария достижения цели вообще не рассматривается рассматриваемой теорией, хотя это может потребоваться во многих случаях. Заметим, что в теории общих намерений может иметь место аналогичная ситуация. Там заранее определяется условие, при котором цель либо нерелевантна, либо недостижима, и тогда агенты отказываются от ее достижения. При этом возможность изменения самой цели и/или сценария ее достижения (это может привести к изменению вида утверждений p и/или q тоже не рассматривается. Следует также заметить, что коллективная обработка непредвиденных ситуаций не рассматривается в обеих теориях.

Недостатки теорий командной работы на практике обычно компенсируются некоторыми дополнительными средствами. Часто возникающие проблемы могут быть успешно разрешены благодаря использованию коммуникаций. Другой потенциально эффективный путь разрешения потенциальных проблем выполнения командной миссии – это обогащение (экспертных) знаний, которые используются агентами для построения плана и специальных структур их представления. Следует отметить, что теории командной работы, отличные от работ [6], [8], в доступной литературе не описаны.

Как известно агентские технологии получают все большее признание и распространение среди интеллектуальных информационных технологий. Одной

из областей активного использования этих технологий является современная робототехника. Поэтому именно этим, т.е. реальной необходимостью развития достижений зарубежной и российской науки в деле разработки агентских технологий в командной работе спасательных роботов в экстремальных условиях арктической миссии, мотивировано настоящее исследование.

Проведенный анализ показал, что, на данном этапе исследований, поставленной задаче разработки предложений по оптимальному (рациональному) перераспределению функций между роботами и оперативному переконфигурированию (реконфигурированию) группы при выходе из строя одного или нескольких роботов в группе или появлении новых роботов в группе, в наибольшей степени соответствует, так называемый «оптимизационный подход» [9]. В работе [2] и в настоящем исследовании под этим термином понимается построение формальных моделей коллективов и групп роботов, причем эти модели допускают применение различного рода методов оптимизации управления.

При этом подходе состояния системы «робот–среда» задаются парами вида

$$S(t) \in \langle R(t), E(t) \rangle, \quad (1)$$

где $S(t)$ – вектор-функция, которая описывает состояние системы «робот–среда» в момент времени t ,

$R(t)$ и $E(t)$ – соответственно, вектор-функции описывающие состояния робота и среды в момент времени t .

Далее задаются начальные условия:

$$R^0 = R(t_0), \quad E^0 = E(t_0), \quad (2)$$

Общая же постановка задачи определяется следующим образом [9]: задача управления роботом R состоит в том, чтобы определить такую последовательность действий (вектор-функцию действий) $A(t)$ на интервале времени $[t_0, t_f]$, выполнение которых при заданных связях, начальных условиях и ограничениях обеспечивало бы экстремум функционала,

$$Y = \widehat{\Phi}(R^f, E^f, t_f) + \int_{t_0}^{t_f} F(A(t), R(t), E(t), g(t), t) dt, \quad (3)$$

определяющего цель функционирования робота в среде и оценивающего качество процесса управления [10].

Или с учетом (1) будем иметь выражение вида

$$Y = \widetilde{\Phi}(S^f, t_f) + \int_{t_0}^{t_f} \widetilde{F}(A(t), S(t), g(t), t) dt \quad (4)$$

Первое слагаемое в правой части выражения (4) зависит от граничных состояний системы «робот–среда», которые обычно заданы. В этом случае оно является постоянной величиной и не влияет на экстремум функционала.

Здесь $g(t)$ – действия прочих сил, существующих в среде. Корректно вводятся ограничения на возможные состояния системы «робот-среда» и возможные действия робота:

$$S(t) \in \{S^P(t)\} \subset \{S\} \quad (5)$$

$$A(t) \in \{A^P(t)\} \subset \{A\} \quad (6)$$

где $\{S^P(t)\}$ – множество допустимых состояний системы «робот-среда» в момент времени t , принадлежащее множеству $\{S\}$,

$\{A^P(t)\}$ – множество допустимых действий робота в момент времени t из множества $\{A\}$.

Выводы.

1. В рамках такого «оптимизационного подхода» рассматриваются процедуры оптимизации коллективных действий в группе роботов, определяются условия устойчивости и сходимости, решаются задачи распределения целей между участниками коллектива, улучшения плана и другие. При этом, например, преодолевается недостаток теории общих планов из парадигмы многоагентных систем, связанный с отсутствием конкретизации способа построения общего плана. «Оптимизационный подход» позволяет решать целый ряд задач, среди которых есть и достаточно близкие по своей постановке к задачам настоящего исследования.

2. Однако в данном подходе (как и в остальных), на наш взгляд, при построении математических моделей и алгоритмов оптимизации управления присутствует один недостаток, который относится к отсутствию явного учета стохастичности, недетерминированности процессов, протекающих в данной предметной области, требующих конкретных вероятностных оценок, как это будет показано в дальнейших исследованиях. Поэтому в дальнейших публикациях будут рассмотрены модели и алгоритмы оптимального управления поведением роботов при совместном выполнении ими поставленных задач автономной арктической миссии с учетом стохастичности конкретных процессов окружающей среды и, соответственно, необходимости проведения вероятностных оценок в рамках усовершенствованного (конкретизированного) «оптимизационного подхода».

ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий В.И. Теория, модели, инфраструктуры и языки спецификации командного поведения автономных агентов. Обзор (Часть 1) // Искусственный интеллект и принятие решений, 2011, № 2. – С. 19–30.
2. Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. Методы и алгоритмы коллективного управления в группах роботов // М.: Физматлит, 2009, 280 с.
3. Капустян С.Г. Методы и алгоритмы коллективного управления роботами при их групповом применении // Ростов-на-Дону, 2008. – 310 с.
4. Шахраманьян М.А. Разработка и создание наземного роботизированного комплекса универсальных спасательных средств для проведения поисковых, спасательных и эвакуационных операций в условиях Арктики и Крайнего Севера (НРК УСС) / М.А. Шахраманьян, Е.В. Павлов, П.К. Шубин [и др.] // Сборник работ лауреатов Международного конкурса научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа 2021 года. – М.: Министерство энергетики Российской Федерации, ООО «Технологии развития», 2021. – С. 120–127.
5. Cohen P., Levesque H.X. Teamwork. // *Noûs* 25 (4). – P. 487–512.
6. Grosz B. Collaborating Systems // *AI Magazine*, 17(2), 1996. – P. 67–85.
7. Grosz B., Kraus S. Collaborative plans for complex group actions. // *Artificial Intelligence*, 86, 1996. – P. 269–358.
8. Jennings N.R. Transforming standalone expert systems into a community of cooperating agents. / N.R. Jennings, L.Z. Varga, R.P. Aamts, J. Fuchs, and P. Skarek // *Int. Journal of Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 6(4), 1993. – P. 317–331.
9. Jennings N.R. Controlling Cooperative Problem Solving in Industrial Multi-Agent Systems Using Joint Intentions // In: *Artificial Intelligence*, 75, 1995. – P. 195–240.
10. Shubin P. Comparative assessment of rescue operation effectiveness in Arctic conditions // *Arctic: History and Modernity. Works of the Annual International Scientific Conference*, 18–19 April 2019 Saint-Petersburg, St. Petersburg. SPb.: POLYTECH-PRESS, 2019. – P. 126–135.

ОСОБЕННОСТИ ПРЕПОДАВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН В ВОЕННОМ ВУЗЕ С УЧЕТОМ УРОВНЯ ПОДГОТОВКИ ПЕРВОКУРСНИКОВ

Современная система профессиональной подготовки инженерно-технических кадров в российских военных вузах претерпевает значительные инновационные преобразования. Они касаются не только содержания образования, но и способов обеспечения его усвоения курсантами на высоком методическом и технологическом уровнях, а также формирования личности, способной к дальнейшему профессиональному самосовершенствованию. Однако в условиях существующей системы высшего военного образования с ее довольно строгой регламентацией процесса обучения, формирование инициативного, деятельного офицера вызывает определенные трудности.

Уже с первых дней обучения в военном вузе курсанты сталкиваются с многочисленными психологическими трудностями и учебными проблемами, усугубленными несколькими одновременно охватившими их процессами: адаптацией к условиям высшего военного учебного заведения, к специфике избранной профессии, к курсантской среде и изоляцией, возникшей в условиях пандемии.

Востребованность знаний по дисциплинам, преподаваемым на кафедре математики, констатируется при изучении большинства специальных военных дисциплин, изучаемых в ВКА имени А.Ф.Можайского. Именно специальные дисциплины влияют на качество дальнейшей службы выпускников, следовательно, повышение мотивации курсантов к заинтересованному изучению дисциплин, преподаваемых на кафедре математики и осознанное применение полученных математических знаний будет способствовать осмысленному изучению специальных военных дисциплин. Например, при рассмотрении вопросов применения различных средств электронной вычислительной техники для моделирования боевых действий, курсантам необходимы знания и умения по различным дисциплинам математического цикла.

Вводная КРЭМ (контрольная работа по элементарной математике), проводимая кафедрой математики ВКА имени А.Ф.Можайского, позволяет проверить наряду с баллами ЕГЭ умения решать базовые задачи, а также выявить первичный уровень знаний по предмету, так как пороговый уровень ЕГЭ настолько низок, что итоговый балл не показателен [1,2,3].

Можно выделить следующие проблемы, возникающие у первокурсников:

1. Низкий уровень вычислительных навыков. Можно научить методу интегрирования и столкнуться с проблемами неверности итогового результата из-за арифметических ошибок.

2. Низкий уровень логического мышления не позволяет придумывать путь решения, анализировать ответ на правдоподобность.

3. Плохая память не позволяет выдерживать темп подачи теоретического материала, требует увеличения время на самостоятельную работу.

4. Низкая мотивация. Курсанты не понимают жизненной необходимости изучения математики в военном вузе.

При условии слабо-сформированной волевой сферы первокурсника, низкой математической культуры, ожидать хороший результат успеваемости обучения первокурсника маловероятно. Поэтому, преподавание математических дисциплин для «слабых» первокурсников (низкий балл ЕГЭ, КРЭМ) требует коррекции их практических навыков, что осуществляется при помощи электронного курса, позволяющего выравнять знания и выстраивать свой путь в освоении математики. Содержание курса выравнивания должно «подкреплять» тематику курса высшей математики.

Можно привести примеры, полученные при осуществлении анализа проблем, возникающих у первокурсников при изучении различных тем математических дисциплин (табл. 1).

Таблица 1

Проблемы, возникающие у первокурсников при изучении математических дисциплин

<i>Темы</i>	<i>Проблемы</i>	<i>Пути решения</i>
Действия с матрицами	Низкий уровень вычислительных навыков. Плохо развита память.	Необходим цикл заданий, на совершенствование вычислительных навыков.
Пределы и производная	Недостаточно сформированный уровень понимания функциональной зависимости (графики, аналогия с линейной зависимостью, типовые ошибки).	Необходим цикл заданий, на отработку основных функциональных понятий.
Определенный и неопределенный интегралы	Отсутствуют прочные знания при решении задач, содержащих: алгебраические выражения, дроби, тригонометрические функции. Плохо развита память (все задачи сводят к алгоритму, «принцип припоминания»). Утрата константы.	Необходим цикл заданий, отрабатывающих недостающие навыки.

Сравнивая баллы ЕГЭ по математике с баллами успеваемости курсантов по дисциплине «Математический анализ» в течение первого семестра, можно заметить: повышение уровня успеваемости у около 32 % курсантов, причинами чего, являются особенности обучения в военном вузе: дисциплина, усиление волевых качеств, распорядок служебной и учебной деятельности, необходимость применения получаемых знаний к профессиональной сфере [4,5].

Пробелы в знаниях по математике и физике, регистрируемые у первокурсников, не позволяют им осваивать материалы, читаемых в вузе математических и технических дисциплин, на требуемом уровне. Эти проблемы были усугублены проблемами, связанными с пандемией.

В условиях пандемии нашей кафедрой осуществлялась корректировка программ по дисциплинам, читаемым на кафедре, за счет: уплотнения традиционных математических тем; расширения вопросов для самостоятельного изучения обучающимися; применения разнообразных компьютерных возможностей подачи, преобразования и сохранения информации по дисциплине; разработки более подробного курса дисциплин кафедры; уточнения последовательности изложения теоретического материала, уровня его строгости и расстановки акцентов в каждом разделе; подбора примеров и задач, учитывающих возрастание объема часов, отводимых на самостоятельную работу курсантов [6,7].

Математическое образование в вузе стало более компьютеризованным. На кафедре математики ВКА имени А.Ф.Можайского разработан виртуальный учебник «Элементарная математика: повторительный курс» [8], где рассматривается как теоретический материал, так и задачи для занятий в аудитории и для самостоятельной работы, приводятся примеры применения теории элементарной математики в задачах высшей математики. В виртуальном учебнике рассматриваются типичные ошибки, приводится справочный материал, подробно разбираются решения примеров и задач.

ВИРТУАЛЬНЫЙ УЧЕБНИК

«ЭЛЕМЕНТАРНАЯ МАТЕМАТИКА: ПОВТОРИТЕЛЬНЫЙ КУРС»

Элементарная математика. Повторительный курс

Результы курсов

- 1.1 Авторассказ: развитие и структура
- 1.2 Элементарные и трансцендентные функции и неравенства
- 1.3 Тренировки

Тесты для самопроверки

Тест 1. Авторассказ: развитие и структура

Тест 1.1

Тест 1.2

+ Тесты - Ф. Задачи - Элементарно

2. Функции и графики. Показательные и логарифмические уравнения и неравенства

Содержание	Задачи
2.1 Показательные уравнения и неравенства	2.1.1 Показательные уравнения и неравенства
2.2 Логарифмические уравнения и неравенства	2.2.1 Логарифмические уравнения и неравенства

2.2 Показательные уравнения

Метод разложения показательных уравнений

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

1. Уравнение

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

2. Уравнение

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

3. Уравнение

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

4. Уравнение

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

5. Уравнение

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

6. Уравнение

Уравнение $a^x = b^x$ или $a^x = c$ (или $b^x = c$) решается в виде $f(x) = g(x)$

В период пандемии были переработаны читаемые лекции в курсе дисциплины «Математический анализ», они содержат достаточно подробно разработанные материалы, это связано с отсутствием прямого контакта с

курсантами, была уточнена последовательность изложения теоретического материала, повышен уровень его строгости, осуществлена расстановка акцентов в каждом разделе и сделан расширенный подбор примеров и задач.

При этом дисциплина «Математический анализ» в целом сохранила предусмотренный программой объем и логическую стройность изложения. При восстановлении традиционных форм работы, кафедра в своей деятельности стала использовать прошедшие проверку и корректировку в условиях пандемии методики формирования математических знаний и профессионально значимых умений, при этом была отмечена необходимость выработки нового подхода к обучению, опирающегося на самостоятельную, индивидуальную работу курсантов.

Огюстен Луи Коши

21.08.1789 – 23.05.1857

Великий французский математик, член Парижской академии наук, Лондонского королевского общества, Петербургской академии наук и других академий.



Разработал фундамент математического анализа, внёс огромный вклад в анализ, алгебру, математическую физику и многие другие области математики.

Его имя внесено в список величайших ученых Франции, помещённый на первом этаже Эйфелевой башни.




Эйфелева башня

Разработка современной методики обучения математическим дисциплинам первокурсников военного вуза обязательно должна учитывать педагогические особенности их математической подготовки:

– совмещение учебной и служебной деятельности (периодический вынужденный пропуск занятий, возрастание физических и психических нагрузок, при напряженном ритме деятельности и дефиците свободного времени);

– осуществление учебной деятельности под контролем командования (строгий контроль командирами – необходимая мера поддержания воинской дисциплины, при этом, он негативно сказывается на личной инициативе и внутренней мотивации первокурсников);

– самостоятельная работа строго ограничена и осуществляется в специально отведенное для этого расписанием дня время (самоподготовка);

– необходимость формирования у первокурсников осознанной мотивации к изучению дисциплин математического курса, которые не являются профилирующими;

– необходимость в формировании мотивированных математических профессионально значимых умений с использованием информационных технологий;

– воспитание первокурсников в процессе их обучения средствами математики: формирование у них пространственных представлений, алгоритмического и рационального мышления и т.п.;

– обучение первокурсников в условиях усложнения деятельности, напряженных ситуаций (пандемия, СВО);

Теорема Коши

Пусть функции $f(x)$ и $g(x)$ непрерывны на отрезке $[a;b]$ и дифференцируемы в интервале $(a;b)$. Пусть также при всех $x \in (a;b)$ производная $g'(x) \neq 0$.

Тогда существует такая точка $\xi \in (a;b)$, для которой

$$\frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} = \frac{f'(\xi)}{g'(\xi)}$$

Прежде всего отметим, что $g(b) \neq g(a)$ так как в противном случае по теореме Ролля должна найтись точка, в которой $g'(x) = 0$, а это противоречит условию теоремы. Рассмотрим далее вспомогательную функцию

$$\varphi(x) = f(x) - f(a) - \frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)}(g(x) - g(a)).$$

Эта функция удовлетворяет условиям теоремы Ролля, следовательно, существует такая точка $\xi \in (a;b)$, в которой производная этой функции равна нулю

$$f'(\xi) - \frac{f(b) - f(a)}{g(b) - g(a)} g'(\xi) = 0.$$

Так как по условию теоремы производная $g'(x) \neq 0$, то из последнего равенства следует формула Коши.

Выводы.

Таким образом, цель математического образования первокурсников состоит в получении ими знаний, умений и навыков, способных оказать необходимую математическую поддержку при дальнейшем изучении военно-специальных дисциплин. Кафедрой математики ВКА имени А.Ф. Можайского проводится обширная корректировка курса читаемых дисциплин, разрабатывается новая, учитывающая современные условия работы, методика формирования математических профессионально значимых умений курсантов, с учетом уровня их подготовки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алтухов А.И. Проблемы разработки дидактических и эргономических компонентов электронного учебника по физике. Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2022. № 682. С. 248-256

2. Кунтурова Н.Б., Прокофьева А.Л. Информационное взаимодействие будущих военных специалистов с электронными ресурсами при подготовке их к работе в особых условиях. В сборнике: Психолого-педагогические аспекты подготовки кадров к профессиональной деятельности в экстремальных условиях. Сборник научных трудов Международной научно-практической конференции. Под общей редакцией Р.Е. Булата. Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России, 2022. С. 165-170.

3. Кунтурова Н.Б., Савинов К.Н. Вопросы углубленного изучения математических дисциплин в военном вузе с использованием автоматизированных обучающих систем. В сборнике: Инновационная железная дорога. новейшие и перспективные системы обеспечения движения поездов. проблемы и решения. Сборник статей V-ой Международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, Петергоф, 2022. С. 509-517.

4. Кунтурова Н.Б., Прокофьева А.Л., Якушкина Н.С. Задачи обучения возможности цифровых технологий при обучении будущих военных специалистов в военном вузе в условиях пандемии Вестник военного образования. 2022. № 3 (36). С. 97-99.

5. Булекбаев Д.А., Катранов А.Г., Морозов А.В. Формирование компетенций в курсе математики. Труды Военно-космической академии имени А.Ф.Можайского. 2015. № 648. С. 192-201.

6. Васильева Н.В., Кунтурова Н.Б., Малыгина Е.А. Применение электронной информационной образовательной среды при обучении в вузах. Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2019. № 2. С. 149-158.

7. Фокин Р.Р., Булекбаев Д.А., Атоян А.А., Абиссова М.А. Некоторые принципы и приемы подготовки материалов лекций для дистанционного обучения студентов математике и информатике. Современные наукоемкие технологии. 2022. № 7. С. 193-197.

8. Булекбаев Д.А., Васильева Н.В., Кунтурова Н.Б. Виртуальный учебник «Элементарная математика. Повторительный курс». Хроники объединенного фонда электронных ресурсов Наука и образование. 2016. № 1 (80). С. 37.

ДИНАМИКА ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЕЭС РОССИИ В 2019-2021 ГОДУ

Введение. Потребление и выработка электроэнергии важная составляющая нашей жизни. Сегодня без электричества жизнь практически невозможна. В повседневной жизни это гаджеты, различные приборы для дома и многое другое. В промышленности электроэнергия еще более важна, без нее не будут работать станки, не запустятся машины, а, следовательно, не будет производиться продукция. Поэтому очень важно следить за выработкой и потреблением энергии очень тщательно, ведь как сильное уменьшение, так и резкое увеличение потребления электроэнергии может сильно сказаться как на самой выработке электроэнергии и ее качестве, так и на других отраслях промышленности.

Материалы и методы. Для анализа были получены сведения с официального сайта АО «СО ЕЭС». Над данными были произведены элементы развечного анализа. Для анализа были выбраны количество выработки электроэнергии в год в млрд кВт•ч, количество потребляемой электроэнергии в год в млрд кВт•ч. Данные параметры рассматривались относительно одного года, одной станции и в объединенной энергосистеме. При работе с данными параметрами использовались возможности Google Таблиц.

Результаты. В результате исследования были выявлены вероятные причины скачкообразного изменения потребления электроэнергии относительно определенного промежутка времени, составлен список рекомендаций по предотвращению подобных скачков.

Обсуждение. АО «СО ЕЭС» — Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы». Является субъектом оперативно-диспетчерского управления, осуществляющим централизованное оперативно-диспетчерское управление Единой энергетической системой России.

По оперативным данным АО «СО ЕЭС» потребление электроэнергии в Единой энергосистеме России в 2021 году составило 1080,6 млрд кВт•ч, в то время как в 2020 году 1057,3 млрд кВт•ч. Объем потребления электроэнергии за последние три года представлен на диаграмме (рис.1).

Выработка электроэнергии в России в 2021 году составила 1131,2 млрд кВт•ч, что на 6,3% больше, чем в 2020 году и на 4,5% больше, чем в 2019 (рис.2).

Вероятной причиной резкого снижения потребления и выработки электроэнергии в 2020 году и последующего ее увеличения в 2021 послужила неблагоприятная эпидемиологическая ситуация. К началу 2020 года был рассмотрен вопрос о введении карантина на территории Российской Федерации с последующим прекращением работы различных организаций, заводов и др. Это значительно повлияло на потребление электроэнергии, ведь большая часть расходуется именно на предприятиях промышленного типа. Также была приостановлена работа различных образовательные и других учреждений, что также повлияло на уменьшение потребления электроэнергии.

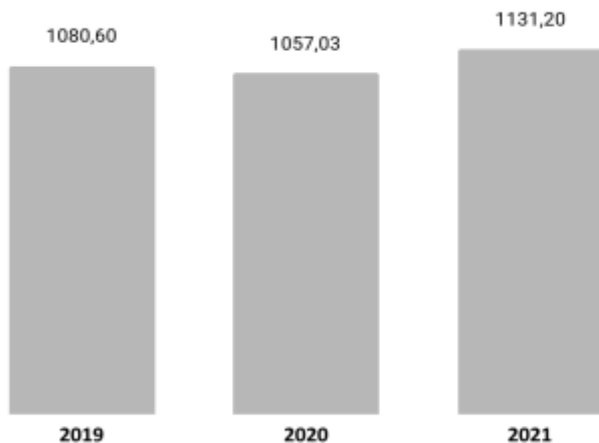


Рис. 1 – Потребление электроэнергии в России, 2019-2021 годы, млрд кВт•ч

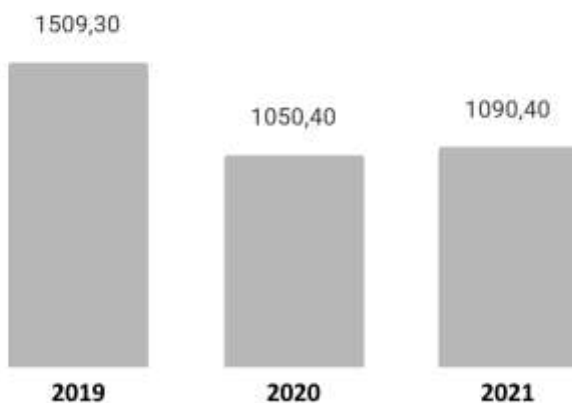


Рис. 2 – Выработка электроэнергии в России, 2019-2021 годы, млрд кВт•ч

Начиная с мая 2020 года зафиксировано снижение электропотребления в ЕЭС России, что соответствует ограничениям в работе предприятий и организаций в условиях карантина и значительным снижением потребления электроэнергии предприятиями добычи и транспортировки нефти, а также снижением потребления топлива на внутреннем рынке. Это может быть показано с помощью графика потребления электроэнергии в 2109 и 2020 годах (рис. 3).

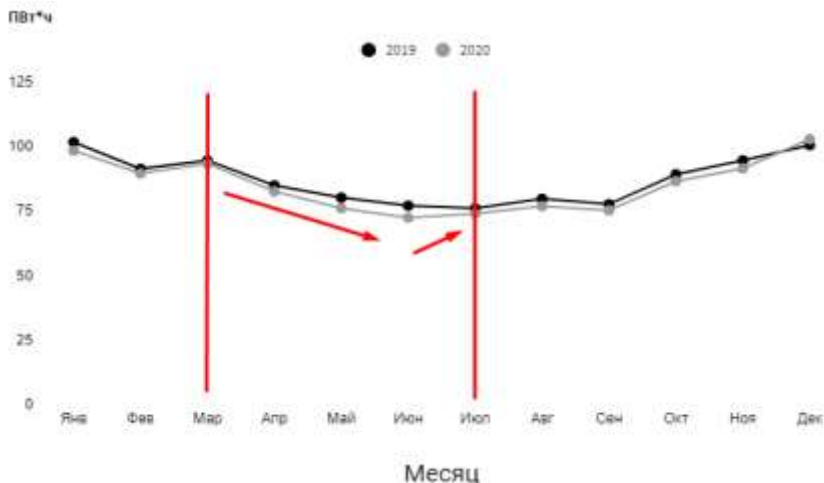


Рис. 3 – Потребление электроэнергии 2019 и 2020 годах в ПВт*ч

С мая по сентябрь снижение составило 15,93 ПВт*ч, что соответствует 4,1 % относительно объемов 2019 года.

Снижение годового объема потребления электроэнергии в ЕЭС России может быть обусловлено повышением среднегодовой температуры на 1°С относительно прошлого года. Но, с высокой вероятностью мы можем говорить, что такое повышение температурного коэффициента не повлекло бы за собой столь большое снижение в потреблении электроэнергии, поэтому рассмотрим введение противоковидных мер на территории России в 2020 году. На графике красными отрезками показан период самых значительных ограничений в 2020 году (рис. 3). Именно в этот период и наблюдаются самые значительные отклонения. Рассмотрим подробнее введение изоляционных мер.

5.03.2020 - первое постановление в Москве о «введении мер повышенной готовности», в результате которых были запрещены массовые мероприятия и некоторым компаниям следовало закрыться. К концу этого месяца большая часть регионов предприняли противоковидные меры по самоизоляции граждан. И уже в апреле виден спад потребления электроэнергии.

Указ 2.04.2020 о продлении нерабочих дней. 8.06.2020 частичное снятие карантинных мер в преддверии голосования. Отметим, что указанные даты соответствуют началу периода снижения потребления электроэнергии.

Т.к. наиболее значимый спад потребления электроэнергии был зафиксирован в июне (6,4 % от объемов 2019 года), рассмотрим данные за этот месяц подробнее.

Посмотрим на суточное потребление энергии в этом месяце (рис. 4).

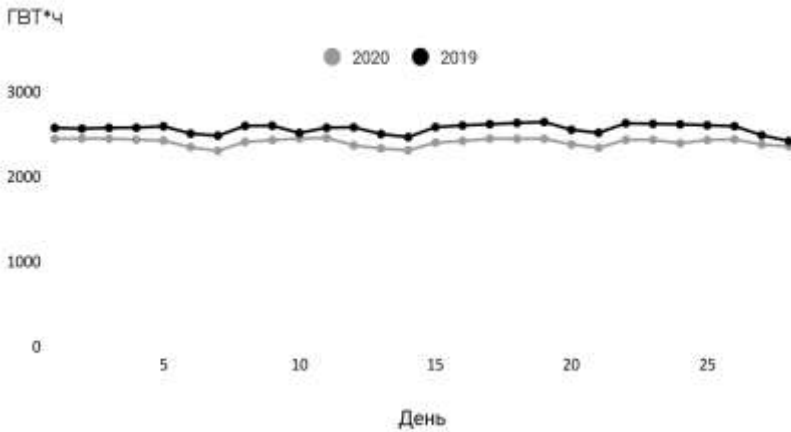


Рис. 4 – Потребление электроэнергии в ГВт*ч каждые сутки в июне месяце, данные выровнены по дням недели.

Заметим, что 8 числа произошло частичное снятие карантинных мер, и в этот период наблюдается спад потребления (3,8 % от значений 2019 года). Это может свидетельствовать о том, что решались разнообразные вопросы по возобновлению работы заводов, корпораций, офисов, и уже через несколько дней наблюдается значительное повышение потребления, что подтверждает ранее изложенную информацию. Большая часть корпораций, заводов и др. возобновили свою деятельность и начинают работать в штатном режиме. Последующие скачки потребления электроэнергии говорят нам о том, что именно эти дни выпали на выходные, а значит и потребление промышленной электроэнергии незначительно снижается. Размах за этот период потребления в 2019 году составил 144,34 ГВт*ч, а в 2020 году составил 224,19 ГВт*ч. Таким образом, при сохранении структуры временного ряда (снижение потребления в выходные дни, рост в рабочие дни), наблюдается рост вариабельности.

23. 07. 2020 значительное снятие противоковидных мер, следовательно, увеличение потребления электроэнергии по причине того, что многие заводы, компании и корпорации начинают возобновлять свою деятельность. Потребление электроэнергии выходит примерно на тот же уровень.

Что касается увеличения потребления в 2021 и конце 2019 года (что видно на графике рис.3), то многие предприятия возвращаются к своей деятельности в этом году и покрывают потери длительной изоляции. Но вместе с этим не переставала развиваться новая деятельность, следовательно, спрос на электроэнергию увеличивается.

Основную нагрузку по обеспечению спроса на электроэнергию в ЕЭС России в 2021 году несли тепловые электростанции (ТЭС), на втором месте по выработке электроэнергии оказались атомные электростанции (АЭС), далее гидроэлектростанции (ГЭС) и незначительную часть составили электростанции промышленных предприятий. (*Промышленные электростанции* — это

электростанции, обслуживающие тепловой и электрической энергией конкретные производственные предприятия или их комплекс, они входят в состав тех промышленных предприятий, которые они обслуживают.)

Количество выработка электроэнергии на различных электростанциях:

- на ТЭС составила 609,2 млрд кВт•ч
- на АЭС составила 222,2 млрд. кВт•ч
- на ГЭС составила 209,5 млрд. кВт•ч
- электростанции промышленных предприятий - 67,7 млрд. кВт•ч

Выработки электроэнергии для каждой электростанции представлен на диаграмме (рис.5).

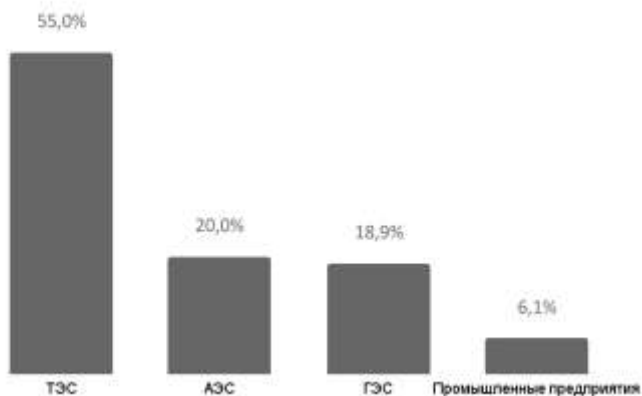


Рис.5 – Выработка электроэнергии на различных электростанциях

Таким образом, около половины всей производимой энергии (55%) вырабатывает ТЭС, на долю АЭС и ГЭС приходится около 20% выработки по каждому из типов. Приходится признать, что большая часть вырабатываемой энергии относится к «грязной», так как ТЭС массово используют сжигание угля и нефти.

Вывод.

В результате проведенного анализа, были выявлены следующие закономерности:

- Потребление электроэнергии упало в 2020 году относительно 2019, вероятнее всего, вследствие пандемии, которая затронула все отрасли нашей жизни, и повлияло на режим работы всех граждан нашей страны, а впоследствии и на режим работы производственных предприятий.

- Данные условия - скачки потребления электроэнергии - можно ожидать в условиях любой другой подобной неблагоприятной ситуации. В случае, когда режим работы предприятий и офисов вынуждены сокращать свои рабочие часы.
- Уровень ограничений, который может быть формализован на основе отнесения регионов к различным зонам («красная», «жёлтая», «зелёная»), а также уровня ограничений в зоне, необходимо учитывать, как в среднесрочных, так и в краткосрочных прогнозах

ЛИТЕРАТУРА

1. Системный оператор Единой энергетической системы [Электронный ресурс] // Потребление электроэнергии в ЕЭС России/ URL: <https://www.so-ups.ru> (Дата обращения 25.01.22)
2. Системный оператор Единой энергетической системы [Электронный ресурс] // Генерация и потребление в сутки/ URL: https://www.so-ups.ru/functioning/ees/ees-indicators/ees-gen-consump-day/?tx_mscdugraph_pi%5Bcontroller%5D=Graph&tx_mscdugraph_pi%5Baction%5D=fullview&tx_mscdugraph_pi%5BviewDate%5D=2020-02-1&tx_mscdugraph_pi%5BviewKpo%5D=1019 (Дата обращения 21.02.22)

ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ НА ГРАВИТАЦИОННЫХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ ЭКОНОМАЙЗЕРОВ ПАРОВЫХ КОТЛОАГРЕГАТОВ

Введение

По данным, полученным из Департамента эксплуатационного содержания и обеспечения коммунальными услугами воинских частей и организаций МО РФ, в настоящее время на военных объектах Российской Федерации находится в эксплуатации более 3760 котельных, из них – около 2200 котельных с паровыми котлоагрегатами, в том числе 942 котельных, работающих на газообразном и жидком топливе.

В качестве основного оборудования таких котельных широко используются надежные и достаточно эффективные стальные водотрубные котельные агрегаты типа ДЕ (при использовании жидкого или газообразного топлива) или типа КЕ (при использовании твердого топлива). Основное строительство этих котельных осуществлено в 70-80-90-х годах прошлого столетия. К настоящему моменту, с учетом повышенных требований по надежности выработки тепловой энергии, а также возросших требований по экономичности работы энергетических предприятий, возникает потребность в их поэтапной реконструкции с заменой отдельного основного и вспомогательного оборудования на современные механизмы.

Значительный комплекс работ по восстановлению и реконструкции теплосилового хозяйства военных и гражданских объектов также предстоит военным строителям на новых территориях Российской Федерации (ДНР, ЛНР, Запорожская и Херсонская области).

Работа паровых котлоагрегатов сопровождается выбросом в окружающую среду отработавших газов, температура которых, в силу специфики работы паровых котлов, достигает значений 250...350°C. При этом экономически целесообразными температурами уходящих газов котельных принято считать значения в пределах 100...120°C.

Несмотря на то, что на паровых котлах в большинстве случаев уже используются устройства теплоутилизации (стальные и чугунные питательные и теплофикационные экономайзеры), задачи совершенствования таких теплообменников не теряют своей актуальности. Вопросы энергосбережения рассматриваются в том числе и с точки зрения повышения эффективности эксплуатации котельных установок, их надежности и простоты в ремонте либо замене основного и вспомогательного оборудования.

Достаточно перспективным направлением для решения такой задачи является использование в качестве экономайзеров паровых котлов двухфазных термосифонов (тепловых труб), обладающих, благодаря наличию двойного высокотеплопроводного барьера между нагреваемым и греющим теплоносителем, простой конструкцией, автономностью и безопасностью в эксплуатации для рабочего персонала, высокой тепловой эффективностью.

Авторами выполняется комплекс необходимых расчетных исследований для конструирования экономайзера на двухфазных термосифонах для использования его в составе котельного агрегата с паровым котлом ДЕ 10-14-225, широко представленного в составе котельных установок МО РФ.

Принцип действия, назначение и типы тепловых труб.

В современных теплообменниках достаточно широко применяются тепловые трубы (далее – ТТ) – автономные замкнутые двухфазные устройства для передачи тепла, теплопроводящие свойства которых выше, чем у самых теплопроводящих металлов. Принцип действия ТТ заключается в переносе тепла в форме скрытой теплоты парообразования путем циркуляции паровой и жидких фаз между зонами испарения и конденсации внутри герметично закрытого корпуса. В двухфазных ТТ возврат жидкости в зону испарения происходит под действием различных сил, таких как гравитационные, капиллярные, центробежные и другие.

В зависимости от условий работы различают следующие виды ТТ:

- криогенная ТТ – ТТ, в которой температура пара при работе устройства ниже 200 К ($-73\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- низкотемпературная ТТ – ТТ, в которой температура пара при работе устройства изменяется от 200 до 550 К включительно ($-73\dots277\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- ТТ среднетемпературного диапазона – ТТ, в которой температура пара при работе устройства изменяется от 550 до 750 К включительно ($277\dots477\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Преимуществами использования теплообменников на ТТ являются:

- простота конструкции;
- возможность использования ТТ в широком диапазоне температур;
- автономность работы, заключающаяся в независимом протекании рабочих процессов без вмешательства обслуживающего персонала;
- малое термическое сопротивление;
- отсутствие дополнительных затрат энергии на перекачку теплоносителя, так как в основе лежат элементарные физические явления;
- ремонтпригодность;
- возможность продолжения работы теплообменника при выходе из строя одной или нескольких ТТ.

Наиболее распространенными схемами ТТ являются капиллярные и гравитационные (далее – ГТТ). Схема теплообменника на гравитационных тепловых трубах представлена на рис. 1.

Конструкция ГТТ представляет собой герметично закрытую полость, частично заполненную теплоносителем (водой), которая находится в температурном диапазоне от 100°C до 250°C . Для повышения интенсивности теплообмена из трубы удаляют неконденсирующие газы (откачивают воздух). Внутри полости ГТТ происходят фазовые превращения (процессы кипения и конденсации), в результате которых образуются две фазы – паровая и жидкая. Соответственно при проведении расчётов в системе выделяются две зоны, в которых протекают основные процессы: зона нагрева-испарения и зона конденсации.

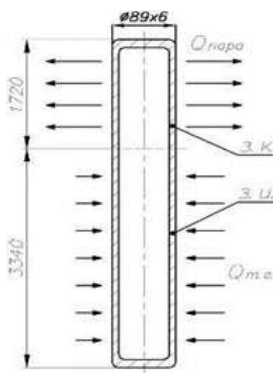


Рис. 1. Схема ГТТ

Работа ГТТ основана на гравитационном принципе с противоточным движением парового потока от зоны испарения к зоне конденсации и обратным движением конденсата этого пара. В нижней части ГТТ происходит интенсивное кипение теплоносителя (воды), пар поднимается в верхнюю часть ГТТ (конденсатор), охлаждается питательной водой, и, конденсируясь, стекает по стенкам в нижнюю его часть. Процесс кипения и охлаждения происходит непрерывно.

Перспективы применения теплообменников на ГТТ в экономайзерах паровых котлоагрегатов.

Чугунный экономайзер котлоагрегата в традиционном его исполнении представляет собой конструкцию из нескольких рядов ребристых труб, соединяемых между собой посредством калачей. За основу работы принята схема рекуперативного теплообменника с противоточной либо смешанной схемой движения греющего и нагреваемого теплоносителя. Питательная (сетевая) вода проходит последовательно по всем трубам снизу-вверх, продукты горения проходят через зазоры между ребрами труб.

В данных экономайзерах температура нагрева питательной воды строго ограничена свойствами материала, из которого он изготовлен: недопустимо кипение воды, так как это приводит к гидравлическим ударам и нарушению герметичности агрегата или его разрушению. Так как водяные экономайзеры выполняются в блочной компоновке, то для замены или ремонта даже одной вышедшей из строя трубы требуется прекращение работы всего котлоагрегата для проведения ремонтных работ.

Габаритные размеры данных устройств велики, следовательно, могут возникнуть трудности подбора экономайзера необходимой тепловой мощности при их размещении в стесненных условиях существующего конкретного котельного зала.

На основе вышесказанного, предполагается разработка конструкции экономайзера на ГТТ, в котором формулируются и будут использованы следующие преимущества подобных теплообменников:

1. Высокая эксплуатационная надежность, поскольку выход из строя (потеря герметичности) одного или нескольких ГТТ не приводит к потере работоспособности котлоагрегата.

2. Высокая тепловая эффективность:

2.1. малые термические сопротивления ГТТ (ниже термического сопротивления теплопроводности самых теплопроводных металлов);

2.2. возможность работы при малых температурных напорах (уменьшение/увеличения температуры кипения за счет создания требуемой величины давления в рабочей области ГТТ);

2.3. возможность создания секционированного устройства с разными теплотехническими характеристиками ГТ в разных секциях для более точного моделирования теплообмена (за счет разного давления промежуточного теплоносителя в рабочей области ГТТ).

3. Применимость при реконструкции действующих котельных в условиях ограниченных пространств для установки штатного оборудования за счет возможности конструирования теплообменника в виде блоков ГТТ любой конфигурации, вписываемых в существующие газоходы котельной.

4. Возможность использования на любых участках газохода с любыми температурами, вплоть до температуры окружающей среды (конденсационные экономайзеры, использующие высшую теплоту сгорания топлива).

5. Невысокие аэродинамические сопротивления теплообменника по сравнению с чугунными экономайзерами.

6. Возможность увеличения поверхности теплообмена в зонах с невысокими коэффициентами теплоотдачи за счет выполнения оребрения наружной поверхности ГТТ, участвующей в теплообмене с газообразной средой (испарительная часть со стороны газов и конденсационная часть при использовании в качестве охлаждающей среды воздуха в воздухоподогревателях).

7. Отсутствие необходимости средств и устройств для обеспечения циркуляции промежуточного теплоносителя.

Разрабатываемые авторами схемные решения и конструкции экономайзеров на ГТТ с учетом отраженных в статье их преимуществ позволят в значительной степени достигнуть решения стоящих перед энергопредприятиями МО РФ задач по повышению экономических и экологических показателей выработки тепловой энергии в паре, а также повышения надежности и ремонтпригодности котельных установок.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ 23073-78 «Трубы тепловые. Термины, определения и буквенные обозначения»
2. Данилов Н.И., Основы энергоснабжения [Текст] / Н.И. Данилов – Екатеринбург: ГУ СО «Институт энергоснабжения», 2008. -526 с.
3. Роддатис К.Ф., Котельные установки [Текст] / К.Ф.Роддатис. –Москва: «Энергия», 1977. -432 с.
4. Якоманский А.А. Исследование работы испарителя контурной тепловой трубы [Электронный ресурс]: электронный научно-технический журнал. - / А.А.Якоманский. –Электронные данные. –ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2012.
5. Энергосберегающие мероприятия на источниках тепла [Электронный ресурс]: Студенческие реферативные статьи и материалы. – Режим доступа: https://studref.com/330543/stroitelstvo/energoberegayuschie_meropriyatiya_istochnikah_templa
6. Теплообменники – утилизаторы теплоты на тепловых трубах [Электронный ресурс]: Студенческие реферативные статьи и материалы. – Режим доступа: https://studref.com/607083/tehnika/teploobmenniki_utilizatory_teplovyh_trubah

КСЕНОН: СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация.

Применение редкоземельных химических элементов (ксенона) в различных отраслях техники – один из ключевых вопросов при получении материалов, используемых в ядерной физике. В данной статье рассматриваются свойства и применение ксенона. Очень незначительные запасы такого вещества сосредоточены в земной коре и атмосфере нашей планеты (при нормальных условиях в кубометре воздуха содержится 0,086–0,087 см³ ксенона). Без ксенона — тяжелого, редкого и пассивного газа сегодня не могут обойтись многие отрасли народного хозяйства.

Ключевые слова: физические свойства, химические свойства, изотопы, фториды и оксиды ксенона.

В настоящее время инертные газы получили широкое распространение в самых различных сферах человеческой жизни. Не является исключением и газ ксенон – один из самых необычных химических элементов, известных науке. Он представляет собой, так называемый благородный газ, состоящий из молекул с одним атомом, который не обладает каким-либо запахом, вкусом или цветом. Кроме того, он не горит, не приводит к взрывам, и является относительно безопасным для человека. Ксенон — элемент 18-й группы (по устаревшей классификации — элемент главной подгруппы VIII группы), пятого периода периодической системы химических элементов Д. И. Менделеева, с атомным номером 54. Обозначается символом Xe (лат. Xenon). Качественно ксенон обнаруживают с помощью эмиссионной спектроскопии (характеристические линии с длиной волны 467,13 нм и 462,43 нм). Количественно его определяют масс-спектрометрически, хроматографически, а также методами абсорбционного анализа. Ключевой особенностью газа ксенона, которая отличает его от многих других инертных газов, является его способность вступать в химические реакции с образованием ковалентных связей. Это первый благородных газ, с помощью которого удалось получить химические соединения, например, такие как дифторид ксенона. Кроме того, он обладает и другими особенностями, которые позволяют применять его в самых различных направлениях деятельности.

Открыт ксеон в 1898 году британскими учёными Уильямом Рамзаем и Морисом Траверсом, которые подвергли медленному испарению жидкий воздух и спектроскопическим методом исследовали его наиболее труднолетучие фракции. Ксенон был обнаружен как небольшая примесь к криптону. Уильям Рамзай предложил в качестве названия элемента древнегреческое слово ξένον, которое является формой среднего рода единственного числа от прилагательного ξένος «чужой, странный». Название связано с тем, что ксенон был обнаружен как примесь к криптону, и с тем, что его доля в атмосферном воздухе чрезвычайно мала [1].

В природе этот химический элемент представлен в крайне малых количествах. Очень незначительные запасы такого вещества сосредоточены в земной коре и атмосфере нашей планеты (При нормальных условиях в кубометре воздуха содержится 0,086—0,087 см³ ксенона.). Кроме того, как известно современным ученым, он занимает невысокие позиции по своей распространенности и в космосе. Возможно, именно по этой причине этот элемент долгое время оставался неизвестным науке и был открыт лишь в конце 19-го века. Добыча ксенона в чистом виде невозможна, а технология его получения очень сложная и дорогостоящая. Ксенон получают как побочный продукт производства жидкого кислорода на металлургических предприятиях. В промышленности ксенон получают как побочный продукт разделения воздуха на кислород и азот. После такого разделения, которое обычно проводится методом ректификации, получившийся жидкий кислород содержит небольшие количества криптона и ксенона. Дальнейшая ректификация обогащает жидкий кислород до содержания 0,1—0,2 % криптоно-ксеноновой смеси, которая отделяется абсорбированием на силикагель или дистилляцией. В дальнейшем ксеноно-криптоновый концентрат может быть разделён дистилляцией на криптон и ксенон [6].

Основные физические и химические свойства: при нормальном давлении температура плавления 161,40 К (–111,75 °С), температура кипения 165,051 К (–108,099 °С). Молярная энтальпия плавления 2,3 кДж/моль, молярная энтальпия испарения 12,7 кДж/моль, стандартная молярная энтропия 169,57 Дж/(моль·К). Плотность в газообразном состоянии при стандартных условиях (0 °С, 100 кПа) 5,894 г/л (кг/м³), в 4,9 раза тяжелее воздуха. Плотность жидкого ксенона при температуре кипения 2,942 г/см³. Плотность твёрдого ксенона 2,7 г/см³ (при 133 К), он образует кристаллы кубической сингонии (гранецентрированная решётка), пространственная группа Fm $\bar{3}$ m, параметры ячейки a = 0,6197 нм, Z = 4. Критическая температура ксенона 289,74 К (16,59 °С), критическое давление 5,84 МПа, критическая плотность 1,099 г/см³. Тройная точка: температура 161,36 К (–111,79 °С), давление 81,7 кПа, плотность 3,540 г/см³. В электрическом разряде светится синим цветом (462 и 467 нм). Жидкий ксенон является сцинтиллятором. Слаборастворим в воде (0,242 л/кг при 0 °С, 0,097 л/кг при 25 °С). При стандартных условиях (273 К, 100 кПа): теплопроводность 5,4 мВт/(м·К), динамическая вязкость 21 мкПа·с, коэффициент самодиффузии 4,8·10^{–6} м²/с, коэффициент сжимаемости 0,9950, молярная теплоёмкость при постоянном давлении 20,79 Дж/(моль·К). Ксенон диамагнитен, его магнитная восприимчивость –4,3·10^{–5}. Поляризуемость 4,0·10^{–3} нм³. Энергия ионизации 12,1298 эВ. Ксенон стал первым инертным газом, для которого были получены настоящие химические соединения. Примерами соединений могут быть дифторид ксенона, тетрафторид ксенона, гексафторид ксенона, триоксид ксенона, ксеноновая кислота и другие. Первое соединение ксенона было получено Нилом Барлеттом реакцией ксенона с гексафторидом платины в 1962 году. В течение двух лет после этого события было получено уже несколько десятков соединений, в том числе фториды, которые являются исходными веществами для синтеза всех остальных производных ксенона. В настоящее время описаны фториды ксенона и их

различные комплексы, оксиды, оксифториды ксенона, малоустойчивые ковалентные производные кислот, соединения со связями Хе-N, ксенонорганические соединения. Относительно недавно был получен комплекс на основе золота, в котором ксенон является лигандом. Существование ранее описанных относительно стабильных хлоридов ксенона не подтвердилось (позже были описаны эксимерные хлориды с ксеноном) [3].

Известны изотопы ксенона с массовыми числами от 108 до 147 (число протонов 54, нейтронов от 54 до 93), и 12 ядерных изомеров. 9 изотопов встречаются в природе — ^{124}Xe , ^{126}Xe , ^{128}Xe , ^{129}Xe , ^{130}Xe , ^{131}Xe , ^{132}Xe , ^{134}Xe . Из них стабильными являются семь: ^{126}Xe , ^{128}Xe , ^{129}Xe , ^{130}Xe , ^{131}Xe , ^{132}Xe , ^{134}Xe . Еще два изотопа (^{124}Xe и ^{136}Xe) имеют огромные периоды полураспада, много больше возраста Вселенной. Остальные изотопы искусственные, самые долгоживущие — ^{127}Xe (период полураспада 36,345 суток) и ^{133}Xe (5,2475 суток), период полураспада остальных изотопов не превышает 20 часов. Среди ядерных изомеров наиболее стабильны ^{131}Xe с периодом полураспада 11,84 суток, ^{129}Xe (8,88 суток) и ^{133}Xe (2,19 суток). В 1946 г. советский ученый В.Г. Хлопин с сотрудниками впервые установил присутствие ксенона в осколках, образующихся при спонтанном делении урана. Среди продуктов такого деления ксенона много — 19% общей суммы осколков. Радиогенный ксенон образуется не только из самого урана, но и из некоторых продуктов его деления. Например, в ксенон превращается радиогенный теллур — путем двойного бета-перехода. А при нейтронном захвате бета-активные изотопы теллура превращаются сначала в йод, а затем — в ксенон [2].

Изотоп ксенона с массовым числом 135 (период полураспада 9,14 часа) имеет максимальное сечение захвата тепловых нейтронов среди всех известных веществ — примерно 3 миллиона барн для энергии 0,069 эВ, его накопление в ядерных реакторах в результате цепочки β -распадов ядер теллура-135 и йода-135 приводит к эффекту так называемого отравления ксеноном (см. также Йодная яма).

Без ксенона — тяжелого, редкого и пассивного газа сегодня не могут обойтись многие отрасли народного хозяйства. Области его применения разнообразны:

1. Лампы накаливания, мощные газоразрядные и импульсные источники света.

Ксенон используют для наполнения ламп накаливания, мощных газоразрядных и импульсных источников света (высокая атомная масса газа в колбах ламп препятствует испарению вольфрама с поверхности нити накаливания). Некоторые из источников света на ксеноне способны создавать по-настоящему мощное свечение, так как окруженная Хе электрическая дуга создает очень яркий свет. Очень часто лампы с Хе применяются при создании кинопроекторов, а также софитов для концертного и театрального оборудования. Это вещество все чаще используется в качестве аналога ртути в лампах, предназначением которых является получение ультрафиолета.

2. Радиоактивные изотопы- (^{127}Xe , ^{133}Xe , ^{137}Xe и др.) Их применяют в качестве источников излучения в радиографии и для диагностики в медицине, для обнаружения течи в вакуумных установках.

3. Фториды ксенона - их активно используют для пассивации металлов.

4. Космическое и ракетное строение.

Фториды и оксиды ксенона предложены в качестве мощнейших окислителей ракетного топлива.

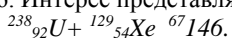
Ксенон, как в чистом виде, так и с небольшой добавкой паров цезия-133, является высокоэффективным рабочим телом для электрореактивных (главным образом — ионных и плазменных) двигателей космических аппаратов, которые используются в современных и высокомошных космических кораблях, основным назначением которых является изучение планет Солнечной системы. При этом очищенные от различных посторонних добавок благородные газы могут обладать достаточно высокой стоимостью. В 2020 году Роскосмос заявил о начале строительства космического аппарата «Нуклон» с ядерной силовой установкой. Ксенон будет использоваться в качестве рабочего тела реактивного двигателя.

5. Лазеры - Жидкий ксенон иногда используется в качестве компонентов газовых смесей для лазеров. В изотопе ^{129}Xe возможно поляризовать значительную часть ядерных спинов для создания состояния с сонаправленными спинами — состояния, называемого гиперполяризацией.

6. Ксенон используется для наполнения ячейки Галлея в детекторах терагерцевого излучения.

7. Для транспортировки фтора, проявляющего сильные окисляющие свойства [4].

Особое место занимает ксенон в ядерной физике, что в дальнейшем может быть применено в ядерной энергетике. Промышленность начинает применять фториды ксенона, прежде всего моноизотопные. Изотопы ксенон-133 и особенно ксенон-135 имеют очень большие сечения захвата тепловых нейтронов, это сильные реакторные яды. Но после получения твердых и достаточно стойких соединений элемента № 54 появилась надежда использовать это свойство изотопов ксенона на благо ядерной физики. С другой стороны, возможность связать эти изотопы фтором позволяет решить и технически, и экологически важную задачу эффективного улавливания этих изотопов. Сейчас физикам уже очевидно, что получать элементы далекой трансурановой области можно только в ядерных реакциях с участием тяжелых ионов, причем чем тяжелее будут ускоряемые частицы, тем тяжелее окажется в составное ядро. И пусть оно будет жить неизмеримо малое время; образование ядер новых элементов возможно не только в результате реакции слияния, но и распада! При распаде сверхтяжелых ядер могут образовываться и сверхтяжелые осколки — тоже новые ядра. И возможно — ядра атомов гипотетической пока области относительной стабильности в районе элементов с атомными номерами 114 и 126. Интерес представляет такая, к примеру, реакция:



Ученые надеются, что среди осколков деления такого ядра будут ядра элемента № 114 с 184 нейтронами, а они, по расчетам теоретиков, должны жить достаточно долго [5].

Опыты по ускорению тяжелых ионов ксенона начались в Дубне, в Объединенном институте ядерных исследований, в 1971 г. Оказалось, что даже

мощности большого дубненского циклотрона У-300 недостаточно, чтобы придать необходимую энергию таким тяжелым «снарядам» (их пучок к тому же должен быть достаточно интенсивным). Нашли обходный маневр: первоначально ионы ксенона ускорялись и «обдирались» — теряли электроны в большом циклотроне, а затем по ионопроводу направлялись в малый, где приобретали необходимую энергию и заряд. Так что не исключено, что ксенон будет полезен и при синтезе новых химических элементов.

Выводы:

Хе – это инертный тяжелый газ, который обладает особыми качествами и широко применяется в различных сферах жизни, в том числе в медицине, науке и технике. Единственная сложность заключается в трудоемком процессе его получения, а, следовательно, высокой стоимости.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.А. Гетьман, А.В. Васильева, В.А. Палеха Электронный учебник «Материаловедение. ТКМ», ВМПИ, 2017
2. www.Ru.m/Wikipedia.org Ксенон
3. Nuclphys.sinp.msu.ru/ecology
4. www.who.int Ксенон
5. Geoliss.ru
6. промтехгаз.пф/ksenon

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ЯЭУ ПРИ ПАДЕНИИ ВАКУУМА В ГК

Аннотация.

В работе представлены размышления и алгоритм информационной поддержки оператора СЯЭУ при повышении давления в ГК. При этом представлены методы представления решений на различных этапах борьбы за живучесть при повышении давления в ГК. Особое внимание оказано идентификации ситуации, а также составлена модель процесса конденсации в ГК.

Ключевые слова: повышение давления в ГК, повышение температуры конденсата, повышение парциального давления воздуха в ГК, нарушение охлаждения забортной водой ГК, борьба за живучесть, восстановление ТС.

Введение

Конденсационная установка является неотъемлемой частью ПТУ и предназначена для приёма, охлаждения и конденсации пара, для сбора потоков питательной воды от элементов и систем ПТУ, для деаэрации конденсата.

Конденсатор является характерным объектом с распределенными параметрами, так как интенсивность теплообмена и конденсации, температурный напор, парциальное давление пара, скорости потока паровоздушной смеси, содержание воздуха в ней и другие параметры значительно изменяются по мере перемещения смеси от горловины конденсатора до области охлаждения смеси и отсоса воздуха.

В главном конденсаторе конденсационной установки (КУ) идёт непрерывное превращение отработавшего в турбинах пара в конденсат. В процессе конденсации пара происходит резкое уменьшение его удельного объёма. Таким образом, при конденсации отработавшего пара в ГК создаётся разрежение (вакуум).

При создании вакуума в главном конденсаторе уменьшается давление за главной турбиной и турбинами вспомогательных механизмов, теплоперепад на турбины увеличивается, а это в свою очередь ведёт к увеличению мощности турбины. Это видно из формулы:

$$N_e = G \times H_a \times \eta_e.$$

Где: **G** – секундный расход пара на турбину;

$$H_a = h_0 - h_z;$$

h_0 – энтальпия пара на входе в турбину, величина которой при работе турбины в основном остаётся неизменной;

h_z – энтальпия пара на выходе из турбины, которая будет тем меньше, чем выше вакуум в ГК.

Снижение вакуума в главном конденсаторе по сравнению с номинальным приводит к:

- уменьшению эффективной мощности ГТЗА;
- увеличению удельного расхода пара;
- ограничению мощности АЭУ;

-повышению температуры конденсата.

С увеличением давления в ГК (уменьшением вакуума) температура конденсата возрастает. Увеличение температуры конденсата отрицательно влияет на поглощающую способность ионообменных фильтров и на работоспособность конденсатных насосов.

Ионообменные фильтры при температуре конденсата более 50°C резко снижают свою поглощающую способность. Предельно-допустимая температура для них 80°C (при этом поглощающая способность их уменьшается примерно в два раза).

При температуре конденсата более 70°C начинается кавитационный режим работы конденсатных насосов. Длительная работа конденсатного насоса в кавитационном режиме приводит к интенсивному эрозионному разрушению его рабочих колёс и повышению его виброшумовых характеристик. Предельный случай кавитационного режима конденсатного насоса – срыв его работы.

Следовательно, температура конденсата является показателем нормального давления в ГК и нормальной работы конденсатно-питательной системы. Для поддержания температуры конденсата 50°C при повышении давления в ГК по различным причинам необходимо снижать расход пара на турбину и соответственно мощность реактора.

Таким образом, создание и поддержание глубокого вакуума в ГК является одним из главных условий при эксплуатации КУ и ПТУ в целом.

Показателем работы конденсационной установки является:

Абсолютное давление в ГК представляет собой давление смеси отработавшего пара и воздуха. В соответствии с законом Дальтона (давление смеси равно сумме парциальных давлений), абсолютное давление в любом месте ГК будет равно:

$$P_{\text{ГК}} = p_{\text{п}} + p_{\text{в}}$$

Где: $p_{\text{п}}$ – парциальное давление отработавшего пара;

$p_{\text{в}}$ – парциальное давление воздуха.

Давление насыщения в ГК, зависит напрямую от температуры насыщения.

$$P_{\text{с}} \equiv (T_{\text{с}}) = P_{\text{ГК}}$$

Кратность охлаждения- критерий, характеризующий расход охлаждающей воды.

$$m = G_{\text{w}} / G_{\text{п}}$$

Где: G_{w} - расход охлаждающей воды;

$G_{\text{п}}$ - общий расход пара, поступающий на конденсатор.

Удельная паровая нагрузка- количество пара, конденсируемого в единицу времени на единицу поверхности охлаждения.

$$d_{\text{к}} = G_{\text{п}} / F$$

Удельная тепловая нагрузка- количество тепла, передаваемого от конденсирующего пара к охлаждающей воде в единицу времени через единицу поверхности теплообмена.

$$q_{\text{к}} = Q / F$$

Где: F - общая поверхность охлаждения конденсатора;

Q - количество тепла, поступающего в конденсатор в единицу времени.

Для нормальной работы конденсатора количество тепла, поступающего в конденсатор в единицу времени, должно быть равно количеству тепла, отводимого охлаждающей водой в единицу времени

$$Q = G_W \cdot C_W \cdot (t_{w2} - t_{w1})$$

Где: C_W - теплоёмкость воды;

t_{w2} - температура заборной воды на выходе из конденсатора;

t_{w1} - температура заборной воды на входе в конденсатор.

Давление в конденсаторе будет тем ниже, чем больше будет кратность охлаждения m и чем будет меньше удельная паровая нагрузка d_k и удельная тепловая нагрузка q_k .

Основная часть.

Причины снижения вакуума ГК.

Главный конденсатор предназначен для приёма, охлаждения и конденсации пара, для сбора потоков питательной воды от элементов и систем ПТУ, для деаэрации конденсата.

В процессе конденсации пара происходит резкое уменьшение его удельного объёма. Таким образом, при конденсации отработавшего пара в ГК создаётся разрежение (вакуум). Причинами снижения вакуума может быть ухудшение условий охлаждения или подсос воздуха.

При недостаточном охлаждении в ГК.

На установившихся режимах работы ПТУ имеет место динамическое равновесие между поступившим в главный конденсатор и отводимым из него теплом в единицу времени. С увеличением мощности турбины увеличивается количество тепла, сбрасываемого в конденсатор. При прочих равных условиях прежнего установившегося температурного напора недостаточно для передачи заборной воде нового, большего количества тепла. Это приводит к накоплению пара в конденсаторе, то есть к накоплению в нём не сконденсировавшегося пара, а это снижает вакуум в нём (увеличивает давление в ГК).

По мере снижения вакуума растёт температура насыщения. Снижение вакуума происходит до тех пор, пока возрастание температуры насыщения не приведёт к созданию такого температурного напора, который обеспечит передачу заборной воде нового, большего количества тепла в единицу времени. Конденсационная установка переходит на новый установившейся режим работы, характеризуемый новым (меньшим) вакуумом в ГК. Таким образом, вакуум в ГК зависит от мощности ПТУ и с её увеличением снижается.

На снижение вакуума в ГК существенное влияние оказывает изменение расхода охлаждающей заборной воды. Физика этого процесса аналогична изменению температуры охлаждающей воды и вытекает из уравнения теплового баланса.

При подсосе воздуха в ГК.

В процессе эксплуатации конденсационной установки в трубопроводах, арматуре (находящихся под вакуумом) и в местах соединения конденсатора с турбиной могут появиться неплотности. Через эти неплотности «на вакуум» в главный конденсатор будет поступать воздух из отсека. Подсосы воздуха из отсека приведут к росту давления в конденсаторе.

Алгоритм управления ГК при снижении давления.

При падении вакуума в главном конденсаторе поиск причин должен проводиться по направлениям, начиная с наиболее вероятных и имеющих эксплуатационный характер и кончая трудно определяемыми причинами, устранение которых должно сопровождаться ремонтом отдельных элементов ПТУ и даже выводом ПТУ из действия. Поиск причин должен проводиться по следующим направлениям в указанной последовательности:

1. Нарушение условий охлаждения главного конденсатора.
2. Изменение уровня конденсата в конденсатосборнике ГК.
3. Нарушение условий работы блока эжекторов (БЭЖ).
4. Нарушение условий работы регулятора давления пара в уплотнениях

ГТЗА.

5. Нарушение условий работы системы осушения и очистки паровоздушной смеси (ПВС) выбрасываемой БЭЖ.

6. Неплотности конденсатора.

Алгоритм управления представлен на рис. 1.

В начальный период поиска в указанной выше последовательности проводится проверка контролируемых параметров. Отклонение контролируемых параметров от нормальных значений на каком-либо направлении прямо или косвенно указывает на причину падения вакуума.

Если причины падения вакуума имеют эксплуатационный характер, необходимо устранить эти причины изменением тех или иных параметров работы элементов ПТУ, влияющих на работу ГК.

Алгоритм устранения неполадок.

Увеличение температуры заборной воды возможно при изменении районов плавления и является внешней причиной, не зависящей от действий личного состава или от условий работы ПТУ. При увеличении температуры заборной воды падает вакуум в ГК (увеличивается давление).

Если $P_{ГК} > 0,06 \text{ МПа}$.

При возрастании давления в ГК до 0,06 МПа и при работе ТЦН на большой скорости необходимо снизить мощность ЯУ до 60%, если она не снизилась автоматически. Если эти действия не привели к желаемому результату продолжить снижение мощности ЯУ, одновременно продолжать поиск причины падения вакуума по другим направлениям

Если $t_{зв} > 10^\circ\text{C}$.

Если температура заборной воды возрастает, необходимо понять причину. Возможно, эта проблемы вызвана малым количеством оборотов ТЦН, для устранения повысим количество оборотов. Необходимо продуть и проверить кингстоны на загрязнение мелкими морскими отложениями. Если данная операция не привела к положительным результатам – повторить её до трёх раз.

Если $t_{к} > 60^\circ\text{C}$.

При возрастании температуры конденсата до 60°C необходимо перейти на работу ТЦН с меньшей скорости на большую. Тем самым, компенсируя увеличение температуры увеличением расхода охлаждающей воды. Если ТЦН работал до этого на большой скорости необходимо снизить мощность РУ, уменьшая расход пара на турбину, до восстановления температуры конденсата. Если и эти действия не привели к желаемому результату искать причину падения

вакуума по другим направлениям.



Рис. 1 – Алгоритм управления ГК при снижении вакуума в ГК.

Если $P_{ГК} > P_s$ или $P_{ГЭЖ} < 1,6 \text{ МПа}$.

Если $P_{ГК} > P_s$ то причина в большом поступлении воздуха в ГК или неэффективной работе эжекторов отсоса паровоздушной смеси из ГК.

Снижение давления пара на блок эжекторов менее 1,6 МПа, что приводит к уменьшению количества отсасываемой паровоздушной смеси из ГК. Снижение давления пара на блок эжекторов менее 1,6 МПа при нормальных параметрах

пара за ПГ возможно из-за ненормальной работы дроссельного устройства, которое установлено на трубопроводе подачи пара на БЭЖ. Необходимо провести регулировку дроссельного устройства без вывода ПТУ из действия.

Поддержание уровня в ГК обеспечивается регулятором уровня.

Выводы.

При снижении вакуума в ГК в первую очередь надо исключить причины связанные с подсосом воздуха, это определяется соответствием $P_{ГК}$ и P_s . Если они равны, то подсос воздуха отсутствует и причина в недостаточном охлаждении. В этом случае одна из 2-х причин: либо недостаточен расход охлаждающей воды или температура забортной воды слишком высока. Соответственно и решения по восстановлению режима формируются по причине после идентификации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Информация по безопасности плавучих объектов с ЯУ проектов 10521, 10081, 10580, 10560, 22220, 20870.
2. Описания, инструкции по эксплуатации ЯЭУ, их элементов и систем для проектов 10521, 10081, 10580, 10560, 22220, 20870.
3. Семека В.А. Тепловой расчет ПТУ судов с ЯЭУ. Методические разработки по курсу «ПТУ судов с ЯЭУ»

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ТЕЧИ ПЕРВОГО КОНТУРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ ИСТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Аннотация.

В работе представлен алгоритм информационной поддержки оператора СЯЭУ при течах первого контура. При этом представлены методы представления решений на различных этапах борьбы за живучесть при течах первого контура. Особое внимание оказано рассмотрению идентификации течи, а также составлена модель истечения среды первого контура в помещение и через теплообменники во второй и третий контуры.

Ключевые слова: идентификация течи, локализация течи, борьба за живучесть, восстановление ТС, первый контур, второй контур, третий контур, система проливки первого контура, интенсивность течи.

Введение.

Течь 1 контура может стать причиной серьезных аварий и гибели персонала. Поэтому очень важно иметь отработанный алгоритм действий для подобных ситуаций, чтобы люди при быстром развитии событий могли оперативно и грамотно взять ситуацию под контроль, избежав при этом самых печальных исходов.

При любой подобной аварийной ситуации выполняется следующая последовательность действий:

1. Обнаружение и определение места течи. Определение интенсивности. Определение ущерба для ЯЭУ и персонала.
2. Локализация и борьба за живучесть.
3. Защита персонала.
4. Восстановление работы ЯЭУ.

Основной текст.

Идентификация течи.

Обнаружение и определение места течи, определение интенсивности течи – совокупность этих действий называется идентификацией течи.

Место течи ограничено расположением элементов 1 контура и связанных с ним системами. На рис.1. показано расположение элементов первого контура.

Анализ видеокadra показывает, что место течи определяется расположением трубопроводов первого контура и смежными системами, связанными с первым контуром теплообменниками. Поэтому возможными местами течи могут быть, места, где проходят трубопроводы первого контура: а это верхнее и нижнее помещение аппаратной выгородки. А также через теплообменники во второй и третий контуры.

Обнаружение течи возможно по признакам наличия среды первого контура в запрещенных местах, а это повышение активности и изменение объема первого контура с наличием среды первого контура на настиле или в смежных системах (втором и третьем контуре). Наиболее чувствительным показателем обнаружения течи первого контура является появление активности на настиле

или в средах 2-го и 3-го контуров, а далее можно наблюдать изменение объёмов среды в указанных смежных контурах.

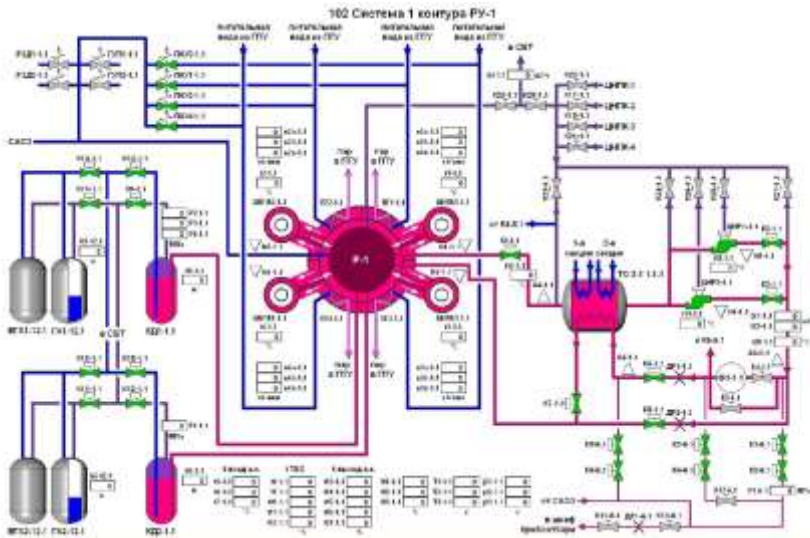


Рис. 1 –Видеокадр «Система 1-го контура».

Так как все три контура являются замкнутыми объёмами, то при течи 1-го контура будет увеличиваться объём в других контурах. Поэтому контроль уровней воды в расширительных баках также будет дополнительным признаком течи.

Важным показателем идентификации течи является определение интенсивности течи.

Определить интенсивность течи мы можем с помощью математической модели поступления воды первого контура. Для оценки динамического движения жидкости основным законом является уравнение Бернулли, которое имеет вид

$$p + \rho gh + \frac{1}{2} \rho \vartheta^2 = \text{const.}$$

Или

$$\frac{p}{\rho g} + h + \frac{1}{2g} \vartheta^2 = \text{const.}$$

Где:

p- давление жидкости [Па];

ρ-плотность жидкости (газа) [кг/м³];

g-ускорение свободного падения [м/сек²];

h-гидростатический напор [Па];

ϑ -скорость движения жидкости [м/сек].

Истечение жидкости из резервуара характеризуется скоростью течения жидкости и расходом. Скорость истечения жидкости выводится с помощью уравнения Бернулли и имеет выражение вида

$$\vartheta = \varphi \sqrt{2g\left(h + \frac{p_1 - p_2}{\rho g}\right)}.$$

Где:

p_2 - давление жидкости в области куда вытекает жидкость [Па];

p_1 -давление жидкости в области, откуда вытекает жидкость [Па];

g -ускорение свободного падения [м/сек²];

h -гидростатический напор жидкости в области отверстия [м];

ρ -плотность жидкости (газа) [кг/м³];

φ - коэффициент, учитывающий вязкость жидкости;

ϑ -скорость движения жидкости [м/сек].

Тогда объёмный расход жидкости через отверстие определяется по формуле

$$Q = S \cdot \vartheta = \varphi \cdot S \sqrt{2g\left(h + \frac{p_1 - p_2}{\rho g}\right)}.$$

Где:

S - площадь отверстия через которую вытекает жидкость [м²];

h -можно считать равной нулю.

При поступлении воды из 1-го контура в аппаратное помещение: $p_1 \approx 13,5$ МПа; $p_2 \approx 0,1$ МПа. При поступлении воды из 1-го контура в ПГ: $p_1 \approx 13,5$ МПа; $p_2 \approx 3,5$ МПа .

При поступлении воды из 1-го контура в третий контур: $p_1 \approx 13,5$ МПа; $p_2 \approx 1,5$ МПа .

Благодаря полученной модели истечения первого контура, а также показателям течи по изменениям уровня в расширительных баках можно оценить интенсивность течи.

Определение ущерба для ЯЭУ и персонала.

Работа ЯЭУ возможна, если течь первого контура может быть скомпенсирована подпиткой [3]. Течи по интенсивности делятся как указано на рис.2.

Пусть происходить микротечь или малая течь теплоносителя первого контура в третий контур.

Признаками появления течи являются: повышение активности охлаждающей воды в расширительной цистерне третьего контура, повышение уровня охлаждающей воды в расширительной цистерне третьего контура, снижение уровня воды в компенсаторах давления, снижение давления в системе первого контура.

По таким показателям можно определить интенсивность течи, а также место течи. Это уже предопределил дальнейшие действия по локализации и устранению течи.



Рис. 2 – Виды течей

Сегодня используется следующий алгоритм действий при микро- или малой течи (Течь менее 100 л/ч):

-Снизить мощность системы первого контура до минимально возможного уровня, стабилизировать её и приступить к поиску негерметичного оборудования;

-Поиск негерметичного оборудования производить путём последовательного отбора проб воды третьего контура после каждого ЦНПК, стоек приводов СУЗ и каждой секции ТО 1-3 контуров;

-При поиске негерметичного ЦНПК произвести следующие действия:

- 1.Остановить ЦНПК,
- 2.Закреть второй от ЦНПК запорный клапан на трубопроводе отвода охлаждающей воды от ЦНПК,
- 3.Открыть арматуру отбора пробы воды третьего контура из полости межклапанного пространства и после слива воды в течение 30 с взять пробу,
- 4.Закреть арматуру отбора проб и при отсутствии в пробе активности (течь отсутствует) открыть клапан на трубопроводе отвода охлаждающей воды от ЦНПК,
- 4.Запустить ЦНПК,
- 5.Повторить операции с остальными ЦНПК;

-При поиске негерметичного холодильника стоек приводов СУЗ на крышке ПГБ выполнить следующие действия:

- 1.Закреть второй от стоек СУЗ запорный клапан на трубопроводе отвода охлаждающей воды,

2. Открыть арматуру отбора пробы воды третьего контура из полости межклапанного пространства и после слива воды в течение 30 с взять пробу,

3. Закрыть арматуру отбора проб и при отсутствии активности в пробе (течь отсутствует) открыть вентиль на трубопроводе отвода охлаждающей воды от стоек СУЗ крышки ПГБ;

- При поиске негерметичной секции ТО 1-3 контуров произвести следующие действия:

1. Закрыть второй от секции ТО 1-3 контуров запорный клапан на трубопроводе отвода охлаждающей воды от ТО 1-3 контуров,

2. Открыть арматуру отбора пробы воды третьего контура из полости межклапанного пространства и после слива воды в течение 30 с взять пробу,

3. Закрыть арматуру отбора проб и при отсутствии активности в пробе (течь отсутствует) открыть клапан на трубопроводе отвода охлаждающей воды от ТО 1-3 контуров,

4. Повторить операции с другой секцией ТО 1-3 контуров.

При успешной идентификации негерметичного оборудования произвести его отсечение закрытием на входе и выходе второй арматуры по третьему контуру, после чего через дренажный трубопровод и трубопровод отбора проб сбросить давление в отсечённом участке до появления горячей воды или пара, затем закрыть первую арматуру.

Если большая течь воды первого контура в третий контур одного из холодильников ЦНПК, стойки СУЗ крышки ПГБ или одной из секции ТО 1-3 контуров

В системе РК «Феникс» появится сигнал активности в расширительной цистерне третьего контура, от трубопроводов третьего контура после бака МВЗ и повысилась температура на выходе воды третьего контура из холодильника за одним из ЦНПК или стоек приводов СУЗ, или за одной из секций ТО 1-3 контуров.

Может сработать предохранительное устройство DN150 защиты системы третьего контура от переопрессовки с повышением активности и температуры воздуха в аппаратном помещении.

Если не произошло автоматического срабатывания аварийной защиты и ввода в действие САОЗ, включить в работу систему подпитки, поддерживать уровень в КД и ГА в диапазоне от 12,5 до 50 %.

При значительной потере теплоносителя:

- Сброс АЗ и аварийная проливка активной зоны;

- Отключение поврежденного участка и работа ЯЭУ с ограничением мощности;

При незначительной утечке:

- Допускается работа с повреждениями первого контура при незначительной утечке;

- при работе подпиточного насоса 1 контура.

Локализация аварийной ситуации.

Алгоритм локализации определяется идентификацией течи. В зависимости от места и интенсивности, течи существуют:

- отключаемые течи;

-не отключаемые течи.

Если течь отключаемая, то отключаем поврежденный участок и снижаем мощность реактора до разрешенной.

Если течь не отключаемая, то локализацию производим подпиткой 1 контура и выводом установки из действия.

Борьба за живучесть при течи из 1 контура.

Течь малая – компенсируем подпиткой.

Течь большая – сброс АЗ и сьем остаточных тепловыделений с помощью проливки. Система аварийного охлаждения активной зоны может иметь вид, представленный на рис.3.

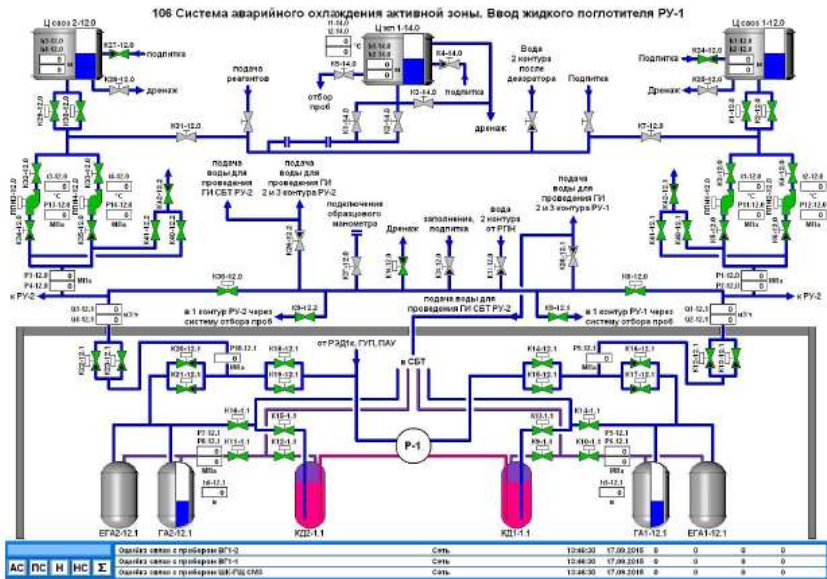


Рис. 3 – Видеокадр «Система аварийного охлаждения активной зоны».

Система аварийного охлаждения активной зоны (рис.3.) предназначена для компенсации утечки воды из 1 контура и охлаждения активной зоны при авариях с потерей теплоносителя. С точки зрения обеспечения безопасности при авариях с потерей теплоносителя ПГБ установка РИТМ-200 имеет следующие особенности:

- интегральная компоновка ПГБ, уменьшающая количество единиц оборудования, находящегося под давлением 1 контура, чем повышается надежность системы;

- уменьшенные диаметры сужающих вставок в патрубках корпуса ПГБ за счет разделения системы компенсации давления на две независимых ветки;

- активная зона большого объема с низкой энергонапряженностью, обладающая высокими теплотехническими запасами;

-эффективное использование парогенератора в аварийных режимах РУ для расхолаживания при подаче питательной воды в ПГ, в том числе в авариях с разгерметизацией 1 контура, позволяющее снизить требуемые объемы и расходы подачи воды в ПГБ;

-расположение точек подключения связанных с ПГБ систем в верхней части корпуса ПГБ.

Таким образом, интегральный ПГБ характеризуются большими запасами воды в контуре над активной зоной, малыми масштабами разгерметизации, возможностью раннего перехода к паровому истечению и пониженными требованиями к производительности САОЗ.

Главный критерий обеспечения безопасности (отсутствии перегрева и повреждения ТВЭ-лов) в авариях разгерметизации 1 контура – поддержание активной зоны под заливом теплоносителя, выполняется за счет подачи воды в ПГБ пассивными (от гидро- аккумуляторов) и активными (подпиточные насосы) средствами при эффективном использовании системы теплоотвода через ПГ.

Особенностью системы по сравнению с традиционными (ранее разработанными) вариантами РУ является размещение в гидроаккумуляторах всех запасов воды, используемых для организации безотходной технологии, а также использование газового объема ГА для создания газовой подушки системы компенсации давления 1 контура. Размещение в ГА запаса воды, используемой в системе безотходной технологии, существенно увеличивает время работы ГА и время поддержания а.з. под заливом при запроектных авариях с потерей теплоносителя 1 контура.

Также, учитывая положительное влияние интегральной компоновки ПГБ на протекание аварий разгерметизации системы 1 контура, для снижения массогабаритных характеристик системы активные средства обслуживают обе РУ атомного ледокола по типу РУ действующих атомных ледоколов.

В состав САОЗ входят:

- два гидроаккумулятора и две емкости гидроаккумулятора (общий объем ГА и ЕГА, относящихся к одному каналу);
- четыре насоса подпитки (общие для двух РУ);
- две цистерны САОЗ (общие для двух РУ);
- трубопроводы и арматура;
- средства измерения.

Восстановление работы ЯЭУ.

После локализации или вывода из работы РУ, производится ремонт поврежденного участка трубопровода или парогенератора. После ремонта РУ может работать в штатном режиме.

Алгоритм управления ЯЭУ при течи первого контура в третий контур в графическом виде представлен на рис.4.

Для автоматизации вышерассмотренных процессов борьбы за живучесть при течи первого контура разработан алгоритм формирования логических решений, который может быть реализован в рамках системы информационной поддержки.

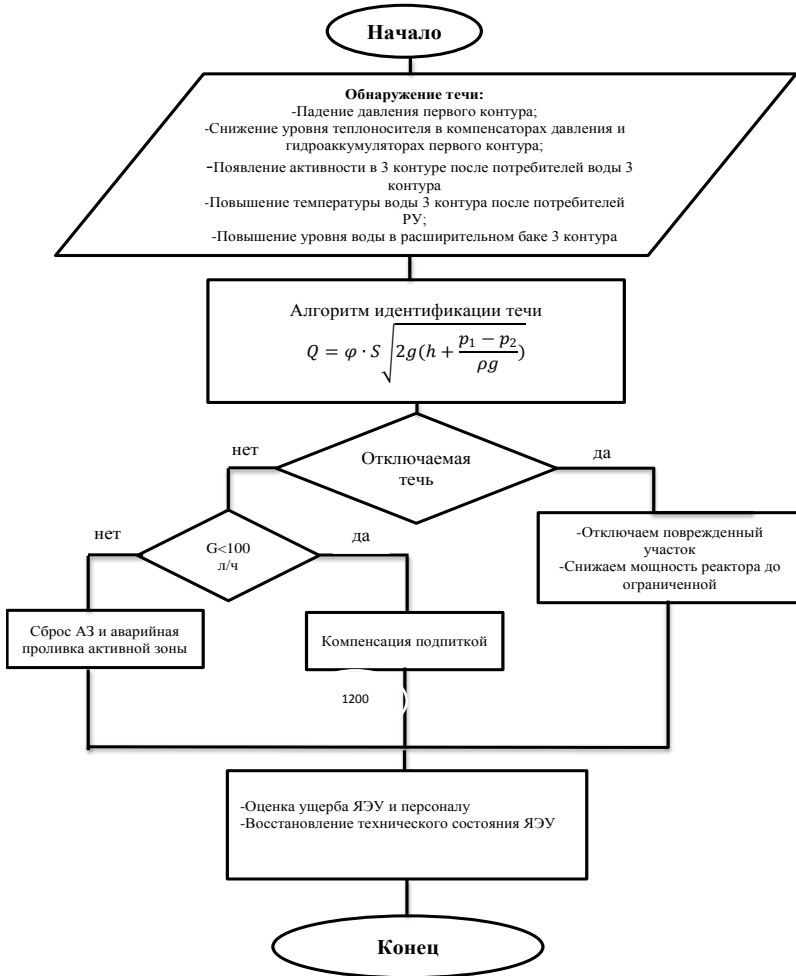


Рис. 4 – Алгоритм управления ЯЭУ при течи первого контура.

Заключение.

Наиболее опасной аварией с отказом ТС являются течи первого контура. Течи первого контура могут протекать в смежное с трубопроводами пространство. Смежными пространствами являются помещения аппаратной выгородки, а также полости третьего и второго контуров.

Помещения аппаратной выгородки контролируются по наличию воды на настилах и на повышение активности в воздухе. Поэтому обнаружение возможно по приборам контроля наличия воды на настилах и по повышению активности в этих помещениях.

Полости второго и третьего контура контролируются по активности, а также возможно контролировать по увеличению объёма во втором и третьем контурах поскольку они являются замкнутыми системами. Дополнительным показателем может быть увеличение температуры в местах течи т.к. температура 1-го контура значительно выше температуры воды в 3-м контуре.

Алгоритм вполне может анализировать эти признаки и с определенной вероятностью подсказывать оператору конкретные решения по идентификации течи так и по ее локализации. При этом оператор может использовать разведчиков для уточнения некоторых данных.

Математическая модель течи первого контура исчерпывает вопрос идентификации течи в части определения ее интенсивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Адрианов А.А. С.М. Курицын, П.Д. Лукин. А.И.Сабадаш Системы управления и защиты судовых ЯЭУ (проект 10580): учеб пособие, - Ч. 2. Системы управления «Вьюга-80», «Ветер-80», «Таймыр- 80». информационная система «Бриз-80», система электропитания «Тангенс- 80». - СПб.: Изд-во ГУМРФ им. адм. С.О. Макарова, 2014.

2. Королев В.И., Ластовцев А.Ю. «Программы и алгоритмы управления реакторной установкой атомных судов» эксплуатация морского транспорта. Труды ГМА им. адм. С.О. Макарова выпуск 45, СПб: 2006.

3. Установка реакторная РИТМ-200. Руководство по эксплуатации, Часть 6: «Система аварийного охлаждения активной зоны» ЦПКУ.501213.065РЭ5.

4. Установка реакторная РИТМ-200. Руководство по эксплуатации, Часть 1: «Система первого контура» ЦПКУ.501213.065РЭ.

ЛЮБАРЧУК С. Н., САМАТОВ А.А., ЩУКИН Д. В.

СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ

Аннотация.

В статье проведён краткий анализ состояния и развития современных робототехнических комплексов и применение искусственного интеллекта для обеспечения автономности.

Ключевые слова: живучесть, защищенность, робототехнический комплекс, искусственный интеллект, датчик лидара, рои роботов.

Развитие системы вооружения Сухопутных войск должно идти по пути оснащения современных и приоритетных средств вооруженной борьбы и поддержания в боеготовом состоянии тех существующих систем вооружения, которые, в конечном счете, позволят придать общевойсковым формированиям облик автоматизированной разведывательно-огневой системы. В докладе Начальника Генерального штаба 2 марта 2019 года на конференции по развитию военной стратегии прямо говорится: – «Главное сегодня для военной науки – это опережающее по отношению к практике, непрерывное, целенаправленное проведение исследований по определению направлений развития систем вооружения и военной техники».

Анализ основных требований к системе вооружения Сухопутных войск, предложенных в работе [10], объединенных в 10 интегрированных подсистем, разделенных по функциональному признаку, позволяет сформировать из подсистем защиты и обеспечения конвергентную систему – живучесть, основанную на требованиях защищенности и восстанавливаемости. Наиболее ярко в системе вооружения, живучесть аккумулируется в робототехнических комплексах военного назначения (РТК ВН), объективно исключая человеческие потери при развитии критических ситуаций. При этом экстраполяция данной категории на единичные образцы робототехнических средств (РТС) обнаруживает ряд не решенных на сегодняшний день проблем.

Как известно, степень соответствия полученного результата боевых действий их цели выражает категория «боевая эффективность». За способность решать боевые задачи в условиях ответного огня противника отвечает элемент системы боевая эффективность – боевое свойство живучесть [6].

Живучесть в целом определяет способность РТК ВН противостоять воздействию поражающих факторов, обусловленных огнем противником или восстановлению работоспособности при наличии отказов или повреждений.

С методологической точки зрения живучесть целесообразно представлять, как сложное свойство, включающее ряд более простых свойств, представленных на рисунке 1.

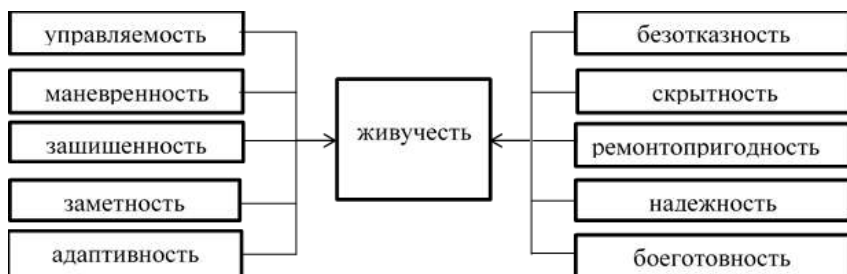


Рис. 1 – Схема основных свойств, влияющих на живучесть.

Защищенность свойство НРТК непрерывно сохранять боеспособное состояние при воздействии поражающих факторов определенной природы и интенсивности [10]. Защищенность обеспечивается целенаправленными конструктивными решениями:

Заметность отражает маскируемость ПНРТС, а также способность к снижению демаскирующих признаков при боевом применении и постановке помех средствам разведки противника [9].

Среди основных факторов, определяющих *скрытность*, в частности ПНРТС, необходимо выделить следующие: геометрическая форма, размеры образца, движение образца, световые вспышки при стрельбе, тепловые (инфракрасные, радиотепловые) излучения нагретых элементов образца, а также тип, количество и возможности технических средств разведки противника и вероятностью поражения типовыми и высокоточными боеприпасами [10].

Адаптивность отражает способность уменьшать потенциальный ущерб от неучтенных факторов и частично компенсировать реальный ущерб непосредственно в условиях боевой обстановки и характеризуется коэффициентом резервирования систем образца ПНРТС, средним временем восстановления боеспособности ПНРТС [10].

Мобильность - есть способность ПНРТС оперативно реагировать на управляющие сигналы и изменения обстановки. Она включает боеготовность, управляемость и маневренность [3,4]. Следовательно, показатель, выбранный в качестве обобщенного, должен учитывать структуру комплекса, конструктивные характеристики НРТК и их ТТХ, а также внешние факторы условий ведения боевых действий. Фактически боевое функционирование комплекса можно представить, как процесс, состоящий из двух основных состояний, в которых может находиться комплекс с позиции огневого поражения объектов противника: [3].

- непроизводительная часть: (марш, перемещение, совершение против огневого маневра, подготовка НРТС в районе сосредоточения);

- производительная часть: (выполнение ОГЗ на рубеже развертывания).

Рассмотрим частные показатели, определяющие составные части мобильности (управляемости и маневренности).

Управляемость определяет приспособленность комплекса к сбору, анализу, обработке, передаче и реализации информации, связанной с выработкой

решений на управление действиями комплекса. Она отражает качество системы и средств управления [10].

Маневренность определяет приспособленность комплекса к ведению огня с одной цели на другую без смены позиций и смену местонахождения в соответствии с требованиями обстановки.

Надежность определяет свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значений всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, хранения, транспортирования. Она включает: безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость [9].

Безотказность определяет свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки и может характеризоваться вероятностью безотказной работы, средней наработкой на отказ (до отказа).

Ремонтпригодность определяет свойство объекта, заключающееся в приспособленности к восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта, и может характеризоваться вероятностью восстановления, средним временем восстановления [10].

Повышение любого из вышеперечисленных свойств повысить живучесть и стойкость РТК ВН.

Создание сбалансированной системы вооружения и военной техники, имеющей высокую боевую эффективность на поле боя, за счет оснащения войск наземными ударными РТК ВН невозможно без развития объективно затратных научных направлений и внедрения основанных на них современных высокоинтеллектуальных технологий, таких как:

- альтернативные источники энергии и способы ее резервирования и беспроводной передачи;
- технологии группового управления РТК ВН и взаимодействия с общевойсковыми формированиями;
- альтернативные способы навигации на незведанной местности в условиях полного отсутствия связи;
- технологии искусственного интеллекта на основе нейронных сетей и облачных сервисов;
- сенсорика и технические системы восприятия окружающей среды, системы технического зрения;
- технологии машинного обучения на основе робосимуляторов
- цифровых двойников робототехнических систем. [11]

Реализация перечисленных направлений в РТК ВН объективно подразумевает повышение затрат на их разработку, производство и эксплуатацию. Следствием конструктивного усложнения образцов РТК и увеличения объема решаемых задач является повышение их значимости на поле боя. Снижение уровня живучести РТК приведет к уменьшению их высоких потенциальных возможностей, поэтому одной из характерных особенностей современного этапа развития РТК ВН должен быть акцент на обеспечение требуемого уровня защищенности, включающей подчиненные свойства: недоступность воздействия и стойкость к внешним воздействующим факторам.

Решение данной проблемы носит объективный характер для всех видов вооружения военной и специальной техники (ВВСТ), но применительно к РТК усугубляется следующими обстоятельствами:

- уязвимость РТК не только от «классических» противотанковых средств экипажных образцов, но и от комплексного воздействия противника информационным и электромагнитным оружием на систему управления;

- отсутствие статистической закономерности распределения совокупности выполняемых РТК боевых задач для обоснования требований к его защищенности;

- неопределенность последствий поражения уязвимых систем РТК и необходимость учета накопленного ущерба на различных этапах его функционирования.

- невозможность использования опыта экипажа для выявления и купирования опасных ситуаций на поле боя;

- неопределенность предельных значений потери боеспособности для сложных многофункциональных систем РТК и сложность декомпозиции при выявлении поражаемых комбинаций для комплексов в целом;

- наличие дополнительных критичных демаскирующих признаков в сенсорной системе и системе взаимодействия РТК;

- повышенная вероятность «дружественного огня» из-за отсутствия эффективной системы опознавания между РТК и РТК, РТК и экипажными образцами;

- невозможность использования табельных и естественных маскировочных средств в бою;

- повышенная критичность к боевым и техническим повреждениям из-за отсутствия ручного дублирования основных функций оружия.

Одно из перспективных направлений повышения живучести и вообще в целом повышения эффективности применения является внедрение технологий искусственного интеллекта (далее – ИИ) которая позволит и обеспечит два главных преимущества [3]:

- обработку больших объемов информации с высокой скоростью и автономность действий.

- гибко реагировать на изменяющуюся ситуацию в режиме реального времени.

ИИ поможет быстрее и точнее определять:

- цели без участия человека, выдавать сценарии для последующих действий,
- автономно совершать маневр или марш на безопасную точку либо на заранее заданные координаты отыскивая при этом наиболее оптимальный маршрут, отыскивать цели, автономно выбирать средства и количество боеприпасов для поражения цели предлагая оператору на выбор уничтожить, подавить, ослабить, вывести из строя.

Для таких технологий просто дистанционного беспроводного управления недостаточно. Требуются сложнейшие системы машинного зрения и серьезные вычислительные мощности. Для понимания на рисунке № 2 представлено два робототехнических комплекса: Которые используют понятие рой роботов и

внедрение искусственного интеллекта или элементов искусственного интеллекта [2].



Рис. 2 –Mission Master: «Волчья стая», «Кунгас»

К примеру простейшие и более сложные роботы, применяемые в социальных сферах для оценки обстановки и вырисовки высокоточной карты в режиме реального времени с маршрутом передвижения, требуются три-четыре лазерных датчика Лидара.

Данные датчики в разработке и внедрения в РТК на конечную стоимость сильно не повлияют, Лидар сканирует окружающую среду с помощью Лазара, отправляя миллионы импульсов в секунду. Анализируя время, за которое лазерный импульс достигает объекта и возвращается обратно, он составляет 3Д картинку для «машинного зрения» [1].

В РТК ВН он применяется для четкого определения местоположения, классификацию объектов, прогнозирования движения всех видимых участков движения и принятия решения. Точность определения до сантиметра, не обращая внимания не на погодные условия или иных воздействиях внешних факторов.

На Международном военно-техническом форуме «Армия-2021», прошедшем в закрытом формате для министра обороны Сергея Шойгу и его заместителей, была представлена реализация поражения целей силами робототехнического комплекса «Кунгас». «Кунгас» был представлен четырьмя роботами, два из которых – боевые роботы «Нерехта», разработки завода им. В. А. Дегтярёва (далее З и Д). На всех четырех установлено вооружение производства ЗиД: пулеметы «КОРД», ПКТМ и гранатометы АГ-30М. Робототехнический комплекс «Кунгас» включает в себя носимый робот весом 12 кг, легкий робот весом 200 кг, возимый робот весом до 2 т, боевой робот «Нерехта» и роботизированную версию десантного бронетранспортера БТР-МДМ «Ракушка» весом в 17 т. по заявлению разработчика. Особенность данного комплекса состоит в том, что все роботы, входящие в него, могут управляться из одного центра в рамках единой системы управления [7]. Комплекс «Кунгас» способен проводить разведку, перевозить грузы и оказывать огневую поддержку войскам. В боевых условиях роботы могут действовать совместно и поодиночке.

Зарубежные страны представили широкую номенклатуру робототехнических комплексов, по своим тактико-техническим характеристикам зарубежные РТК опережают отечественные разработки. В вооруженных силах армий иностранных государств реализуется новая стратегия применения в бою (операции). Например, «Mission Master (волчья стая)» разработанный немецким концерном «Rheinmetall» имеет робототанки и «дроны – камикадзе». Данный РТК представляет собой полуавтономный «рой роботов», состоящий из групп наземных робототезированных танков, способных атаковать противника ракетами и барражирующими боеприпасами. Роботоплатформы могут взаимодействовать друг с другом и «дронами» на поле боя, кроме того, комплекс оснащен искусственным интеллектом, с помощью которого может обучаться сложившейся обстановке и идентификации целей, однако решение об атаке в настоящее время принимает оператор.

«Волчья стая» представляет собой три типа платформ: оснащенный пулеметом бронированный разведчик для поддержания наземных сил и собора информации о противнике; робототанк оснащенный противотанковыми ракетными установками; аналог РСЗО выпускающий барражирующие боеприпасы.

Основные достоинства рассмотренных систем состоят в том, что они имеют возможность интегрированного взаимодействия - «разведчик» не просто собирает данные для операторов и командования, но и обеспечивает целеуказания как пусковым установкам, так и «дронам-камикадзе».

На заседание консультативного совета по вопросам ИИ при научном техническом совете МО РФ определилась направленность ИИ.

Внедрение элементов ИИ в каждый высокотехнологичный образец создаваемого и модернизируемого вооружения становится важнейшей задачей для Вооруженных Сил Российской Федерации.

Так же был указаны основные направления развития ИИ такие как

- 1) Создание бортовых систем ИИ для помощи человеку и взаимодействия с ним.
- 2) Расширение функциональности и повышение автономности РТК различного назначения.
- 3) Создание информационно-аналитических систем для обработки информации различной модальности и автоматического распознавания образов.
- 4) Создание интеллектуальных технологий и средств для решения стратегических и тактических задач планирования действий.
- 5) Разработка интеллектуальных технологий и средств обеспечения безопасности и кибербезопасности.
- 6) Создание интеллектуальных технологий и средств моделирования, проектирования, производства, ремонта и обслуживания ВВСТ.
- 7) Создание отечественного технологического базиса для разработки и внедрения технологий искусственного интеллекта.

Выводы:

Таким образом, рассмотрение живучести как одного из основных факторов, определяющих эффективность РТК, является необходимым условием реализации системного подхода к обеспечению и оценке качества комплексов и

созданию сбалансированной системы вооружения, которая в будущем заменит человека в военных конфликтах и обеспечит выполнение боевых задач, не учитывая человеческого фактора.

Исследование живучести РТК ВН, как наиболее представительного образца высокотехнологичного современного оружия позволит выявить и решить давно назревшие актуальные научные проблемы и в общей теории живучести сложных технических систем, таких как ВВСТ, что несомненно имеет важное оборонное значение, и внесет значительный вклад в развитие страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анташко А.Я., Мягих Н.К., Анализ возможностей по поражению робототехнических комплексов военного назначения иностранных государств. // Тематический сборник №50. СПб.: МВАА, 2017. -С. 564-567.

2. Баканеев С.А. Робототехнические комплексы военного назначения для ракетных войск и артиллерии сухопутных войск, // Новый оборонный заказ. - СПб, 2017. - №2 (44).-с.31

3. Евдокимов В.И., Гуменюк Г.А., Андрищенко М.С. Неконтактная защита боевой техники. СПб.: «Реноме», 2009. 174 с.

4. Ершов Г.А. Атомные энергетические установки пл. ч 2 СПб.: ВМИИ, 2012 инв.№30113

5. Интервью МО РФ на международном форуме «Новое знание» «Работы ИИ, наука в армии и деятельности телеканалу «Звезда» от 21 мая 2021 г.

6. Любарчук Ф.Н. Классификация робототехнических комплексов военного назначения Вооруженных сил РФ. // С-ПБ МВАА 2018. С 4.

7. Наливайко А.Д. Разработка методики обеспечения требований к защищенности самоходных артиллерийских орудий // С-ПБ МВАА 2021 С 4-6.

8. Макаренко С.И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития. Журнал Системы управления, связи и безопасности. 2020 г.

9. <http://bastion-karpenko.ru/kungas-rtk/> ВТС «БАСТИОН» А.В.Карпенко

10. http://www.rheinmetalldefence.com/en/rheinmetall/defence/systems_and_products/unbemannte_fahrzeuge/mission_master/index.php.

11. http://zen.yandex.ru/media/military_machines/boevye_bespilotniki-typex-cto-revoliucionnogo-v-mashinah-iz-estonii-eced32f323ef52f49bb71eb.

МАРАСАНОВ Ю.Н., СТРЕЛКОВСКАЯ И.И., ТУЛИНА Т.А.

ВЫЧИСЛЕНИЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРАЛОВ II РОДА В ПРОЦЕССЕ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО ОБСУЖДЕНИЯ

Аннотация.

Предлагается пример сценария применения мультимедийных средств в преподавании математики. Рассматривается конкретная задача вычисления криволинейных интегралов II рода. Для определенной части аудитории такой подход может дать возможность привлечь гуманитарные способности мозга и несколько снизить степень усталости.

Ключевые слова: криволинейный интеграл II рода, компонент, отрезок, плоскость, уравнение

В настоящее время все более популярным становится широкое применение различных мультимедийных средств, в том числе и в преподавании математики. Для определенной части аудитории — это может дать возможность привлечь гуманитарные способности мозга и несколько снизить степень усталости, в то же время, не уходя от учебной цели изучения программного материала. Покажем, как можно использовать визуализацию процесса решения некоторых математических задач по типу коллективного обсуждения в лицах или небольших рабочих сенок на примере достаточно изнурительной и «скучной» задачи.

Рассмотрим изложение темы «Вычисление криволинейных интегралов II рода» [1,2] в виде такого коллективного обучающего обсуждения трех участников, представляющих компоненты P , Q , R

Ведущий: Для того, чтобы упростить понимание процедуры вычисления криволинейного интеграла II рода и сделать ее более наглядной, представим эту процедуру в виде поочередных действий трех участников: P , Q , R , изображающих три пространственных компоненты:

$$P(x,y,z)=x+y, \quad Q(x,y,z)=x+z, \quad R(x,y,z)=y \quad (1)$$

некоторого трехмерного вектора:

$$F = P_i + Q_j + R_k \quad (2)$$

интегрируемого по контуру L , заданному уравнением:

$$6x+3y+2z=6 \quad (3)$$

Сначала из (2):

задавая $y=0, z=0$, находим $x=1$, вершина $A(1, 0, 0)$

задавая $x=0, z=0$, находим $y=2$, вершина $B(0, 2, 0)$

задавая $x=0, y=0$, находим $z=3$, вершина $C(0, 0, 3)$

Затем используем конкретный вид уравнения (2) и,

задавая в (3) $z=0$, находим уравнение прямой $AB: y=2-2x$

задавая в (3) $x=0$, находим уравнение прямой $BC: z=3-1.5y$

задавая в (3) $y=0$, находим уравнение прямой $CA: z=3-3x$

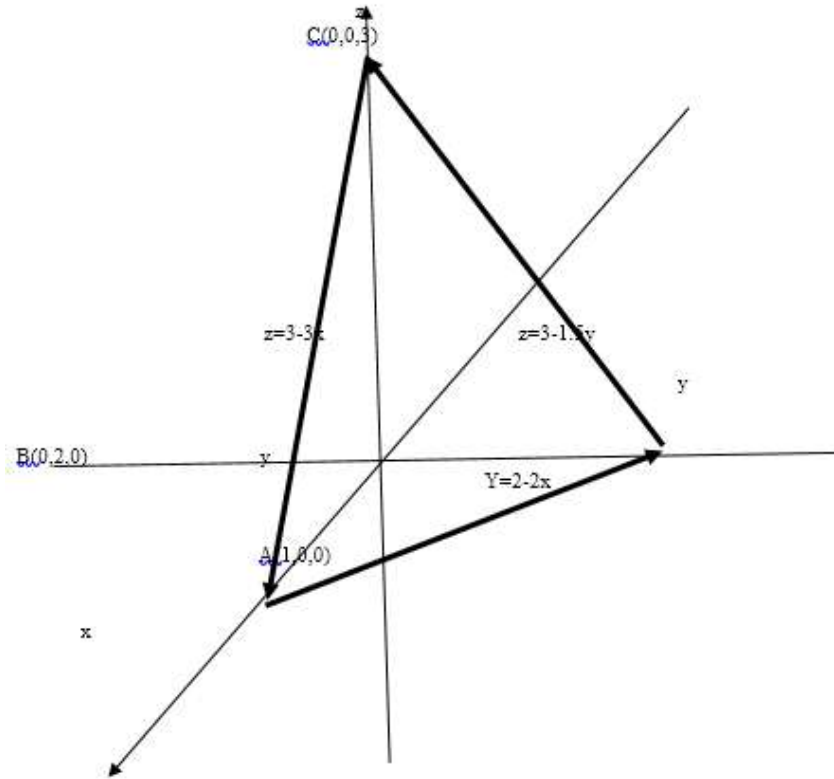


Рис. 1 – Контур интегрирования в декартовой системе координат

Ведущий: После этого начинаем поочередное включение в вычисления вкладов от трех участвующих компонент: P, Q, R

Отрезок AB:

Компонент P: В соответствии с заданием вида $P(x,y,z)=x+y$, входящую в него величину y включаем в том виде, какой она приобретает на пути интегрирования AB; после этого движение вдоль AB превращается в интегрирование по оси OX от 1 до 0:

$$\int_A^B P(x,y,z)dx = \int_1^0 [x + (2 - 2x)]dx = \int_1^0 (2 - x)dx = (2x - 0.5x^2) \Big|_1^0 \quad (4)$$

$$= 1.5$$

Компонент Q: Поскольку отрезок AB лежит в плоскости XOY, то входящая в величину $Q(x,y,z)=x+z$ координата $z=0$ и $Q=x$; требуемый интеграл по AB можно вычислить двумя способами:

либо по dx от 1 до 0, в соответствии с уравнением $y=2-2x$ подставив $dy=-2dx$,

$$\int_A^B Q(x, y, z) dy = \int_0^2 x dy = -2 \int_1^0 x dx = (-x^2) \Big|_1^0 = 1 \quad (5)$$

либо, по dy от 0 до 2, в соответствии с действующей на АВ связью $y=2-2x$ подставив $x=(1-y/2)$:

$$\int_A^B R(x, y, z) dy = \int_0^2 (1 - 0.5y)x dy = (y - 0.25y^2) \Big|_0^2 = 1 \quad (6)$$

Компонент R: Поскольку отрезок АВ лежит в плоскости ХОУ, то $dz=0$ и вклад в интегрирование R равен нулю:

$$\int_A^B R(x, y, z) dz = 0 \quad (7)$$

Отрезок ВС:

Компонент P: Поскольку отрезок ВС лежит в плоскости ZOУ, то $dx=0$ и вклад в интегрирование P равен нулю:

$$\int_B^C P(x, y, z) dx = 0 \quad (8)$$

Компонент Q: В соответствии с заданием вида $Q(x, y, z)=x+z$, входящая в него величину $x=0$, а z включаем в том виде, какой она приобретает на пути интегрирования ВС, а именно: $z=3-1.5y$; после этого движение вдоль ВС превращается в интегрирование по оси ОУ от 2 до 0:

$$\int_B^C Q(x, y, z) dy = \int_2^0 (3 - 1.5y) dy = (3y - 0.75y^2) \Big|_2^0 = -3 \quad (9)$$

Компонент R: Поскольку отрезок ВС лежит в плоскости ХОУ, то входящая в величину $R(x, y, z)=y$ координата $z=0$ и $Q=x$; требующийся интеграл по ВС можно вычислить двумя способами:

либо по dy от 2 до 0, в соответствии с уравнением $z=3-1.5y$ подставив $dz=-1.5dy$:

$$\int_B^C R(x, y, z) dz = \int_2^0 y dz = \int_2^0 y(-1.5 dy) = (-0.75y^2) \Big|_2^0 = 3 \quad (10)$$

либо, по dz от 0 до 3, в соответствии с действующей на ВС связью $z=3-1.5y$ подставив $y=2-2z/3$:

$$\int_B^C R(x, y, z) dz = \int_0^3 y dz = \int_0^3 \left(2 - \frac{2z}{3}\right) dz = (2z - z^2/3) \Big|_0^3 = 3 \quad (11)$$

Отрезок СА:

Компонент P: В соответствии с заданием вида $P=x+y$, входящую в него величину y включаем как нулевую, поскольку путь СА лежит в плоскости ХOZ где y тождественно равен нулю; после этого движение вдоль СА превращается в интегрирование по оси ОХ от 0 до 1.

$$\int_C^A P(x, y, z) dx = \int_0^1 x dx = 0.5x^2 \Big|_0^1 = 0.5 \quad (12)$$

Компонент Q: Поскольку отрезок CA лежит в плоскости XOZ, то $dy=0$ и вклад в интегрирование Q равен нулю

$$\int_C^A Q(x, y, z) dy = 0 \quad (13)$$

Компонент R: Поскольку отрезок CA лежит в плоскости XOZ, то $R(x, y)=y=0$ и вклад в интегрирование R равен нулю.

$$\int_C^A R(x, y, z) dz = \int_3^0 y dz = 0 \quad (14)$$

Ведущий: Просуммировав вклады в интеграл, полученные тремя участниками P, Q, R на трех отрезках AB, BC, CA, общего контура ABCA: получаем:

$$(-1.5+1+0)+(0-3+3)+(0.5+0+0)=0.$$

Этот же результат можно было получить сразу, проверив выполнение условий независимости интеграла от пути интегрирования в односвязной области или – что то же - равенства нулю интеграла по замкнутому контуру ABC:

$$\partial P / \partial y = \partial Q / \partial x (=0) \quad (15)$$

$$\partial R / \partial x = \partial P / \partial z (=0) \quad (16)$$

$$\partial R / \partial y = \partial Q / \partial z (=1) \quad (17)$$

Вывод.

Представляется, что приведенный пример сценария «коллективного» решения достаточно громоздкой задачи мог сделать сам процесс менее напряженным и в такой форме более доступным для широкой аудитории.

ЛИТЕРАТУРА

1. Письменный Д. Т. Конспект лекций по высшей математике: [в 2 ч.] / - Москва: «Айрис-Пресс», 2015 г.
2. Берман Г.Н. Сборник задач по курсу математического анализа / [Учебное пособие для ВУЗов] / - Москва: «Наука», 1977 г.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА СЛОЖНОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ОБСТАНОВКИ

Аннотация.

В статье будет рассмотрен метод интеллектуального анализа сложной радиоэлектронной обстановки на основе искусственных нейронных сетей. Целью применения методов ИИ является вскрытие сигнально-частотных параметров радиосигналов БВС на фоне присутствия сторонних излучений, мешающих эффективному применению традиционных методов и средств. Использование предлагаемого решения и его эффективность иллюстрируются на примере работы в составе комплекса обнаружения и сопровождения БВС «Матрица».

Ключевые слова: сложная радиоэлектронная обстановка, нейронная сеть YOLO, беспилотное воздушное средство

Введение

Особенностью работы средств радиотехнической разведки (РТР) в городской местности является наличие большого числа сторонних излучений различной интенсивности и радиочастотной сигнатуры. Для решения задач РТР на их фоне необходимо обнаруживать и анализировать интересующие сигналы. К сигналам, подлежащим анализу, относятся в том числе излучения модемов беспилотных воздушных средств (БВС). Развитие рынка БВС в последние годы объясняет их применение в том числе для различного рода правонарушений, связанных с несанкционированным доступом на режимные территории для проведения разведки или диверсий. Военные конфликты последних лет также продемонстрировали высокую эффективность БВС. Поэтому необходимо своевременно и точно обнаруживать радиоизлучения таких средств и осуществлять вскрытие их радиочастотных параметров для последующего применения средств радиоэлектронного подавления.

В то же время сложная радиоэлектронная обстановка (РЭО) препятствует эффективному применению традиционных методов обнаружения, таких как установление энергетического порога обнаружения или вычисление взаимно корреляционной функции (ВКФ) с известными эталонами. Особенно это актуально, если объектами наблюдения являются так называемые когнитивные радиосистемы, адаптирующие параметры своих сигналов и режимы их обработки к доступному в текущий момент времени спектру [1].

В последние годы развиваются эвристические алгоритмы, обладающие потенциалом решения данной задачи. Один из классов алгоритмов основан на применении сверточных нейронных сетей [3, 4]. Такие нейронные сети предназначены для интеллектуальной обработки изображений, нахождении на них объектов известных классов и определении ограничивающих рамок этих объектов. Отсюда вытекает идея преобразования записей радиосигналов в частотно-временные спектрограммы, представлении этих спектрограмм в виде

изображений, а содержащихся в них сигналов – в виде объектов, подлежащих классификации и локализации, и обработки спектрограмм в сверточной нейронной сети.

Метод обнаружения и классификации БВС

Для решения задачи распознавания сигналов в сложной радиоэлектронной обстановке предлагается использовать нейронные сети семейства YOLO [2]. Особенностями, делающими ее подходящей архитектурой для решения задачи обнаружения и распознавания объектов, являются следующие:

- Обработка «в один проход», в отличие от известных аналогов, что делает ее одной из самых быстрых архитектур такого класса;
- Поддержка библиотеками PyTorch и OpenCV, что дает возможность использовать графические ускорители при обучении и применении ИНС по назначению.

YOLO относится к архитектурам сверточных нейронных сетей, обучаемых с учителем. Это означает, что перед непосредственным использованием необходимо обучение на наборе данных с размеченными изображениями (рис. 1). В целях обучения из библиотеки цифровые отсчеты (iq-записи) сигналов БВС и фонового шума подаются в программу-генератор, где осуществляется процедура рандомизированной генерации спектрограмм, содержащих сигналы БВС на фоне шума с различными искажениями, характерными для реального канала (сдвиг по частоте, ослабление и проч.). В результате формируется набор размеченных изображений, состоящий из 2 частей: тренировочной и валидационной. Тренировочная часть используется непосредственно в обучении, валидационная предназначена для проверки адекватности обученной модели и борьбы с эффектом переобучения.

На следующем шаге набор данных передается в программный скрипт обучения модели YOLO, в результате выполнения которого формируются обученные веса нейронной сети. На этом этап подготовки закончен.

На этапе «боевого режима» обученные веса используются сервером нейросетевой обработки для детектирования сигналов на спектрограммах, поступающих с постов радиомониторинга.

Применение метода в комплексе «Матрица»

Предлагаемый подход нейросетевого обнаружения и классификации радиосигналов используется в комплексе обнаружения и сопровождения БВС «Матрица», предназначенного для обнаружения, определения текущих координат, курса, скорости движения, а также классификации малоразмерных БВС по излучению их радиомодемов. В состав данного комплекса входят не менее трех пространственно разнесенных постов радиомониторинга, на каждом из которых функционирует нейронная сеть. Обнаруженные с ее помощью сигналы выделяются по частоте и времени и используются для вычислений ВКФ в рамках разностно-дальномерного метода. Это позволяет классифицировать БВС и определять его координаты с точностью до 50 метров (рис. 2).

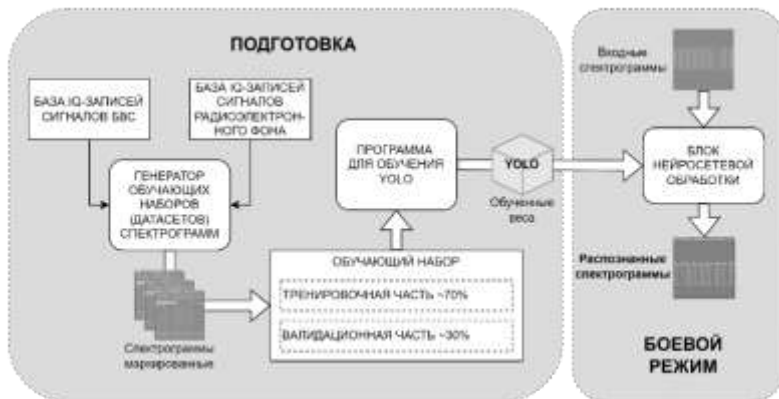


Рис. 1 – Схема, поясняющая процесс использования нейронных сетей семейства YOLO.



Рис. 2 – Пример работы YOLO в составе комплекса «Матрица»

Значения показателей точности нейронной сети на примере сигналов БВС в диапазоне 2300-2600 МГц приведены в таблице 1. Используются следующие метрики:

P (Precision): $P = \frac{TP}{TP+FP}$ – доля правильно обнаруженных объектов среди всех обнаружений;

R (Recall): $R = \frac{TP}{TP+FN}$ – доля правильно обнаруженных объектов среди всех объектов;

где FP – False positives, TP – true positives, FN – false negatives, FP – false positives.

mAP5 (Mean average precision): $mAP5 = \frac{1}{classes} \sum_{c \in classes} \frac{TP(c)}{TP(c)+FP(c)}$, $IoU = 0.5$;

где $IoU(A, B) = \frac{A \cap B}{A \cup B}$ – пересечение над объединением предсказанной (A) и реальной (B) рамок.

mAP5-95 определяется как среднее значение mAP для $IoU = 0.5 \dots 0.05 \dots 0.95$.

Таблица 1

Показатели точности обнаружения и классификации сигналов БВС с применением Yolo5l

Class_id	P	R	mAP5	mAP5-95
DJI_FPV	0.998	0.962	0.978	0.946
DJI_Autel	0.997	0.962	0.987	0.891
DJI_Ocusync	0.997	0.955	0.977	0.930
DJI_LBridge	0.999	0.966	0.975	0.944
all	0.998	0.961	0.979	0.928

Заключение

В данной статье предложен метод обнаружения и классификации сигналов на фоне сложной РЭО, заключающийся в построении спектрограмм и использовании для их обработки нейронных сетей семейства YOLO. Продемонстрированы особенности обучения и непосредственного применения нейросетевых моделей в составе комплекса обнаружения и сопровождения БВС «Матрица». Оценена точность обнаружения на примере сигналов из диапазона 2300-2600 МГц.

ЛИТЕРАТУРА

1. Косичкина Т. П., Сперанский В. С., Спирин А. П., Фролов А. А. Когнитивные сверхширокополосные радиосистемы как метод повышение эффективности использования радиочастотного спектра // Т-Comm. 2015. №12
2. Jiang P. et al. A Review of Yolo algorithm developments //Procedia Computer Science. – 2022. – Т. 199. – С. 1066-1073.
3. Ren S. et al. Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks //Advances in neural information processing systems. – 2015. – Vol. 28.
4. Tan, L., Huangfu, T., Wu, L. et al. Comparison of RetinaNet, SSD, and YOLO v3 for real-time pill identification. BMC Med Inform Decis Mak 21, 324 (2021).

УТИЛИЗАЦИОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРАБЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

В качестве основного неатомного источника энергии на борту корабля наиболее широко применяются двигатели внутреннего сгорания, эффективность функционирования которых, во многом определяет тактико-технические характеристики изделия. Исходя из сказанного, повышения эффективности установки является актуальной задачей.

Одним из вариантов решения проблемы может стать применение утилизационной турбины, работающей по замкнутому циклу (цикл Брайтона) за счет энергии отработавших газов (например, дизельного двигателя), возможности применения которой, достаточно широко описаны в различных отечественных и зарубежных источниках. На рис. 1 представлена принципиальная схема агрегата.

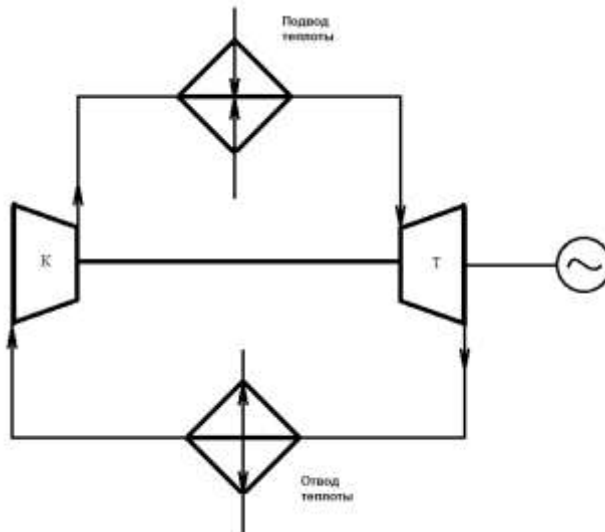


Рис. 1 – Принципиальная схема газотурбинного двигателя замкнутого цикла

В отличие от обычного газотурбинного двигателя (ГТД), в котором нагрев рабочего тела (воздуха) осуществляется в камере сгорания за счет энергии сгоревшего топлива, в ГТД замкнуто цикла нагрев осуществляется в теплообменнике, а рабочее тело циркулирует по замкнутому контуру, последовательно проходя процессы адиабатного сжатия в компрессоре,

изобарного подвода теплоты в нагревателе, адиабатного расширения в турбине и изобарного отвода теплоты в охладителе.

Известно, что эффективная работа турбины определяется из соотношения:

$$l_{Тэф} = c_p \cdot T_3 \cdot \left(1 - \frac{1}{\pi_T^{m_T}}\right) \cdot \eta_{во} \cdot \eta_M, \text{ кДж/кг} \quad (1)$$

здесь: $\eta_{во}, \eta_M$ – внутренний и механический коэффициенты полезного действия;

$\pi_T^{m_T} = (\pi_T)^{\frac{k_T-1}{k_T}}$ – коэффициент снижения температуры за турбиной, π_T – степень понижения давления в турбине; k_T – значение показателя адиабаты при температуре T_3 ; T_3 – температура рабочего тела перед турбиной, К.

При этом, эффективная работа компрессора будет равна:

$$l_{кэф} = c_p T_1 (\pi_k^m - 1) \frac{1}{\eta_k}, \text{ кДж/кг} \quad (2)$$

где: c_p – средняя теплоемкость газа при сжатии в компрессоре, кДж/кг К.;

T_1 – температура рабочего тела на входе в компрессор, К;

$\pi_k^m = \pi_k^{\frac{k-1}{k}} = (\pi_k)^{\frac{k-1}{k}}$ – коэффициент, учитывающий повышение температуры в компрессоре, (π_k – степень повышения давления; k – показатель адиабаты газа); $\eta_k = \eta_{ад} \cdot \eta_M$ – коэффициент полезного действия компрессора, $\eta_{ад}$ и η_M адиабатный и механический коэффициенты полезного действия.

Очевидно, что производительность такой установки зависит от перепада температур и степени повышения давления в компрессоре. Чем выше температурный потенциал на выходе из нагревателя, тем выше мощность турбины и, чем меньше температура перед компрессором, тем меньше энергии будет затрачено на сжатие рабочего тела.

Основной проблемой применения подобного устройства для утилизации тепловой энергии двигателя внутреннего сгорания, является относительно низкий температурный потенциал отработавших газов (450...500 °С). Если в качестве рабочего тела использовать воздух и нагреть его отработавшими газами двигателя даже до температуры 420 °С, то используя тепловую энергию отработавших газов дизеля мощностью 1 МВт, можно получить эффективную мощность газотурбинного двигателя закрытого цикла только 1,6 кВт, при оптимальной степени повышения давления.

Если использовать в качестве рабочего тела диоксид углерода, то при тех же температурных потенциалах (охлаждение до 30 °С), мощность ГТД замкнутого цикла может составить уже около 50 кВт, что в свою очередь обеспечит снижение потребления топлива до 4 %.

Поскольку контур замкнут, то можно рассматривать и другие, более эффективные вещества в качестве рабочего тела. АО «СПМБМ «Малахит» остановилось на варианте применения в качестве рабочего тела диоксида углерода, как наиболее доступного теплоносителя в рамках проводимых работ. По нашему мнению, главные энергетические установки кораблей, оборудованные системой утилизации на основе ГТД замкнутого цикла, могут найти применение при проектировании перспективных изделий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Болдырев О.Н. Судовые энергетические установки. Ч1. Дизельные и газотурбинные установки, Северодвинск: Севмашвтуз, 2003 – 183 с.
2. Глазков А.А., Газотурбинные установки замкнутого цикла, работающие на газообразных агентах // Молодой ученый. 2011. № 25(367), стр. 83-86.
3. Потребности электроэнергетики России в газовых турбинах: текущее состояние и перспективы // Теплоэнергетика. 2017. № 11, стр. 53-63.

ОБРАЗОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ВОЕННОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ

Аннотация.

В статье рассмотрены основные этапы образования и развития военного сотрудничества государств – участников СНГ, а также геополитическое значение России и ее роль в военном сотрудничестве государств СНГ, в формировании системы коллективной безопасности, как системообразующего элемента, без которого невозможно обеспечить международную стабильность.

Ключевые слова: СНГ, ОДКБ, военное сотрудничество, государство, коллективная безопасность, гуманитарная деятельность.

Начало XXI века отмечено глубокими переменами во всей системе международных отношений, как на глобальном, так и на региональном уровне. К таким переменам в первую очередь относятся такие, как: неурегулированные споры и вооруженные конфликты на территориальной, межнациональной и религиозной основе, агрессивный национализм, распространение ядерного, биологического и химического оружия, международный терроризм.

Содружество Независимых Государств, являясь неотъемлемой частью современного мира, также подвержено вызовам и опасностям, имеющим международный (прежде всего региональный) характер. Конкретный пример – события на южных границах СНГ, не до конца урегулированные внутренние конфликты в ряде стран Содружества. Можно констатировать, что центробежные тенденции в Содружестве в значительной степени сменились более взвешенным и объективным анализом окружающего мира, осознанием своих национальных и коллективных интересов и, как следствие, необходимости укрепления и развития всестороннего сотрудничества.

Сложные социально-политические процессы, экономические трудности, ограниченные возможности большинства стран СНГ в области собственной обороны требуют более решительного объединения военных усилий, формирования собственной системы безопасности. Только эффективное военно-политическое сотрудничество позволит государствам СНГ успешно решать задачи обеспечения международного мира, национальной и коллективной безопасности.

Проблемы сохранения международного мира, обеспечения стратегической стабильности, территориальной целостности и суверенитета, национальной и коллективной безопасности встали перед странами СНГ практически одновременно с образованием Содружества. В основу военно-политического сотрудничества и обеспечения коллективной безопасности легли совпадение или близость их жизненно важных интересов, общий характер военных опасностей и угроз, объективно существующее единое геостратегическое пространство, общее историческое прошлое, сохранившиеся экономические, культурные, этнические и многие другие традиционные связи. Идея о

необходимости и возможных формах коллективного обеспечения безопасности государств Содружества, прежде чем приобрести свой нынешний облик, прошла довольно сложный путь трансформации. Достаточно условно его можно разделить на три основных этапа.

Первый – с декабря 1991 по май 1992 года, когда основные усилия были направлены на то, чтобы сохранить общее оборонное пространство, на территории бывшего СССР и Объединенные вооруженные силы на основе Советских Вооруженных Сил.

Второй этап длился с мая 1992 до конца 1993 года. В течение этого времени продолжались активные поиски новых, более эффективных и адекватных сложившейся ситуации направлений и форм военно-политического и военного сотрудничества, разработка регламентирующих межгосударственных документов.

Третий этап охватывает период с начала 1994 года по настоящее время. Для него характерны нарастание устойчивых тенденций к практической реализации шагов по созданию системы безопасности государств-участников СНГ на основе Договора о коллективной безопасности (ДКБ) и двусторонних договоров (соглашений), объективный анализ сложившейся геополитической обстановки и изменений, происшедших в межгосударственных отношениях, более реальная оценка собственных возможностей по обеспечению и защите своих жизненно важных интересов. Центробежные тенденции на территории бывшего СССР постепенно сменились осознанием необходимости интеграции и всестороннего сотрудничества, в том числе в военной сфере.

Важнейшим направлением сотрудничества является дальнейшее развитие коллективной миротворческой деятельности по урегулированию вооруженных конфликтов на территории ряда стран Содружества. Мирное урегулирование конфликтов рассматривается как одно из условий обеспечения региональной безопасности и стабильности. Миротворческая деятельность охватывает комплекс мер, призванных оказывать содействие в предотвращении и урегулировании конфликтных ситуаций в целях поиска приемлемых договоренностей. Характер этой работы, набор средств ее осуществления зависят от масштабов и стадий развития конфликтов и могут представлять собой меры по их предотвращению, урегулированию уже возникших или постконфликтному построению мира. Международно-правовую основу деятельности по поддержанию мира на территории СНГ заложили Устав Содружества Независимых Государств и Договор о коллективной безопасности.

В настоящее время российские военнослужащие входят в миротворческий контингент Организации Договора о коллективной безопасности (ОДКБ). Он сформирован в октябре 2007 года и предназначен, прежде всего, для участия в операциях по поддержанию мира на территориях государств-членов ОДКБ (по решению Совета коллективной безопасности ОДКБ), а также за пределами этих государств (на основании мандата, выдаваемого Советом Безопасности ООН).

Ежегодно 25 ноября в Вооруженных Силах РФ отмечается День российского военного миротворца. Он установлен указом Президента России от 1 августа 2016 года.

В соответствии с Положением о Совете министров обороны государств – участников Содружества Независимых Государств для развития и углубления военного сотрудничества по наиболее перспективным направлениям при СМО СНГ создаются рабочие органы (координационные комитеты, советы), действующие на временной основе. В настоящее время при Совете министров обороны работают 15 комитетов.

10 февраля 1995 года главы государств СНГ подписали Соглашение «О создании объединенной системы противовоздушной обороны государств – участников СНГ». А 19 апреля 1995 года Решением СМО СНГ образован Координационный Комитет по вопросам противовоздушной обороны при СМО СНГ (КК ПВО СНГ).

Решением Совета глав правительств СНГ от 10 февраля 1995 года образован Межгосударственный координационный центр (МКЦ) по увековечению памяти защитников Отечества при Штабе КВС СНГ, предназначенный для координации и информационного обеспечения мероприятий в государствах Содружества, связанных с увековечением памяти о погибших при защите Отечества. В 2005 году Решением Совета глав правительств СНГ МКЦ был упразднен как выполнивший свои задачи. На протяжении десяти лет МКЦ возглавлял генерал-полковник Алексей Николаевич Митюхин.

19 апреля 1995 года был создан Военно-технический комитет при СМО СНГ (ВТК). Во многом благодаря работе Военно-технического комитета – одного из основных рабочих органов СМО СНГ – удалось сохранить сопряженность вооружений, организовать ремонт и модернизацию ВВТ на взаимовыгодных условиях, решить многие важные вопросы многостороннего военно-технического сотрудничества.

27 марта 1996 года был образован Комитет начальников штабов вооруженных сил государств – участников Содружества Независимых Государств (КНШ СНГ). В него входят начальники генеральных (главных, Комитета начальников, Объединенного) штабов вооруженных сил государств Содружества.

Совет министров обороны поддержал предложения ряда военных ведомств стран Содружества о необходимости координации деятельности топографических служб вооруженных сил государств – участников СНГ, и 3 октября 1997 года был создан Координационный Комитет топографических служб ВС ГУ СНГ (КК ТС).

30 января 1998 года создан Комитет руководителей органов по работе с личным составом (воспитательной работы) министерств обороны государств – участников СНГ при Совете министров обороны СНГ (КРОРЛС).

Заинтересованность министерств обороны государств Содружества в дальнейшем совершенствовании сотрудничества в области физической подготовки и спорта привела к образованию Советом министров обороны 25 марта 1999 года Спортивного комитета при СМО СНГ (СК). А 20 мая того же года по предложению КНШ СНГ Совет министров обороны создал на временной основе Координационный Комитет гидрометеорологических служб вооруженных сил государств – участников СНГ (КК ГМС).

21 декабря 2000 года был создан Военно-научный совет (ВНС). Его предназначение – рассматривать и разрабатывать предложения по вопросам развития многостороннего военного сотрудничества государств – участников СНГ в военно-политической, военной и военно-технической областях.

В тот же день Совет министров обороны СНГ принял решение о создании на временной основе Координационного Комитета метрологических служб ВС ГУ СНГ (КК МС).

20 ноября 2002 года был создан Координационный Комитет начальников связи вооруженных сил ГУ СНГ (КК НС).

В рамках координации усилий по увековечению памяти о павших в годы Великой Отечественной и последующих войн руководители оборонных ведомств Содружества по инициативе Министерства обороны Республики Беларусь 15 октября 2008 года на 55-м заседании СМО СНГ в Санкт-Петербурге приняли решение о создании Военно-мемориального комитета при СМО СНГ (ВМК).

14 ноября 2008 года образован Координационный Комитет начальников войск радиационной, химической и биологической защиты (химической защиты) государств – участников СНГ (КК НВ РХБЗ).

Решением Совета министров обороны СНГ от 3 июня 2009 года создан Координационный Комитет по вопросам инженерного обеспечения (КК ВИО).

21 мая 2016 года образован Координационный комитет по вопросам военного образования.

Рабочие органы Совета министров обороны государств – участников СНГ (постоянно действующий – Секретариат СМО СНГ и 15 органов, действующих на временной основе) успешно решают профильные задачи многостороннего военного сотрудничества.

К сожалению, три прибалтийские республики (Латвия, Литва, Эстония) отделились от СССР в августе 1991 г. и никогда не участвовали в работе СНГ. Грузия также заявила о выходе из Советского Союза в 1991 г. до его формального упразднения, в августе 2005 г. Туркменистан перестал участвовать в работе СНГ в качестве полноправного члена и остался в нем как ассоциированное государство-участник.

Таким образом, в настоящее время полноправными членами Содружества остаются 10 государств (Россия, Украина, Белоруссия, Казахстан, Узбекистан, Азербайджан, Армения, Киргизия, Таджикистан и Молдавия), а Туркменистан участвует в его работе в качестве ассоциированного члена.

Высшим органом СНГ является Совет глав государств, собирающийся, как правило, раз в год. Основным органом, на котором обсуждаются вопросы безопасности и военного сотрудничества в рамках Содружества, является Совет министров обороны (СМО). Он был создан в феврале 1992 г. в качестве механизма Совета глав государств СНГ по обсуждению вопросов военной политики и сотрудничества. Заседания СМО проводились по мере необходимости, но, как правило, не реже одного раза в четыре месяца. Председателем СМО является представитель России. Деятельность Совета обеспечивается двумя органами: секретариатом и штабом по координации военного сотрудничества государств-участников СНГ, находящимся в Москве.

Крупнейший совместный проект государств СНГ в военной области - сотрудничество в создании Объединенной системы ПВО. В нем участвуют 9 стран. Молдавия и Азербайджан формально никогда не присоединялись к деятельности этой системы, Грузия и Туркменистан фактически заморозили свое участие в конце 1990-х годов, а в 2008 г. Тбилиси официально объявил о выходе из нее.

За непродолжительный по историческим меркам период Содружество содействовало решению сложнейших проблем, возникших после распада СССР, способствовало становлению и развитию государственности в каждом из государств – участников, сформировало новые правовые и организационные основы для равноправного сотрудничества, сохранив при этом специфику традиционных экономических и культурно-исторических связей.

Постоянное совершенствование механизмов сотрудничества, повышение их эффективности позволили в течение 30 лет выработать основополагающие принципы, методы и практические инструменты в создании политико-экономического и культурно-гуманитарного пространства для стран с различной структурой экономики и формой правления. СНГ смогло создать эффективный инструмент выстраивания взаимоотношений новых независимых государств с учетом исторической общности народов на основе взаимного признания и подлинного равноправия каждого государства-участника.

Выводы.

1. Особое значение в рамках развития военного сотрудничества государств – участников СНГ придается выработке единых позиций по актуальным мировым проблемам.

2. Другими приоритетами деятельности государств – участников СНГ обозначены: военное сотрудничество государств, сотрудничество в гуманитарной сфере, в сфере безопасности, борьба с преступностью, противодействие новым внешним вызовам и угрозам.

3. В Концепции также отмечена необходимость углубления политического взаимодействия, выработки согласованной миграционной политики, взаимодействия в области охраны окружающей среды и рационального природопользования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреев П.Н. Военно-политическое сотрудничество государств СНГ этапы и основные направления развития - М.: Военная мысль, № 4, 2000 г.

2. Барынькин В.М. Миротворческая деятельность Вооруженных сил РФ. - М.: Военная мысль, №3, 1998 г.

3. Лутовинов В.И., Романченко Ю.Г. Российское участие в международных миротворческих операциях, анализ и проблемы.–М: Власть, № 1, 2003 г.

4. Ресурс Интернет: <http://mil.ru>.

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ЛЕКСИКА ВОЕНИЗИРОВАННЫХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР КАК СПОСОБ АКТИВНОГО ВОВЛЕЧЕНИЯ КАДЕТ В ПРОЕКТНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Аннотация.

В статье представлен опыт авторов по использованию слов и выражений, которые активно употребляют подростки в живой разговорной речи, для повышения интереса и мотивации воспитанников на занятиях.

Ключевые слова: электронное обучение, персонализированное обучение, обучающие игры

Эксперты считают, что самым эффективным является персонализированное образование. Организация, содержание и формат занятий в этом случае подстраивается под учащегося, с учётом его возможностей и запросов. В итоге это позволяет извлечь из учёбы больше пользы. Адаптивное обучение – это индивидуальная настройка образования, при котором обучение гибко и оперативно приспосабливается к учащемуся — его подготовке, интересам, темпу и особенностям усвоения информации. При этом воспитанник учится работать самостоятельно, развивает умения и навыки исследовательской работы.

Многие слышали или читали о невероятном потенциале видеоигр в сфере обучения. Если кино или книги, даже художественные, имеются во всех без исключения образовательных программах, и без них сложно представить систему образования в целом, то почему бы и видеоиграм не найти там свое место? Игры не просто опираются на красивый видеоряд и работают с текстами, они позволяют игрокам примерять различные маски и пробовать себя в разных ипостасях. Так почему бы не использовать их потенциал в том числе в сфере образования?

Все больше и больше кадет увлекается военизированными компьютерными играми, участвует в различных кибертурнирах. И нетрудно заметить, что в их речи появляется все больше и больше игрового сленга. И вместо того, чтобы бороться с подобного рода сленгом, мы решили попробовать использовать его потенциал на занятиях. В прошлом году вместе с инициативной группой кадет (10 класс) мы начали работу над проектом, посвященным лингводидактическому потенциалу военизированных компьютерных игр. Кадеты работали с киберсленгом (словами, которые употребляют в своем общении геймеры). Работу с этим пластом лексики выбрали сами воспитанники. Им было интересно узнать об особенностях функционирования киберсленга и хотелось доказать, что геймерские слова и выражения можно использовать на уроках.

Чтобы разобраться в том, что значат те или иные слова и какова их роль в киберспортивном мире, мы решили опросить участников сборной СПКУ по киберспорту и выяснить самые частотные по употребляемости лексические единицы. В результате опроса нами был собран большой объем слов и

выражений. Из всего объема собранного материала мы выбрали двадцать самых частотных языковых единиц. Чтобы разобраться с особенностями употребления и функционирования данных слов в потоке речи, мы создали словарь компьютерного сленга. Например, *Чек (че'кать), гл. – проверять, изучать. Чекаем углы. // из игры Counter-Strike. Примечание: однокоренное слово – чеклист. Это список действий, условий, предметов (в основном продуктов), которые нужно приобрести или перепроверить.*

После составления словаря разместили полученную информацию на сайте (рисунок 1), который сами воспитанники создали с нуля. То есть они не только работали с языковым материалом, но и учились программировать, работать с шаблонами и создавать базы данных.



<https://click.ru/TqPeH>

Рис. 1 – Ссылка на сайт проекта

Далее мы решили проверить гипотезу о том, что использование слов и выражений, которые активно употребляют подростки в живой разговорной речи, позволяют повысить интерес и мотивацию воспитанников на занятиях. Для этого мы обратились к экзаменационным заданиям в формате ЕГЭ. К каждому слову в словаре нами были составлены задания в формате ЕГЭ. Взяв за основу формат заданий из базы ФИПИ, мы наполнили их собственным языковым материалом. Все примеры были составлены на основе нашего словаря или взяты из живой речи геймеров:

Задание 2. Определите предложение, в котором **не** с выделенным словом пишется **слитно**.

Есть люди, которых нельзя понять, (НЕ)ПРИБЛИЗИВШИСЬ к ним.

Вдруг в микрофоне раздался (НЕ)ЗНАКОМЫЙ и страшный голос нового игрока.

(НЕ)УДАЧА, а трудности ждали агронуба при прохождении нового уровня.

Раздалась команда госера, но никто (НЕ)ЧЕКНУЛ вовремя.

Варианты ответа: (НЕ)ПРИБЛИЗИВШИСЬ (НЕ)ЗНАКОМЫЙ
(НЕ)УДАЧА (НЕ)ЧЕКНУЛ

После составления заданий мы разместили всю полученную информацию на сайте (рисунок 2). Авторы проекта при этом смогли настроить систему работы с тестовым материалом. После тестового запуска платформы мы провели

онлайн-анкетирование воспитанников 10-11-х классов (по 20 кадет с каждого курса). Нам хотелось узнать, может ли использование киберсленга в тестовых заданиях формата ЕГЭ сделать само задание интереснее. Повлияет ли «осовременивание» языка на успеваемость? Перед началом анкетирования участникам предлагалось решить два тестовых задания – одно с использованием киберспортивных терминов, другое – традиционный тест в формате ЕГЭ.

Чел (не лямб) ал = проверить, шучить. Чекагуагы // из игры Counter-Strike

Примечание: однокоренное слово – выделено. Это слово: действующий, условный, предметное (в основном производное), которые нужно приобрести или проверить.

Задания для самопроверки.

Выберите варианты ответа.

Задание 1. Выберите варианты ответов, в которых в аббревиатуре одного слова присутствует одна и та же буква.

1 аббревиатура: бейсбол

2 во дворе и две две биль

3 дельта, слово из

4 паркет на, три выки

5 бейсбол и бейсбол

Задание 2. Определите предложение, в котором не с выделенным словом является сленг.

1 Выходя из школы, он начал говорить с друзьями

2 Выходя из школы, он начал говорить с друзьями

3 Ученики, и другие начали говорить при прощании с ними

4 Решившись пойти на матч, он начал говорить с друзьями

Задание 3. Расставьте знаки препинания: поставьте цифру 1 на месте запятой и в предположенном предложении поставьте цифру 2 на месте запятой.

Таймер (1) поджимаям необходимость (2) можно быстрее пройти уровень (3) начал различные страны (4) была клиентом (5) разделение поведет себя (6) и разрыв отдал (8) платные деньги не всем

1

2

3

4

5

6

7

8

Задание 4. Расставьте знаки препинания: поставьте цифру 1 на месте запятой и в предположенном предложении поставьте цифру 2 на месте запятой.

Другая решила чистить палец и пошла через темный зал (1) во-за дворе (2) которого (3) находился молодой человек (4) встала.

1

2

3

4

Отправить ответы

Обратиться к словарю

Рис. 2 – Пример оформления словарной статьи и тестовых заданий в формате ЕГЭ.

На основе полученных и обработанных данных мы сделали вывод, что большинство участников с интересом выполняют задания, связанные с использованием киберспортивного сленга. Количество верных ответов повышается на 25% по сравнению с аналогичными стандартизированными заданиями подобного рода. Полученные ответы наглядно демонстрируют интерес воспитанников к киберспорту, интерес к происходящим в языке процессам. Результаты исследования свидетельствуют о том, что распространение киберсленга нельзя остановить. На наш взгляд, запретить

употребление этих слов невозможно, а регулировать этот процесс необходимо. Можно дозированно использовать те или иные сленговые выражения, при этом давая возможность подбирать к этим словам синонимы или антонимы.

Проделанная работа, нам кажется, прекрасно показывает, как можно вовлечь кадры в исследовательскую и проектную деятельность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградова Н.В. Компьютерный сленг и литературный язык: проблемы конкуренции // Исследования по славянским языкам. Корейская ассоциация славистов. М., 2011. С. 58.
2. Горшков П.А. Сленг хакеров и геймеров в Интернете: автореферат дис.... кандидата филологических наук: 10.02.19 / Моск. гос. обл. ун-т. — Москва, 2006. — 19 с.
3. Олехнович В.А. ЛФ ДД, кепка и папка. Как геймерский сленг меняет язык // <https://tech.onliner.by/2020/08/05/kak-gejmerskij-sleng-menyaet-yazyk>
4. Усманова, П. С. Языковые особенности образования лексики игроков компьютерных игр в киберпространстве / П. С. Усманова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 22 (312). — С. 634-636. — URL: <https://moluch.ru/archive/312/71015/>

ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧАЮЩЕГО ЗАНЯТИЯ В ВИДЕ ОБСУЖДЕНИЯ

Аннотация.

Входящая в раздел «методы оптимизации» тема «Введение в теорию матричных игр» рассматривается в виде коллективного обучающего обсуждения трех участников: ведущего, игрока А и игрока В (метод Робинсон). Эта практическая процедура может использоваться в качестве сценария мультимедийного занятия.

Ключевые слова: матричная игра, цена игры, шаг, ход, выбор, стратегия, выигрыш, проигрыш.

К педагогическим приемам, способным облегчить обучение математике, можно отнести становящуюся все более популярной визуализацию процесса решения некоторых математических задач по типу коллективных обсуждений в лицах или небольших рабочих сценок.

Рассмотрим изложение темы «Введение в теорию матричных игр» [1,2] в виде такого коллективного обучающего обсуждения трех участников: ведущего, игрока А и игрока В (метод Робинсон).

Ведущий: Математическая модель простейшей матричной игры с нулевой суммой представляет собой ситуацию, когда два многократно встречающихся субъекта (игроки А и В) могут независимо и, быть может, неожиданно друг для друга делать некоторые ходы. Игроки ходят один за другим, образуя цепочку пар ходов. В зависимости от сочетания этих пар один из игроков получает определенный выигрыш, а другой теряет ту же сумму очков.

Рассмотрим случай, когда каждый из игроков имеет только по три возможных хода, которые мы назовём стратегиями. Пусть, например, первым игрок **А** выберет один из трёх ходов. В ответ на его ход игрок **В** подбирает такой свой ход, который в сложившейся ситуации ему наиболее выгоден, после чего он передает выбор игроку **А** и т.д.

Ход игрока **А** и ответный ход игрока **В** называется шагом игры с номером k .

Все сочетания пар ходов игроков **А** (номер строки i) и **В** (номер столбца j) заданы матрицей 3×3 (Табл. 1) выигрышей игрока **А** (или – что тоже – проигрышей игрока **В**).

Таблица 1

$A_i \setminus B_j$	B_1	B_2	B_3
A_1	7	2	9
A_2	2	9	0
A_3	9	0	11

В примере табл.1 игрок **А** ни при каком сочетании ходов не проигрывает, но это не является существенным в таких играх – для игроков в платежной таблице

1 могут быть заложены любые выигрыши; требуется найти порядок действий игроков, ведущий к получению данного значения в виде выигрыша или проигрыша. Задача игрока **В** на каждом шаге проигрывать наименьшее число очков.

С целью выработать оптимальное поведение каждого из играющих начнем на практике такую матричную игру, записывая в растущую с каждым ходом табл.2 все параметры текущего положения дел, а именно номера шагов k , номера i, j выбираемых ходов (стратегий), сами «меню возникающих «раскладов» накапливаемых сумм, верхние, нижние и средние оценки выигрышей игрока **А** (т.е. проигрышей игрока **В**) за один шаг игры:

Ведущий: начинаем первый шаг (тур) игры

Игрок А:

Не имея начальной информации на старте, «вслепую» выберу, например, ход №3.

Таблица 2а

k -номер шага	i -стратегия А	B_1	B_2	B_3
1	3	9	0	11

Игрок В:

Поскольку результат каждого шага игры начисляется после выбора ходов обоими игроками, а игрок **А** дал мне возможность выбирать между вариантами его выигрышей в 9, 0, 11 ед., (3-я строка табл.1) которые для меня являются проигрышами соответственно 9, 0, 11 ед., то я предпочту свой наименьший проигрыш, а именно сделаю ход №2. Тогда я проиграю меньше всего, а именно 0 ед. Результат (**0**) этого коллективного шага игры ($i=3, j=2$) выделим жирным шрифтом.

Таблица 2б

k -номер шага	i -стратегия А	B_1	B_2	B_3	j - стратегия В	A_1	A_2	A_3	v_1 -нижняя оценка v	v^b -верхняя оценка v	v^* -средняя оценка v
1	3	9	0	11	2	2	9	0	0	9	$4,5 = (0+9)/2$

Ведущий: сделаем средние оценки наибольшего и наименьшего выигрыша игрока **A**, накопленных за первый шаг игры: (0 ед.) и (9 ед.), что дает в среднем 4.5 ед.

Начинаем второй шаг игры ($k=2$)

Игрок А:

Поскольку игрок **B**, своим ходом №2 ($j=2$) дал мне возможность выбирать между моими выигрышами в 2, 9, 0 (2-ой столбец табл.1), то я, разумеется, предпочту сделать ход №2 ($i=2$) с наибольшим выигрышем в 9 ед., что отмечу жирным шрифтом

Таблица 2в

k -номер шага	i -стратегия А	B_1	B_2	B_3	j -стратегия В	A_1	A_2	A_3	v -нижняя оценка v	v^h -верхняя оценка v	v^* -средняя оценка v
1	3	9	0	11	2	2	9	0	0	9	4.5 = (0+9)/2
2	2	11	9	11							

Игрок В:

Теперь я вижу, как сиюминутное «предложение» от выбора хода №2 ($i=2$) игрока **A**: 2, 9, 0, так и «расклад» перед моим предыдущим выбором 9, 0, 11. Для накопления статистики и приближения к нахождению устойчивых тенденций в поведении моего конкурента я просуммирую эти два «меню» (предложения), и, оказавшись теперь перед выбором в суммарном «меню»: 11, 9, 11, сделаю ход №2 ($j=2$), т.к. тогда проиграю меньше всего, а именно 9 ед. (выделю жирным шрифтом), причем это будет мой суммарный проигрыш за 2 шага игры

Таблица 2г

k -номер шага	i -стратегия А	B_1	B_2	B_3	j -стратегия В	A_1	A_2	A_3	v -нижняя оценка v	v^h -верхняя оценка v	v^* -средняя оценка v
1	3	9	0	11	2	2	9	0	0	9	4.5 = (0+9)/2
2	2	11	9	11	2	4	18	0	4.5	9	6.75

Ведущий: Снова подсчитаем значения среднего шагового наименьшего и наибольшего выигрыша игрока **A** (в расчете на один шаг игры), накопленного за первые два шага игры: наименьшее (4.5 ед.) наибольшее значение (9 ед.), что дает в среднем 6.75 ед.

Начинаем третий шаг игры

Игрок A:

Поскольку игрок **B** своим ходом №2 ($j=2$) дал мне возможность выбирать между «меню» предложений моих выигрышей в 2, 9, 0, и - с учетом «расклада» перед моим ходом на предыдущем шаге ($k=1$) - 2, 9, 0, то для получения наибольшего выигрыша, накопленного за 2 шага игры, я по суммарному предложению: 4,18,0 ед., разумеется, предпочту ход №2 ($i=2$), дающий суммарный выигрыш 18 ед. (выделю жирным шрифтом)

Таблица 2д

k -номер шага	i -стратегия A	B_1	B_2	B_3	j - стратегия B	A_1	A_2	A_3	v -нижняя оценка v	v^b -верхняя оценка v	v^* -средняя оценка v
1	3	9	0	11	2	2	9	0	0	9	4.5= (0+9)/2
2	2	11	9	11	2	4	18	0	4.5	9	6.75
3	2	13	18	11							

Игрок B:

Теперь я вижу как сиюминутное «предложение» от выбора игроком **A** хода №2 ($i=2$): 2, 9, 0, так и суммарный «расклад» перед моим предыдущим выбором на 2-ом шаге игры ($k=2$) 11, 9, 11. Для дальнейшего накопления статистики просуммирую эти два предложения, и, оказавшись теперь перед выбором: 13, 18, 11, сделаю ход №3 ($j=3$), позволяющий мне проиграть (а игроку **A** - как обычно - выиграть) меньше всего: 11ед. (выделяю жирным шрифтом). Тогда игроку **A** теперь придется выбирать из 13,18,11 с предпочтением хода №2 ($i=2$) и выделением жирным 18 ед.

Таблица 2е

к-номер шага	i-стратегия А	B ₁	B ₂	B ₃	j- стратегия В	A ₁	A ₂	A ₃	v _l -нижняя оценка v	v ^h -верхняя оценка v	v* -средняя оценка v
1	3	9	0	11	2	2	9	0	0	9	4.5=(0+9)/2
2	2	11	9	11	2	4	18	0	4.5	9	6.75
3	2	13	18	11	3	13	18	11	3.67	6	4.84

Ведущий: Опять подсчитаем значения среднего шагового наименьшего и наибольшего выигрыша игрока А (в расчете на один шаг игры), накопленного за первые три шага игры: наименьшее (3.67 ед.) наибольшее значение (6 ед.), что дает в среднем 4.84 ед.

Таблица 2ж

к-номер шага	i-стратегия А	B ₁	B ₂	B ₃	j- стратегия В	A ₁	A ₂	A ₃	v _l -нижняя оценка v	v ^h -верхняя оценка v	v* -средняя оценка v
1	3	9	0	11	2	2	9	0	0	9	4.5=(0+9)/2
2	2	11	9	11	2	4	18	0	4.5	9	6.75
3	2	13	18	11	3	13	18	11	3.67	6	4.84
4	2	15	27	11	3	22	18	22	2.75	5.50	4.13
5	1	22	29	20	3	31	18	33	4.00	6.60	5.0
6	3	31	29	31	2	33	27	33	4.84	5.50	5.17
7	1	38	31	40	2	35	36	33	4.43	5.14	4.79
8	2	40	40	40	2	37	45	33	5.00	5.61	5.30
9	2	42	49	40	3	46	45	44	4.45	5.11	4.78
10	1	49	51	49	1	53	47	53	4.90	5.30	5.10

Проделав таким образом хотя бы десять шагов игры, получим некоторые практические оценки для первых статистических выводов:

Замечаем, что с каждым шагом сужается интервал, в котором находятся наши оценки среднего значения выигрышей **A** за один шаг, которые сходятся к так называемой «цене игры» (компромиссная величина выигрыша для **A**, а также проигрыша для **B**). Также можно оценить относительную частоту выбора каждым из игроков конкретных ходов:

A - 0,4, 0,4, 0,2, **B** - 0,1, 0,5, 0,4. Отсюда можно предположить, что в дальнейшем каждый из игроков может случайным образом и – что очень важно - неожиданно для соперника следовать частоте выбора своих ходов, и средняя величина выигрыша-проигрыша в игре составит величину, близкую к «цене игры». Существенно, что при выборе каждым из игроков, полученных таким способом стратегий эта величина становится независимой от действий другого игрока. В этом заключается свойство «оптимальности» стратегий.

Вывод.

В такой полуигровой форме можно на практике научить принципу ведения матричной игры.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вентцель, Е.С. Элементы теории игр. /Изд-во физ.-мат. лит-ры, 1961 г.
2. Вентцель, Е. С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. / Академия, 2003 г.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В РАЗВИТИИ КОНСТРУКТИВНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕПОТОПЛЯЕМОСТИ СОВРЕМЕННОГО КОРАБЛЯ (СУДНА)

Аннотация.

В статье рассмотрены перспективные направления в развитии конструктивного обеспечения непотопляемости современного корабля (судна).

Эксплуатация кораблей и судов ВМФ (далее – кораблей) показывает, что существует ряд проблем обеспечения их живучести, которые все еще далеки от своего разрешения. Более того, изменение характера современных войн и локальных конфликтов, развитие технологий, применяемых в кораблестроении, и другие факторы обуславливают появление новых требований к живучести, в том числе к непотопляемости и, в частности, к её конструктивному обеспечению.

Непотопляемость – способность корабля оставаться на плаву и не опрокидываться при затоплении одного или нескольких отсеков. Непотопляемость есть, по существу, плавучесть и остойчивость поврежденного корабля. При изучении непотопляемости с позиций статики корабля учитываются три степени свободы, определяемые характеристиками посадки корабля, получившего аварийную нагрузку в результате затопления части отсеков. Утрата непотопляемости равносильна утрате корабля как плавающей платформы для людей и оружия.

Непотопляемость – элемент более общего боевого свойства – живучести корабля, сохранение которого предполагает возможность после повреждения использовать оружие, развивать ход, маневрировать и т.д. Главным условием этого является ограниченное изменение посадки и остойчивости корабля.

Основоположник непотопляемости как науки, выдающийся ученый и моряк С.О. Макаров уже в первой своей работе предложил считать посадку корабля после повреждения основным показателем непотопляемости.

Изменения посадки и остойчивости при заданном повреждении приняты в качестве критериев оценки непотопляемости кораблей. Лучшей непотопляемостью будет обладать тот корабль, у которого при однотипном повреждении эти изменения будут меньшими. Совокупность критериев непотопляемости, заданных при проектировании, определяет требования к непотопляемости данного типа кораблей. Например, при затоплении любых двух автономных отсеков высота надводного борта не должна быть меньше 1,0 м (регламентация запаса плавучести), крен не должен превосходить 10°, начальная остойчивость должна оставаться положительной.

Непотопляемостью в той или иной мере обладают все корабли, но в зависимости от того, сколь тяжелые затопления они способны выдержать и с какими последствиями, различают уровень обеспечения их непотопляемости. Выработка требований к непотопляемости, определяющих этот уровень, является одной из наиболее сложных задач системного проектирования каждого

типа корабля. Она решается с учётом условий использования корабля, технических данных оружия и механизмов, на основе анализа известных аварий и боевых повреждений, опыта борьбы за непотопляемость, технической возможности и ряда других факторов. Результаты совершенствования непотопляемости корабля в повседневной жизни не видны и могут быть оценены лишь только во время боя или аварии.

Непотопляемость корабля в целом обеспечивается:

- конструктивными мероприятиями, осуществлёнными при постройке корабля;

- организационно-техническими мероприятиями, проводимыми в течение всего периода его эксплуатации (изучается в курсе живучести корабля);

- борьбой за непотопляемость, ведущейся после получения кораблем повреждений.

К основным мероприятиям по конструктивному обеспечению непотопляемости корабля относятся:

- придание кораблю достаточных запасов плавучести, остойчивости и прочности;

- разделение корабля поперечными и продольными переборками, а также палубами и платформами на водонепроницаемые отсеки);

- обеспечение их водонепроницаемости оборудованием соответствующих закрытий);

- конструктивное и материально-техническое обеспечение средствами борьбы за непотопляемость (трюмные и балластные системы, переносные водоотливные средства, аварийно-спасательный инструмент (АСИ), оборудование командных пунктов и боевых постов аппаратурой сигнализации и связи, приборами контроля за посадкой корабля, соответствующей документацией и ЭВТ).

Основные принципы конструктивных мероприятий по обеспечению непотопляемости корабля сформулированы в первых позициях известной телеграммы выдающегося русского и советского учёного-математика, механика и инженер-кораблестроителя А.Н. Крылова, посланной в марте 1902 г. вице-адмиралу С.О. Макарову:

«1. Непотопляемость корабля обеспечивается его запасом плавучести, т.е. объёмом надводной части до верхней из водонепроницаемых палуб. Подразделение трюма служит для использования запаса плавучести.

2. Остойчивость при повреждении обеспечивается соответствием подразделения надводной части и трюма и системой затопления отделений для выравнивания. Подразделение на отсеки должно определяться расчетом, коего принцип, чтобы корабль тонул, не опрокидываясь».

Крылову А.Н. принадлежит заслуга введения в практику кораблестроения расчетной проверки непотопляемости кораблей в процессе их проектирования. Методы таких расчетов были разработаны самим А.Н. Крыловым, а также выдающимися русскими инженерами-кораблестроителями И.Г. Бубновым и П.А. Матросовым. Впоследствии эти методы были значительно развиты и усовершенствованы рядом советских ученых, в особенности великим советским учёным кораблестроителем В.Г. Власовым.

Личный состав корабля должен знать, насколько надежен его корабль, верить ему и в сложной аварийной ситуации при борьбе за непотопляемость не терять хладнокровия и мужества при больших затоплениях, появлении у корабля значительных кренов и дифферента.

Следует напомнить заветы адмирала С.О. Макарова о том, что непотопляемость – одно из самых сокровенных качеств корабля, которое нуждается в бдительном контроле и строгой инспекции и что в деле непотопляемости нет мелочей.

При проектировании и строительстве корабля осуществляются специальные конструктивные меры, придающие ему способность в определенной степени противостоять боевым и аварийным повреждениям, нарушающим водонепроницаемость его корпуса, обеспечивающие ему технические возможности поддерживать или восстанавливать свою плавучесть и остойчивость в случае аварии эти требования определены в ОТТ 6.1.2.-92 (Система общих технических требований к видам ВВТ).

Качества корабля, обуславливающие его непотопляемость, должны удовлетворять определенным, наперед заданным нормам и требованиям, которые можно разделить на три группы:

I группа – Придание кораблю достаточных запасов плавучести, остойчивости, общей и местной прочности. Это основы обеспечения непотопляемости, однако высокие эти значения у неповрежденного корабля еще не гарантируют сохранение им плавучести и остойчивости при повреждениях. Поэтому не менее важны требования II группы.

II группа – Конструктивное ограничение потерь запаса плавучести и остойчивости при повреждениях корабля. При этом должно обеспечиваться предельное число и длина смежных отсеков, при одновременном затоплении которых корабль остается на плаву.

III группа – Конструктивное и материально-техническое обеспечение борьбы за непотопляемость. К этой группе относится создание корабельных систем, обеспечивающих водоотлив из поврежденных отсеков, перепуск воды, спрямление (по крену и дифференту) корабля, а также снабжение корабля АСИ.

Кратко поясним указанные требования.

Плавучесть корабля – способность корабля плавать в заданном положении относительно поверхности воды, неся предназначенные по роду его службы грузы.

Запас плавучести – это основной фактор, обеспечивающий непотопляемость корабля.

Наглядной характеристикой запаса плавучести служит высота непроницаемого надводного борта. Высокобортные корабли имеют преимущество.

У современных боевых кораблей запас плавучести может достигать 150÷300%. У пассажирских судов и ледоколов – 80÷100%, у грузовых – 30÷50%.

При наличии седловатости верхней палубы корабля или палубы полубака весь запас плавучести никогда не может быть использован в интересах непотопляемости, так как это потребовало бы ухода под воду части открытой

палубы. Практически может быть использован лишь эффективный запас плавучести. У боевых кораблей он более 100%.

Всякое нарушение непроницаемости надводного борта, в том числе открытие иллюминаторов, люков, портов снижает запас плавучести.

Конструктивные мероприятия осуществляются в процессе проектирования, постройки и модернизации корабля. Их цель – обеспечить вышеуказанные требования по непотопляемости и возможности ведения борьбы за непотопляемость поврежденного корабля.

Основными конструктивными мероприятиями по обеспечению непотопляемости являются:

- придание кораблю запасов плавучести, остойчивости, прочности, обеспечивающих возможность безопасного плавания корабля при боевых повреждениях его корпуса заданным видом боезапаса противника;

- прочность водонепроницаемых конструкций корпуса, обеспечивающую восприятие аварийного давления воды и ее нераспространение по кораблю в условиях затопления предельного числа поврежденных главных водонепроницаемых отсеков при наличии качки корабля и наката волн на палубу;

- рациональное разделение корпуса на непроницаемые отсеки прочными разделительными конструкциями – переборками, палубами и платформами;

- устройство непроницаемых закрытий и уплотнений на всех отверстиях в переборках, палубах, платформах и наружной обшивке;

- конструктивная защита корпуса для ограничения повреждений от воздействия взрывов (общее и местное бронирование, конструктивная подводная защита, обеспечение взрывостойкости и равнопрочности корабельных конструкций и т.п.);

- устройство в корпусе двойного дна, нешироких бортовых отсеков и коффердамов в целях ограничения затоплений при повреждениях корпуса;

- оснащение корабля техническими средствами борьбы за непотопляемость.

С учётом требований по непотопляемости показателями степени конструктивного обеспечения непотопляемости являются:

- число и длина одновременно затопляемых смежных автономных непроницаемых отсеков, при затоплении которых корабль остается на плаву;

- минимальная высота надводного борта при затоплении отсеков (без автоматической системы перетока) – должна быть более $0,4 \div 0,6$ м;

- обеспечение остойчивости при наихудшем случае затопления заданного числа отсеков. При этом для восстановления остойчивости и спрямления поврежденного корабля от угла крена 10° до 5° может быть предусмотрена система приема забортной воды в днищевые и бортовые отсеки, а так же системы их осушения;

- поврежденный корабль должен выдерживать динамически приложенный шквальный ветер до $20 \div 40$ м/с (в зависимости от водоизмещения).

Все эти требования должны обеспечиваться конструктивными мероприятиями без приема жидкого балласта до аварии.

Указанные показатели проверяются расчётами, на моделях, при заводских и государственных испытаниях головных кораблей каждого проекта.

Конкретизируем отдельные конструктивные мероприятия по обеспечению непотопляемости

Важнейшим конструктивным мероприятием по ограничению потери запасов плавучести и остойчивости при повреждении корабля является деление корабля на водонепроницаемые отсеки.

Крылов А.Н. писал, что непотопляемость обеспечивается запасом плавучести, а «...подразделение трюма на отсеки есть одно из средств для использования запаса плавучести». Деление корпуса на отсеки стало осуществимо с переходом к использованию металлов в судостроении. Критерием рациональности разделения корпуса на отсеки надо считать не их число, а те изменения посадки, плавучести и остойчивости корабля, к которым ведет затопление отсеков при различных вариантах повреждений. По А.Н. Крылову: «...подразделения на отсеки должно определяться расчетом, на его принцип, чтобы корабль тонул, не опрокидываясь».

Корабль разделяется на отсеки по длине, ширине и высоте корпуса посредством поперечных и продольных переборок, палуб и платформ. Деление на отсеки должно быть простым и предусматривать минимум необходимых отсеков; оно не должно затруднять эксплуатацию корабля и борьбу за его живучесть.

Наибольший эффект дает разделение корпуса на главные непроницаемые отсеки поперечными переборками. Число и расстановку поперечных переборок назначают по прототипу, сообразуясь с размещением энергетических отсеков, хранилищ и постов управления. Принятая расстановка переборок проверяется расчетом непотопляемости.

Разделения на отсеки подводной и надводной частей корпуса поперечными переборками должны непременно соответствовать друг другу, для этого главные поперечные переборки доводятся до верхней палубы и до палубы полубака. Это мероприятие является мерой против распространения воды по высоко расположенным палубам.

Кроме поперечных переборок дополнительно устанавливают продольные, число которых зависит от ширины. Влияние их на непотопляемость неоднозначно: с одной стороны, они вызывают несимметричное затопление и опасный аварийный крен, а с другой – их отсутствие может заметно снизить остойчивость из-за большой площади свободной поверхности влившейся воды. Компромиссное решение состоит в устройстве управляемых и автоматических перетоков, чтобы при затоплении отсеков корабль не получил значительного крена, т.е. был бы относительно бескреновым.

Непроницаемые палубы и платформы ограничивают распространение воды по высоте корпуса. Их число и расположение выбирают с учетом размещения помещений, вооружения и оборудования. Корабли водоизмещением более 1000 т должны иметь двойное дно, которое снижает вероятность затопления отсеков от повреждения днища при авариях и подводных взрывах.

Для обеспечения непроницаемости отсеков необходимо выполнение следующих конструктивных требований:

- переборки, палубы, платформы и закрытия на них (двери, люки, клинкеты и т.п.) должны рассчитываться и испытываться на давление воды, соответствующее линии аварийных напоров;

- устройство дверей и лазов в главных поперечных переборках допускается только выше ватерлинии, при этом они должны размещаться по возможности в диаметральной плоскости, открываться в сторону ближайшей оконечности, иметь высокие комингсы и надежные задрайки;

- люки, неизбежные в непроницаемых палубах и платформах, должны иметь высокие комингсы, жесткие крышки, надежные задрайки и заранее подогнанные подпоры;

- устройство иллюминаторов допускается в надстройках и в порядке исключения в верхних междупалубных пространствах;

- проводка вентиляционных каналов через поперечные переборки не допускается; вентиляционные каналы, проходящие через палубы, должны снабжаться запорными клинкетами.

Основная конструктивная мера обеспечения непотопляемости – разделение корпуса на отсеки водонепроницаемыми переборками, палубами и платформами, которые ограничивают количество воды, поступающей внутрь корпуса, и этим способствуют сохранению аварийного запаса плавучести и остойчивости в допустимых пределах.

Ответственным мероприятием по обеспечению непотопляемости является также оборудование водонепроницаемыми закрытиями и уплотнениями всех прорезанных отверстий (дверей, люков, горловин, иллюминаторов, отверстий для прохода трубопроводов, кабельных трасс, валопроводов). Поддержание их в постоянной исправности, проведение своевременного технического обслуживания – первейшая обязанность личного состава корабля.

В местах прохода кабельных трасс устанавливаются кабельные коробки и сальники с герметичной заливкой. В местах прохода трубопроводов устанавливаются переборочные стаканы и запорная переборочная арматура.

Невыполнение указанных требований к водонепроницаемости и прочности преград, разделяющих корабль на отсеки, лишает смысла само это деление, которое становится не только бесполезным, но даже вредным, порождая у экипажа лишь иллюзию безопасности.

Неудовлетворительное обеспечение водонепроницаемости переборок палуб является основной причиной распространения воды по неповрежденным отсекам корабля. Особенно часто источниками водотечности при этом являются неплотности дверей и люков, низкое качество уплотнений в местах прохода через переборки и палубы электрокабелей, шпигатов, сточной и фановой систем, вентиляции, а так же сальников валопроводов.

Макаров С.О. еще в 1894 г. приводил перечень кораблей, гибель которых была обусловлена негерметичностью переборок.

Существенное значение в конструктивном обеспечении непотопляемости корабля могут иметь меры по ограничению размеров повреждений для соответствующего уменьшения затапливаемых объемов. Это цель достигается средствами конструктивной защиты.

Заключение.

Современное понятие о непотопляемости корабля возникло не случайно и не является плодом теоретических рассуждений, это логический результат обобщения боевого опыта и многолетней практики боевой подготовки отечественного Военно-Морского Флота.

История развития учения о непотопляемости корабля представляет яркий пример новаторства русских ученых и моряков. Отметим, что неоспоримый приоритет в создании этого учения принадлежит русским ученым и морякам.

Вопросы обеспечения непотопляемости являются неотъемлемой служебной деятельностью корабельного офицера. В повседневных условиях все офицеры на корабле, в зависимости от занимаемой должности, имеют соответствующие обязанности по проведению в жизнь организационно-технических мероприятий, направленных на обеспечение непотопляемости корабля. Отсутствие ясного понимания выводов теории непотопляемости или пренебрежение ими ведет к неправильным действиям в борьбе за непотопляемость, которые могут привести к катастрофическим последствиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОТТ 6.1.2.-92. Система общих технических требований к видам ВВТ.
2. Корабельный устав Военно-Морского Флота. Утверждён указом Президента Российской Федерации от 31.07.2022 г.
3. Руководство по обеспечению живучести надводного корабля (РОЖ-НК-2017). – М.: Военное издательство, 2017.
4. Казакевич Н.В. и др. «Живучесть корабля». Базовый электронный учебник. Санкт-Петербург, 2018.
5. Дегтев А.И., Кириленко И.П. Теория, устройство и живучесть корабля. – Электронное учебное пособие. – СПб.: ВМИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 2016.

ВЫВОД ИНТЕРПОЛЯЦИОННОЙ ФОРМУЛЫ НЬЮТОНА И ФОРМУЛЫ ТЕЙЛОРА ИЗ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ТЕОРЕМ РАЗНОСТНОГО И ИНФИНИТЕЗИМАЛЬНОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Аннотация

В статье предложен новый вывод интерполяционной формулы Ньютона и формулы Тейлора в дискретном и инфинитезимальном анализе, соответственно. Обе формулы получены в рамках единого подхода, использующего рекуррентные соотношения, следующие из фундаментальных теорем дискретного и инфинитезимального анализа. Найден дискретный аналог формулы Коши для повторных интегралов. Также установлена связь между повторными суммами и биномиальными коэффициентами.

Ключевые слова: дискретный анализ, инфинитезимальный анализ, полином Ньютона, формула Тейлора, формула Ньютона-Лейбница.

Настоящая работа посвящена выводу формулы интерполяционного полинома Ньютона из фундаментальной теоремы ИКР и формулы Тейлора из фундаментальной теоремы ИБМ (теоремы Ньютона-Лейбница).

Предложен новый вывод этих формул в рамках единого подхода, основанного на развертывании рекуррентных соотношений, являющихся следствием упомянутых теорем. Такой подход позволяет подчеркнуть тесную связь обеих теорем, а также показать общность и структурное единство дискретного и инфинитезимального исчисления. В частности, в работе найден дискретный аналог формулы Коши для повторных интегралов. Установлена связь между повторными суммами и биномиальными коэффициентами.

1. Интерполяционная формула Ньютона. Обозначим через \square - множество вещественных, а через \square_0 - множество натуральных чисел. Пусть $\square_0 = \square \cup \{0\}$. Рассмотрим множество вещественных функции $g(x)$ определенных на конечном или бесконечном промежутке $Y \subset \square$. Обозначим значения этих функций в точках $x_k = x_0 + kh$ ($x_k \in Y, k \in \square_0$) через g_k : $g_k = g(x_k)$. Здесь $h > 0$ — шаг изменения аргумента, $k = \frac{x_k - x_0}{h}$ имеет

смысл числа шагов, необходимых для достижения точки x_k , исходя из точки

x_0 . Введем функции дискретного аргумента $f(k) = g_k$. В результате получим множество конечных или бесконечных числовых последовательностей в зависимости от конечности или бесконечности промежутка Y . Без ограничения общности будем считать последовательности бесконечными, полагая в случае конечного Y по определению $f(n) = 0$ для n , при которых

$x_n \notin Y$. Введем оператор Δ : $\Delta f(n) = f(n+1) - f(n)$ ($n \in \mathbb{Z}_0$)

Рассмотрим разность $f(n) - f(m)$ ($n, m \in \mathbb{Z}_0, m < n$). Тогда

$$\begin{aligned} f(n) - f(m) &= f(n) - f(n-1) + f(n-1) - f(n-2) + \dots \\ &\dots + f(m+1) - f(m) = \Delta f(n-1) + \Delta f(n-2) + \dots \\ &\dots + \Delta f(m+1) + \Delta f(m) = \sum_{i_1=m}^{n-1} f^{(1)}(i_1). \end{aligned} \quad (1.1)$$

Отсюда

$$f(n) = f(m) + \sum_{i_1=m}^{n-1} f^{(1)}(i_1). \quad (1.2)$$

Применим оператор Δ^k ($k \in \mathbb{Z}_0$) к обеим частям (1.2).

В силу линейности Δ имеем

$$f^{(k)}(n) = f^{(k)}(m) + \sum_{i_{k+1}=m}^{n-1} f^{(k+1)}(i_{k+1}). \quad (1.3)$$

В частности,

$$f^{(1)}(i_1) = f^{(1)}(m) + \sum_{i_2=m}^{i_1-1} f^{(2)}(i_2) \quad (m \leq i_1). \quad (1.4)$$

Подставив $f^{(1)}(i)$ из (1.4) в (1.2), получим

$$\begin{aligned} f(n) &= f(m) + \sum_{i_1=m}^{n-1} \left[f^{(1)}(m) + \sum_{i_2=m}^{i_1-1} f^{(2)}(i_2) \right] = \\ &= f(m) + f^{(1)}(m) \sum_{i_1=m}^{n-1} 1 + \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} f^{(2)}(i_2). \end{aligned} \quad (1.5)$$

Из (1.3) найдем

$$f^{(2)}(i_2) = f^{(2)}(m) + \sum_{i_3=m}^{i_2-1} f^{(3)}(i_3) \quad (m \leq i_2). \quad (1.6)$$

В результате k -ой ($k \leq n - m$) аналогичной подстановки получим

$$\begin{aligned}
 f(n) = & f(m) + f^{(1)}(m) \sum_{i_1=m}^{n-1} 1 + f^{(2)}(m) \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} 1 + \dots \\
 & \dots + f^{(k)}(m) \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} \dots \sum_{i_k=m}^{i_{k-1}-1} 1 + \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} \dots \sum_{i_{k+1}=m}^{i_k-1} f^{(k+1)}(i_{k+1}) .
 \end{aligned} \tag{1.7}$$

Введем обозначение

$$f^{(-k)}(n, m) = \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} \dots \sum_{i_k=m}^{i_{k-1}-1} f(i_k) \quad \text{при } k \in \square , \tag{1.8}$$

$$f^{(0)}(n, m) = f(n) .$$

Здесь $n, m \in \square$, $0 \leq m \leq n$. Функция $f^{(-k)}(n, m)$ как функция переменной n является дискретной первообразной k -го порядка функции $f(n)$, причем $f^{(-k)}(m, m) = 0$ ($k \in \square$). Обозначим через $c(n)$ константную функцию дискретного аргумента, равную 1 при всех $n \in \square$. Из (1.8) найдем

$$c^{(-s)}(n, m) = \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} \dots \sum_{i_s=m}^{i_{s-1}-1} c(i_s) = \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} \dots \sum_{i_s=m}^{i_{s-1}-1} 1 , \tag{1.9}$$

$$c^{(0)}(n, m) = 1 .$$

Тогда при ($k \leq n - m$) (1.7) запишется в виде

$$f(n) = \sum_{s=0}^k f^{(s)}(m) c^{(-s)}(n, m) + \left[f^{(k+1)} \right]^{(-k-1)}(n, m) . \tag{1.10}$$

Можно показать, что имеют место соотношения

$$c^{(-k)}(n, m) = C_{n-m}^k \quad (1 \leq k \leq n - m, 0 \leq m \leq n) , \tag{1.11}$$

где $C_n^k = \frac{n!}{(n-k)!k!}$ ($0 \leq k \leq n$). Для (1.10) получим

$$f(n) = \sum_{s=0}^k C_{n-m}^s f^{(s)}(m) + \left[f^{(k+1)} \right]^{(-k-1)}(n, m) \quad (k \leq n - m) \tag{1.12}$$

Подставив сюда значения биномиальных коэффициентов, найдем

Здесь символ \underline{n} означает убывающий факториал: $n^s = 1$ при $s = 0$

и $n^s = n(n-1)(n-2)\dots(n-s+1)$ при $s \in \square$. При $m = 0$ формула (1.13) примет вид

$$f(n) = \sum_{s=0}^k \frac{n^s}{s!} \Delta^s f(0) + [f^{(k+1)}]^{(-k-1)}(n, 0) \quad (k \leq n). \quad (1.14)$$

Соотношения (1.13), (1.14) являются дискретными аналогами формул Тейлора и Маклорена, соответственно. При $k = n$ остаточный член в (1.14), очевидно, обращается в 0. В итоге получим

$$f(n) = \sum_{s=0}^n \frac{n^s}{s!} \Delta^s f(0). \quad (1.15)$$

Так как $n = \frac{x_n - x_0}{h}$, (1.15) можно записать в виде

$$\bar{f}(x_n) = \sum_{s=0}^n \frac{\left(\frac{x_n - x_0}{h}\right)^s}{s!} \Delta^s f(0). \quad (1.16)$$

Сопоставим функции $\bar{f}(x_n)$ дискретного аргумента x_n полином $P_k(x)$ от непрерывной переменной x :

$$P_k(x) = \sum_{s=0}^k \frac{\left(\frac{x - x_0}{h}\right)^s}{s!} \Delta^s f(0). \quad (1.17)$$

Из (1.17) следует, что $P_k(x)$ является полиномом степени не выше k , для которого справедливы соотношения:

$$\begin{aligned} P_k(x_p) &= \sum_{s=0}^k \frac{\left(\frac{x_p - x_0}{h}\right)^s}{s!} \Delta^s f(0) = \\ &= \sum_{s=0}^k \frac{p^s}{s!} \Delta^s f(0) = f(p) = g_p \quad (p = 0, 1, \dots, k). \end{aligned} \quad (1.18)$$

Формула (1.17) известна как *первая интерполяционная формула Ньютона* (см., напр. [2]). В выражение (1.8) для функции $f^{(-k)}(n, m)$ входит многократное суммирование. Оно может быть сведено к однократному в силу равенства

$$f^{(-k)}(n, m) = \sum_{i_1=m}^{n-1} \sum_{i_2=m}^{i_1-1} \dots \sum_{i_k=m}^{i_{k-1}-1} f(i_k) = \quad (1.19)$$

$$= \frac{1}{(k-1)!} \sum_{l=m}^{n-1} (n-l-1)^{k-1} f(l) \quad (k \in \mathbb{N}).$$

Соотношение (1.19) доказывается методом математической индукции. Оно является дискретным аналогом формулы Коши для повторных интегралов.

2. Формула Тейлора. Рассмотрим бесконечно-дифференцируемую вещественную функцию $f(x)$, определенную на R^1 . Ее производные n -го порядка обозначим через $f^{(n)}(x)$. Примем по определению $f^{(0)}(x) = f(x)$. Согласно формуле Ньютона-Лейбница

$$f^{(n)}(x) = f^{(n)}(x_0) + \int_{x_0}^x f^{(n+1)}(x_{n+1}) dx_{n+1} \quad (n \in \mathbb{N}_0). \quad (2.1)$$

В частности,

$$f(x) = f(x_0) + \int_{x_0}^x f^{(1)}(x_1) dx_1, \quad (2.2)$$

$$f^{(1)}(x_1) = f^{(1)}(x_0) + \int_{x_0}^{x_1} f^{(2)}(x_2) dx_2. \quad (2.3)$$

Подставив (2.3) в (2.2), получим

$$\begin{aligned} f(x) &= f(x_0) + \int_{x_0}^x \left[f^{(1)}(x_0) + \int_{x_0}^{x_1} f^{(2)}(x_2) dx_2 \right] dx_1 = \\ &= f(x_0) + f^{(1)}(x_0) \int_{x_0}^x dx_1 + \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} f^{(2)}(x_2) dx_2 dx_1. \end{aligned} \quad (2.4)$$

После n -ой аналогичной подстановки $f(x)$ примет вид

$$\begin{aligned} f(x) &= f(x_0) + f^{(1)}(x_0) \int_{x_0}^x dx_1 + f^{(2)}(x_0) \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} dx_2 dx_1 + \dots \\ &\dots + f^{(n)}(x_0) \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} \int_{x_0}^{x_2} \dots \int_{x_0}^{x_{n-1}} dx_n \dots dx_2 dx_1 + \\ &+ \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} \int_{x_0}^{x_2} \dots \int_{x_0}^{x_n} f^{(n+1)}(x_{n+1}) dx_{n+1} \dots dx_2 dx_1. \end{aligned} \quad (2.5)$$

Введем обозначение для повторных интегралов, входящих в (2.5):

$$\int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} \int_{x_0}^{x_2} \dots \int_{x_0}^{x_{k-1}} f(x_k) dx_k \dots dx_2 dx_1 = f^{(-k)}(x) \quad (k \in \mathbb{N}). \quad (2.6)$$

k -кратным дифференцированием непосредственно проверяется, что $f^{(-k)}(x)$ является для $f(x)$ ее первообразной порядка k . При этом $f^{(-k)}(x_0) = 0$ для любого k . Используя это обозначение, соотношение (2.5) можно переписать в виде

$$\begin{aligned} f(x) &= f(x_0) + f^{(1)}(x_0)c^{(-1)}(x) + f^{(2)}(x_0)c^{(-2)}(x) + \dots \\ &\dots + f^{(n-1)}(x_0)c^{(-n+1)}(x) + f^{(n)}(x_0)c^{(-n)}(x) + f^{(-n-1)}(x) = \\ &= \sum_{k=0}^n f^{(k)}(x_0)c^{(-k)}(x) + [f^{(n+1)}(x)]^{(-n-1)}. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Здесь $c(x)$ — функция тождественно равная 1. По формуле Коши для повторных интегралов имеем

$$f^{(-k)}(x) = \frac{1}{(k-1)!} \int_{x_0}^x (x-t)^{k-1} f(t) dt. \quad (2.8)$$

Из (2.8) получим

$$c^{(-k)}(x) = \frac{1}{(k-1)!} \int_{x_0}^x (x-t)^{k-1} dt = \frac{1}{k!} (x-x_0)^k. \quad (2.9)$$

После подстановки $c^{(-k)}(x)$ в (2.9) $f(x)$ запишется в виде:

$$\begin{aligned} f(x) &= f(x_0) + f^{(1)}(x_0)(x-x_0) + \\ &+ \frac{1}{2!} f^{(2)}(x_0)(x-x_0)^2 + \dots + \frac{1}{n!} f^{(n)}(x_0)(x-x_0)^n + \\ &+ \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} \int_{x_0}^{x_2} \dots \int_{x_0}^{x_n} f^{(n+1)}(x_{n+1}) dx_{n+1} dx_n \dots dx_2 dx_1 = \\ &= \sum_{k=0}^n \frac{1}{k!} f^{(k)}(x_0)(x-x_0)^k + [f^{(n+1)}(x)]^{(-n-1)}. \end{aligned} \quad (2.10)$$

В силу непрерывности $f^{(n)}(x_{n+1})$ на замкнутом промежутке $[x_0, x]$ справедлива теорема о среднем:

$$\int_{x_0}^{x_n} f^{(n+1)}(x_{n+1}) dx_{n+1} = f^{(n+1)}(\xi)(x_n - x_0) \quad (x_0 \leq \xi \leq x). \quad (2.11)$$

Тогда

$$\begin{aligned}
& [f^{(n+1)}(x)]^{(-n-1)} = \\
& = \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} \int_{x_0}^{x_2} \dots \int_{x_0}^{x_n} f^{(n+1)}(x_{n+1}) dx_{n+1} \dots dx_2 dx_1 = \\
& = f^{(n+1)}(c) \int_{x_0}^x \int_{x_0}^{x_1} \int_{x_0}^{x_2} \dots \int_{x_0}^{x_{n-1}} (x_n - x_0) dx_n \dots dx_2 dx_1 = \\
& = f^{(n+1)}(\xi) g^{(-n)}(x).
\end{aligned} \tag{2.12}$$

Здесь $g(x) = x - x_0$. По формуле Коши имеем

$$g^{(-n)}(x) = \frac{1}{(n-1)!} \int_{x_0}^x (x-t)^{n-1} (t-x_0) dt = \frac{(x-t)^{n+1}}{(n+1)!}. \tag{2.13}$$

Тогда (2.10) примет окончательный вид

$$f(x) = \sum_{k=0}^n \frac{1}{k!} f^{(k)}(x_0) (x-x_0)^k + \frac{1}{(n+1)!} f^{(n+1)}(\xi) (x-x_0)^{n+1} \tag{2.14}$$

Тем самым получено разложение функции $f(x)$ в ряд Тейлора с остаточным членом в форме Лагранжа. Из вывода (2.14) следует ее справедливость для всякой $f(x) \in \square^{(n+1)}(R^1)$, классу функций, имеющих $(n+1)$ -ую непрерывную производную на R^1 .

Выводы.

1. Использованный в статье подход, основанный на выводе формул дискретного и инфинитезимального анализа из аналогичных рекуррентных соотношений для повторных сумм и интегралов, демонстрирует тесную связь непрерывного и дискретного исчисления. Этот подход, в частности, позволяет получать формулы дискретного анализа на основе их непрерывных аналогов. Примером тому служит соотношение (1.19), сводящее повторное суммирование к однократному. Эта формула была найдена автором по аналогии с известной формулой Коши для повторных интегралов, а затем доказана методом математической индукции для случая повторных сумм.

Очевидно, соотношения дискретного анализа, в свою очередь, могут играть эвристическую роль в анализе бесконечно малых.

2. Для более прочного и глубокого усвоения учебного материала по математике представляется целесообразным демонстрировать обучающимся, где это возможно, внутреннее единство математики и связи, существующие между ее различными ветвями. Как показывает, в частности, материал данной работы, подобные связи позволяют не только выявлять глубинные основы тех или иных математических фактов, но и находить новые результаты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грэхем Р.Л., Кнут Д.Э., Паташник О. Конкретная математика. 3-е изд. — М.: Мир, 2009 г.
2. Демидович Б. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. СПб.:»Лань», 2011 г.

СТАРШИЙ ИНЖЕНЕР ОПЕРАТОР В СРЕДЕ УПРАВЛЕНИЯ СУДОВОЙ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ

Аннотация

Рассмотрена среда управления старшего инженера-оператора (СТИО) судовой реакторной установкой. Среда управления СТИО представлена в среде управления ЦПУ. Декомпозиция среды управления СТИО отражена в организационной и технической составляющих для нормальных режимов эксплуатации. Описаны фрагменты среды обоих типов применительно к видам отношений и каналам взаимодействия членов ходовой вахты. Предложено применить подход к формированию среды управления организационного типа при определении контента отображения технической среды и средств воздействия на объект управления. Даны предложения к формированию количественных показателей характеристик среды управления.

Ключевые слова: среда управления, старший инженер-оператор, регламентирующие документы, декомпозиция, виды связей, отображение, принципы формирования соответствия, задачи, операции, элементы отображения.

Учитывая принятие решения в расширении состава плавобъектов с ЯЭУ (атомные ледоколы проекта 22220 до пяти – семи единиц, атомные ледоколы проекта 10510 до двух единиц, и МПЭБ проекта 20871 до двух единиц, а также находящиеся в эксплуатации атомные ледоколы проектов 10521, 10580 и лихтеровоз проекта 10081) сказывается частичный недостаток командного состава для управления судовыми ЯЭУ, в частности – РУ. Объекты существенно различаются по составу и характеристикам технических средств силовой установки, режимам работы и способам использования в нормальных условиях и при эксплуатационных происшествиях.

СТИО осуществляет управление РУ. Как член ходовой вахты ЦПУ подчиняется СВМХ. Структура, состав и среда управления ходовой вахты отражена в работе [1]. Структура отношений и взаимодействие СТИО со СВМХ, а также с персоналом ходовой вахты, регламентированы нормативными документами: система управления безопасностью и качеством [2], должностными инструкциями, соответствующими руководствами по эксплуатации основного и вспомогательного оборудования и систем управления. Перечисленные документы составляют документальное отображение организационной части (E_{org}) среды управления [3]. Структура организационной части среды управления СТИО ($E_{org\ stio}$) имеет вид:

$$E_{org\ stio} = (E_{org\ stio\ doc}; E_{org\ stio\ sw}) \quad (1)$$

где: $E_{org\ stio\ doc}$ – среда управления организационного типа СТИО, определенная документами, регламентирующими его обязанностями как члена ходовой вахты ЦПУ. При этом учитываются его взаимодействие с главным

физиком. старшим механиком АППУ, главным механиком, что может представлено в виде отдельных составляющих;

$E_{org\ stio\ sw}$ – среда управления организационного типа, определяющая отношения СТИО и СВМХ.

Среда технического типа СТИО ($E_{ptc\ stio}$) включает техническую составляющую среды управления, определяющую взаимодействие СТИО и РУ ($E_{ptc\ stio\ ru}$) и среду управления ($E_{ptc\ stio\ mod\ un}$), отражающую влияние остальных частей установки (ПТУ и ВО, ЭЭС, ГЭУ). Каждая из частей установки определяет соответствующую ей часть среды технического типа. Таким образом:

$$E_{ptc\ stio} = (E_{ptc\ stio\ ru}; E_{ptc\ stio\ mod\ un}) \quad (2)$$

$E_{ptc\ stio\ ru}$ включает частные среды отдельных подсистем управления РУ: управления и защиты реактора ($E_{ptc\ su}$), управления расходом питательной воды ($E_{ptc\ pv}$), управления вспомогательными системами РУ ($E_{ptd\ duan}$), защиты РУ ($E_{ptc\ aauz}$):

$$E_{ptc\ stio\ ru} = (E_{ptc\ suz}; E_{ptc\ aauz}; E_{ptc\ pv}; E_{ptc\ duan}) \quad (3)$$

Дальнейшая детализация составляющих среды управления технического типа: фреймы алгоритмов, группы операций, отдельные операции или их кортежи – должны быть представлены для каждой составляющей выражения (3), - что представляет техническую задачу.

Функции управления СТИО не пересекаются с функциями управления членов ходовой вахты ЦПУ. Члены ходовой вахты подчинены СВМХ, обеспечивают управление основными частями ЯЭУ и ее фрагментами.

$$E_{stio} = (E_{org\ stio}; E_{ptc\ stio}) \quad (4)$$

,где: E_{stio} – среда управления СТИО;

$E_{ptc\ stio}$ – среда управления технического типа;

Среда управления СТИО является составной частью E_{hw} и должна учитываться при корректировке нормативных документов любого уровня, определяющих отношения СТИО в составе ходовой вахты ЦПУ и при любых изменениях в системах управления РУ в части алгоритмов, способов и средств управления установкой. E_{stio} либо ее составляющие ($E_{org\ stio}$ и $E_{ptc\ stio}$) далее используются для определения контента отображения состояния РУ и средств воздействия на РУ с пульта оператора

При взаимодействии оператора с реакторной установкой через среду технического типа существенную роль играет достаточность отображения состояния РУ и средств воздействия на РУ при реализации поставленных задач управления. Для формирования достаточного контента «поверхности взаимодействия» оператора с реакторной установкой используется подход, представленный в [4]. Для демонстрации предлагаемого решения принимаем,

что $E_{pic\ stio-ru}$ определено реализованными системами управления и формирование достаточного контента «поверхности взаимодействия» оператор-объект управления выполняется за счет $E_{org\ stio}$. В [4] элементы интерактивных отображений систем управления реакторной установкой и определяющие их фактор-свойства рассмотрены как решеточно-упорядоченные подмножества. Признаки порядка приняты в соответствии с целевым назначением проводимого анализа – решением задач управления реакторной установкой. Для решаемой задачи рассмотрены рациональные варианты схем формирования результирующих отображений с учетом влияния основных фактор-свойств. Свойство гомоморфизма отображений решеточно-упорядоченных подмножеств использовано при нахождении соответствий элементов отображений и фактор-свойств в процедурах формирования отображений (либо их фрагментов), что составляет основу формирования технологических отображений

Так, при формировании $E_{org\ stio}$, рассматриваются свойства в части обеспечения управления РУ. Узлы графа структуры ($P_{stio\ org}$) существенно связаны. Каждая связь узла определена соответствующим фреймом ($frzi$) инструкции, реализующим команду управления и гомоморфна фрагменту алгоритма управления. Фреймы составляют элементы подмножества $Frzi$.

(5)

$$Frzi = (Frlzi, Frqzi, frzi), (1)$$

где: $Frlzi$ - фреймы, обеспечивающие реализацию алгоритмов задач управления ($Glzi$);

$Frqzi$ – фреймы, обеспечивающие реализацию групп операций (qzi);

$frzi$ – фреймы, соответствующие элементам отдельных операций (Kzi) или их кортежам на уровне элементов средств управления и отображения.

В Frz между элементами существуют отношения: приоритета – $fri \geq fij$; $fjn \geq frm$; ...; $frg \geq fre$; одноарности $fr1 \Rightarrow fr2$; $fr3 \Rightarrow fr4$; ... $fjn \Rightarrow frm$. и др. Рассматриваемые кортежи соответствуют ветвям либо отдельным алгоритмам, обладают свойствами групп. Последовательность в группе детерминирована в каждом отдельном случае ($\langle fr1, fr2, \dots, frm \rangle$). Они коммутативны, характеризуются длиной, наличием зависимых и независимых циклов. В группах выделяются подгруппы.

Рассматриваемые задачи (Gz) управления реализуются алгоритмами (Glz), группами операций (qzi), отдельными операциями (Kz) – как соответствующие средства управления и отображения.

В случае $E_{org\ stio}$ соответствие устанавливается между фреймами Frz и элементами декопозиции Gz для соответствующих уровней.

Таким образом:

$$Gz = (Glz, qz, Kz) \quad (6)$$

а также

$$\text{Frz} = (\text{Frlz}, \text{Frqz}, \text{frz}) \quad (7)$$

представляют системы подмножеств с заданными рефлексивными антисимметричными, транзитивными и трихотомичными отношениями элементов в группах каждого из уровней, что позволяет рассматривать их как частично упорядоченные множества. Удовлетворение соответствующих структур условно дистрибутивности, обеспечивают переходы вида:

$$\text{Frz} \square \square \{\text{frz}\} \text{ и } \text{Gz} \square \square \{\text{Kz}\} \quad (8)$$

- в соответствии с теоремой Стоуна.

Для Frz реализуется тройка $\langle H; N; U \rangle$ и выполняются, в значительной части случаев, четыре основных условия для специализированных структур. Для Gz аналогичный вывод представлен в [6], следовательно, Gz и Frz могут быть отображены структурами графов.

Между Gz и Frz существует соотношение:

$$\text{Frz} \square \square \text{Gz}. \quad (9)$$

Для $\text{Frz} \square \square \text{Gz}$ рассматривается соответствие по уровням, а также (7) и $\text{Gz} = (\text{Glz}, \text{qz}, \text{Kz})$ [6]:

$$\begin{aligned} \text{Frz} \square \square \text{Glz} \\ \text{Frlz} \square \square \text{qzi} \\ \text{frz} \square \square \text{Kz}. \end{aligned} \quad (10)$$

Процедуры формирования $E_{\text{org stio}}$ для каждого из уровней решаются как нахождение соответствий подмножеств:

$$\begin{aligned} \{ \text{Frz} \} \text{ и } \{ \text{Glz} \} \\ \{ \text{Frlz} \} \text{ и } \{ \text{qzi} \} \\ \{ \text{frz} \} \text{ и } \{ \text{Kz} \} \end{aligned} \quad (11)$$

где: $\text{Frz} = \{ \text{frz} \}$ фреймы реализаций организационной среды $E_{\text{org stio}}$

Для решения задачи: формирование количественных показателей характеристик среды управления, - необходимо представить соответствие Frz и Glz. , а также функцией потерь для всех уровней . Другим критерием может служить частота обращений к элементам отображения состояния и средствам воздействия на РУ.

Совокупность фреймов для каждого из уровней позволяет определить отображение E_{orgstio} для каждого из них.

Ранее было показано, что Prz и Gz удовлетворяют условиям структур. Для Frz и Gz несложно доказываемое соответствие ограничениям булевых алгебр.

Это позволяет с учетом определений для специальных структур формировать фреймы с использованием формальных зависимостей вида: $Fr_i = frz \vee frb \wedge frn \wedge \dots \vee frm$

При этом учитываются правила $RU_{orgstio}$ формирования системы отображений E_{org} , их взаимная связанность и возможность совмещения $\{fri\}$ на всех уровнях.

Использование типовых $Fr = \{fri\}$ приводит к формированию отображения E_{org} , приведенного к типовому виду. Упрощается ряд связей и как следствие представление $E_{orgstio}$ унифицированного вида.

Ситуации с ЭП, не учтенны в действующих системах нормативных документов предприятия «Атомфлот», они рассматриваются как расширение разнообразия $\{Fri\}$ с соответствующей декомпозицией по уровням до $\{fri\}$, что дополняет представление $E_{org\ stio}$. Таким образом $\{Frz\}$ и $\{Gz\}$ – открытые множества, корректируемые в изложенном порядке.

В случае запроектных аварий конечный результат документированного отображения $E_{orgstio}$ представляется выраженной системой фреймов для различных квазитиповых состояний объекта управления.

Выводы.

1. Среда управления СТИО предложена в виде составляющих: организационного и технического типов.

2. Выделение составляющих среды управления СТИО и определение ее организационной части позволяет уменьшить влияние субъективных факторов при формировании руководящих документов, в которых все обозначенные отношения (связи) должны быть реализуемы на уровне отдельных операций для рассматриваемых условий;

3. Взаимодействие оператора с главным физиком, старшим механиком АППУ, главным механиком определено уставом и дополнением к нему, что должно быть предусмотрено в инструкции по управлению РУ;

4. Анализ фреймов алгоритмов, групп операций, отдельных операций или их коротежей позволяет в принятой реализации систем для каждой КСУ ТС избежать пересечений задач, функций и операций, а также разделить их на уровне ТЭЗа. Последнее важно при оперативном восстановлении работоспособности системы;

5. Предложены средства построения логической структуры $E_{org\ stio}$, наглядно представляющей взаимосвязь фреймов документов организационного обеспечения и реализуемых задач управления реакторной установкой;

6. Представлен инструментарий для рационализации трафика формирования и прохождения команд управления;

7. Обеспечивается возможность формализовать подход к формированию отображения $E_{orgstio}$;

8. Обеспечен контроль достаточности покрытия $E_{org\ stio}$ возможных вариантов Gz для декларированных в каждом отдельном случае: целей, задач, функций и операций управления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сабадаш А.И., Гаврилов Е.И. Среда управления руководителя вахты ЦПУ судовой ЯЭУ // Сборник статей научно-практической конференции ISBN СПб.: Изд-во ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2021 г.
2. Система управления безопасностью и качеством // Сборник наставлений по организации служб на судах с ЯЭУ ФГУП «Атомфлот», ЖСЦК СУБИК-003/- 2009, Мурманск, ФГУП «Атомфлот», 2009 г.
3. Сабадаш А.И. Организационная среда управления судовой ЯЭУ на режимах нормальной эксплуатации и проектных аварий // Сборник статей научно-практической конференции, посвященной 111-й годовщине со дня гибели вице-адмирала С.О. Макарова. ISBN 978.5.9509-0181-2 (Т.2), СПб.: Изд-во ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2015 г.
4. Сабадаш А.И. Исчисление технологических отображений судовых систем управления // Искусственный интеллект. 4' 2011, Донецк, Украина, Институт проблем искусственного интеллекта, - 2011г.
5. Сабадаш А.И., Гаврилов Е.И. Формализация процедур формирования среды управления организационного типа судовой ЯЭУ // Сборник статей научно-практической конференции ISBN СПб.: Изд-во ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2016 г.
6. Сабадаш А.И., Улезько С.Я. Синтез отображения объекта в интерактивных системах управления судовыми ЯЭУ // Искусственный интеллект №4, ИПИИ. Украина, Донецк, 2005 г.

ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДА КАК ИННОВАЦИОННО-ДЕЙСТВЕННЫЙ МЕТОД ОБУЧЕНИЯ

Аннотация

В статье обсуждаются проблемы олимпиадного движения, анализируются достижения и недостатки участия наших курсантов в олимпиадах. Интернет-олимпиада рассматривается как средство внедрения инновационно-действенного подхода в обучении.

Ключевые слова: олимпиада, интернет-олимпиада, инфокоммуникационные технологии, развивающее обучение, компетенции, практико-ориентированные задачи, ситуационные задания, инновационно-действенный метод.

Олимпиады, как и другие виды состязаний курсантов в нашем вузе, проводятся в соответствии с Решением начальника ВМПИ на организацию образовательной, научной и других видов деятельности на учебный год в целях закрепления учебного материала по дисциплинам, привития курсантам командно-методических навыков, создания принципа состязательности.

Предметные олимпиады по фундаментальным дисциплинам любого уровня (вузовские, межвузовские, общероссийские, международные) служат не только выявлению одаренных студентов (курсантов), но и развитию самосознания, самоопределения и коммуникации талантливой молодежи /1/.

Олимпиады дают возможность оценить умение творчески мыслить, интегрировать знания, проявлять смекалку, что способствует саморазвитию молодежи, повышает инфокоммуникационную культуру курсантов и преподавателей. Участие в олимпиадах побуждает к глубокому изучению фундаментальных дисциплин, способствует развивающему обучению, формирует инновационно-действенный подход в образовании.

Целями и задачами олимпиад являются:

- выявление талантливых, мотивированных курсантов,
- популяризация науки и научной деятельности,
- повышение интереса к решению практико-ориентированных заданий,
- внедрение современных обучающих и инфокоммуникационных технологий,
- взаимодействие научных школ и образовательных учреждений,
- развитие кругозора и интеллекта курсантов,
- формирование и внедрение новых знаний,
- более глубокое погружение в дисциплину,
- повышение качества образования,
- и наконец, переход от информационно-объяснительного обучения к инновационно-действенному методу обучения.

Действительно, на обычном занятии, как правило, главенствует информационно-объяснительный подход. Преподаватель ведёт за собой курсантов, объясняя материал, разбирая сложные моменты, ставя задачи. Курсантам необходимо слушать, вникать, понимать, запоминать.

На олимпиаде же любого уровня преподавателя нет. Курсанту самому приходится отыскивать в голове необходимые знания, вспоминать формулы и уравнения и действовать, применяя их при решении задач, выполнении заданий, в том числе предлагаемых в разных формах (активных, интерактивных, виртуальных). То есть необходимо мобилизоваться и активно действовать, подчас в незнакомой среде в новом информационном поле.

Олимпиадная задача должна быть обучающей, развивающей и воспитывающей. В олимпиадных задачах должны быть отражены современные достижения науки и исторический процесс ее развития /4/. Задания на олимпиаде должны быть интересными, должны побуждать действовать, пробовать, творить.

Творческие задания на олимпиадах ежегодно меняются, чтобы исключить натаскивание обучаемых на определенные алгоритмы решений. Роль преподавателя при подготовке к олимпиаде - продемонстрировать пути решения классических типовых задач, показать связь между разными темами дисциплины, приёмы решения стандартных заданий, разные подходы к решению. Главное, не упустить основные понятия и законы, добиться их полного понимания, чтобы не было пробелов в знаниях по обязательной программе дисциплины. Остальное зависит от подготовленности и мотивации курсантов, умения творчески мыслить, не бояться идти нестандартным путём, не делать глупых ошибок, действовать активно и правильно.

Собственно, инновационно-действенный подход к обучению вместо информационно-объяснительного декларируется в руководящих документах ФГОС и КТ третьего ++ поколения. Формирование и развитие компетенций при обучении и компетентности будущего инженера невозможно без его желания и умения действовать, причём активно действовать, в том числе и в нестандартной обстановке.

Например, в Международных студенческих интернет-олимпиадах, в которых ежегодно участвуют и наши курсанты, олимпиадные задания составляются в рамках компетентностного подхода, что позволяет определять способность решать практико-ориентированные задачи на основе теоретических знаний и анализа методов их решения. Причём в предоставляемых организаторами ежегодных отчетах /3/ олимпиадные задания по дисциплинам приводятся в соответствии с определенным уровнем компетентности, при этом предлагается перечень предметных компетенций и методика расчета баллов по каждому заданию определённого уровня компетентности.

Предложенные организаторами уровни компетентности олимпиадных задач и предметные компетенции нашего вуза по химическим дисциплинам практически полностью совпадают. Например, для олимпиадных задач базового уровня по общей и неорганической химии участник должен *Знать*: основные положения теории строения атома, теории химической связи, виды и механизмы ее образования, классификацию и химические свойства основных классов неорганических соединений, законы количественных соотношений в химии, основные понятия химии комплексных соединений, способы выражения состава растворов, т.е теоретические основы общей и неорганической химии, ровно так, как указано в дисциплинарно-компетентностной модели выпускника нашего

Военно-морского Политехнического института. Такую же закономерность можно проследить и для уровней обученности «Уметь» и «Владеть».

Требования к уровням компетентности олимпиадных задач:

1.Базовый уровень: Воспроизведение основных законов, фактов, методов дисциплины, использование их в решении поставленной задачи и выполнение вычислений.

2.Повышенный уровень: Установление связей, интеграция и использование материала из разных разделов и тем дисциплины, необходимых для решения поставленной задачи.

3.Высокий уровень: Построение и анализ модели объекта или явления, установление связей и использование знаний из разных дисциплин, размышления, требующие обобщения и интуиции, творческий, инновационно-действенный подход.

Здесь видно, как важно развивать междисциплинарные связи, в частности химии с математикой и физикой, химии с материаловедением и экологией. Многие олимпиадные задания по химии требуют уверенного знания физических законов и умения пользоваться математическим аппаратом. Это основа фундаментальной подготовки будущих военных инженеров разных специальностей.

Большинство олимпиадных задач имеют практическую направленность, в частности по химии: расчет выхода целевого продукта реакции, нейтрализация потенциально опасных отходов, получение металлов методом электролиза, полимерные материалы для кораблестроения, синтез продуктов химической промышленности, составы авиационных сплавов, применение катализаторов для окисления вредных газов, состав антифризов и т.д.

Для будущего военного специалиста несомненно необходимы такие знания, в частности по химии, как анализ воздуха герметичных помещений, горючесмазочные материалы, водоподготовка и контроль качества воды на кораблях ВМФ, вещества и материалы для судоремонта и поддержания живучести корабля. Для военных специалистов необходимы задания по таким важным темам, как радиационное действие излучения на вещества и материалы, вещества и рецептуры для дезактивации, физико-химические основы пожаротушения. Такие необходимые военному моряку знания отвечают соответствующим квалификационным требованиям и формируют профессиональные и военно-специальные компетенции будущего морского инженера.

При подготовке к олимпиадам преподаватели делают упор на практически важные моменты. Например, по химии, курсанты изучают способы получения, физические и химические свойства основных классов неорганических и органических веществ, их практическое значение для промышленности и военного дела, в частности свойства химических соединений, положенных в основу изолирующих средств защиты органов дыхания, корабельных средств регенерации воздуха; изучают свойства веществ, используемых в корабельных химических индикаторных средствах, а также вещества, применяемые при спецобработке и при контроле объектов окружающей среды /5/.

Погружаясь в олимпиадные задания, курсанты используют основные понятия и законы фундаментальных дисциплин, знания о строении вещества, о свойствах материалов, общие закономерности природных и технических процессов, методы проведения измерений и исследований. Они учатся использовать основные понятия о технических системах и процессах в профессиональной деятельности, при освоении вооружения и морской техники, использовать методы расчетов для оценки количественных характеристик процессов, протекающих в корабельных условиях, использовать фундаментальные законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.

Знания, полученные при углублённом изучении фундаментальных дисциплин в период подготовки к олимпиадам, помогают освоению и используются в дальнейшем при изучении общепрофессиональных и специальных дисциплин. В Таблице 1 представлена связь фундаментальных и специальных дисциплин на примере химии.

Таблица 1.

Связь фундаментальных и специальных дисциплин

Фундаментальные химические дисциплины	Общепрофессиональные и специальные дисциплины
«Общая химия»	«Материаловедение», «Сопротивление материалов», «Экология»
«Неорганическая химия»	«Радиационная, химическая и биологическая защита», «Средства регенерации и очистки воздуха»
«Органическая химия»	«Химия физиологически активных веществ», «Оружие массового поражения, выявление и оценка РХБ обстановки»
«Аналитическая химия»	«Радиохимический и химический контроль», «Устройство и эксплуатация средств химической и неспецифической биологической разведки»
«Физическая химия»	«Процессы и аппараты военно-химической технологии», «Системы электрохимической регенерации воздуха ПЛ»
«Коллоидная химия»	«Зажигательное оружие и средства снижения заметности», «Средства защиты»

Многие олимпиадные задания предполагают решение ситуационных задач, которые соответствуют типовым профессиональным задачам, характерным для практики служб ВМФ. Решение таких заданий проводится с элементами научного исследования. В некоторых случаях специально конструируются исследовательские задания и проблемные задачи, требующие нетривиального подхода. Таким образом, при подготовке и проведении олимпиад реализуется

переход от информационно-объяснительного обучения к инновационно-действенному.

Участие в олимпиадах формирует волю к победе, соревновательный дух, умение держать удар, действовать в незнакомой ситуации, быстро находить нужное решение – все эти качества, крайне необходимы будущему военному специалисту! Важно умение работать в команде, товарищеская взаимовыручка, лидерские качества капитанов.

Олимпиады стимулируют курсантов к профессиональному и личностному развитию, способствуют формированию мотивации получения знаний в течение всей жизни.

Однако стоит отметить проблемные вопросы и предложить пути их решения (Таблица 2).

Таблица 2.

Проблемные вопросы и пути их решение

Проблемы	Решение
Отрыв курсантов от занятий и консультаций	Зачисление курсантов в ВНС кафедры и работа по отдельному графику
Большие перерывы в период подготовки к олимпиадам	Перевод способных курсантов на индивидуальное обучение
Болезнь курсантов, особенно в период эпидемий	Выдача заданий повышенного уровня сложности на самостоятельную проработку с последующим разбором на консультациях
Участие продвинутых курсантов одновременно в нескольких олимпиадах	Индивидуальный график подготовки по разным дисциплинам
Ограничения коммуникаций в период пандемии коронавируса	Проведение олимпиад в режиме on-line прокторинга
Мотивация курсантов и преподавателей к подготовке и участию в олимпиадах	Для курсантов – выставление оценки за экзамен «автоматом», для преподавателей – дополнительные баллы в рейтинге

В Международной студенческой Интернет-олимпиаде /2/ ежегодно принимают участие примерно 5-6 тысяч студентов из 120 вузов разных стран (Россия, Белоруссия, Туркмения, Казахстан, Узбекистан, Молдова, Словения, Болгария, Армения, Азербайджан, Венгрия, Израиль и др.). 1 тур проходит в вузах-участниках в on-line режиме 20 заданий на 180 минут. 2 тур проходит в базовых вузах (Национальных и Федеральных университетах) в очной форме 12 заданий на 180 минут. В период пандемии 1-ый и 2-ой туры проводились вузами самостоятельно в форме on-line в режиме прокторинга. (Фото 1).



Фото 1 – Проведение интернет-олимпиады в режиме прокторинга

Прокторинг - современный дистанционный режим коммуникации, позволяющий общаться дистанционно и объективно оценивающий результаты участников. Прокторинг – это дистанционное наблюдение, протоколирование и оценка поведения пользователей при прохождении on-line испытания. Контроль дистанционных экзаменов помогает минимизировать вероятность списывания и нечестной сдачи, снижает риски, связанные с репутацией и организационными расходами, повышает доверие к результатам тестирования участников.

Во время тестирования с прокторингом система ведет непрерывную запись с web-камеры и микрофона, встроенных или подключенных к компьютеру пользователя. Кроме этого, для более точного контроля поведения тестируемого, система ведет запись экрана монитора. Благодаря этим данным искусственный интеллект системы прокторинга может фиксировать широкий спектр возможных нарушений.

После завершения тестирования формируется оценка степени доверия к результатам тестирования в процентах, формируется интерактивный протокол с видеозаписью всех трансляций, поминутной детализацией зафиксированных нарушений.

Именно благодаря системе on-line тестирования в режиме прокторинга нашим курсантам удалось участвовать в олимпиадных состязаниях на расстоянии, так как ограничения, связанные с пандемией, не позволяли им приехать в базовый вуз лично.

Результаты участия курсантов ВМПИ в Международной Интернет-олимпиаде по химии за последние несколько лет:

- 2015- 2016 2 место (три серебряные медали)
- 2016-2017 4 место (без медали)
- 2017-2018 3 место (одна бронзовая медаль)
- 2018- 2019 3 место (две бронзовые медали)

- 2019-2020 1, 2, 3 место (золотая, серебряная, бронзовая медали)
- 2020-2021 2 и 3 место (две серебряные и одна бронзовая медали).

Победители Международной Интернет-олимпиады награждаются медалями и дипломами I, II и III степени, размещаются в фото-интернет-галерее призеров. Это приятно, полезно и почётно как для наших курсантов, так и для преподавателей, а также для вуза в целом. ВУНЦу присвоен баннер с логотипом Международной интернет-олимпиады /2/.

Выводы

- Подготовка и проведение предметных олимпиад не только развивает мышление и формирует научный кругозор будущего военного специалиста, но имеет прикладную направленность для ВМФ в соответствии с КТ.
- Участие курсантов ВМПИ в олимпиадах разного уровня, вносит огромный вклад в становление будущего военного специалиста и формирует как культурные, так и профессиональные, в том числе военно-профессиональные, компетенции.
- Олимпиадное движение реализует развивающее обучение, переход от информационно-объяснительного подхода к инновационно-действенному.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лунин В.В. и др. Всероссийские олимпиады. – М.: Просвещение, 2012, 144 с.
2. Открытые Международные интернет-олимпиады. – <http://www.i-exam.ru>.
3. Открытая международная студенческая Интернет-олимпиада по дисциплине «Химия». Аналитический отчет по результатам I (вузовского) тура, 2021. – <http://www.i-exam.ru>.
4. Пак М.С. Теория и методика обучения химии.-СПб, «Лань». 2018, 368 с.
5. Стрельникова Г.И. Методические рекомендации по подготовке курсантов к международной интернет-олимпиаде по химии.- Спб.: ВМПИ ВУНЦ ВМФ «Военно-морская академия», 2019, 43 с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СИЛОВЫЕ ПРИВОДЫ КОРАБЕЛЬНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И СУДОВЫЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОДВИЖЕНИЯ МОРСКИХ ОБЪЕКТОВ

Аннотация.

В статье приведены результаты сравнительного анализа типов перспективных силовых приводов корабельных источников электроэнергии зарубежных стран и кораблей ВМФ России, проектирования, испытания и эксплуатации новых типов судовых электроэнергетических систем (СЭЭС) и систем электродвижения (СЭД). Перспективными направлениями развития СЭЭС и СЭД является использование новых типов электрических машин, в том числе синхронных машин, в том числе синхронных машин с возбуждением на постоянных магнитах, нового поколения полупроводниковых преобразователей, включая активные выпрямители.

В ближайшие годы предполагается широкое внедрение единых электроэнергетических систем с распределением электроэнергии на постоянном токе, многоканальных электроэнергетических систем и комбинированных импульсивных установок.

Основной особенностью корабельных первичных двигателей генераторов является реализация в их конструкции принципа минимизации массогабаритных показателей. Для кораблей с электродвижением применяются в качестве первичных двигателей как дизель-генераторы, так и газотурбо-генераторы [18-19].

Дизельные энергетические установки получили наибольшее распространение на кораблях и судах ВМФ благодаря своим достоинствам, к которым, как правило, относят высокую топливную экономичность дизелей в широком диапазоне нагрузок.

При этом реализация высоких дальностей плавания для кораблей основных классов (не менее 5000 миль для корветов, 6000 миль для фрегатов и 7000 миль для эсминцев) возможна только при использовании дизельных двигателей на маршевых ходах, включаемых в состав главной энергетической установки.

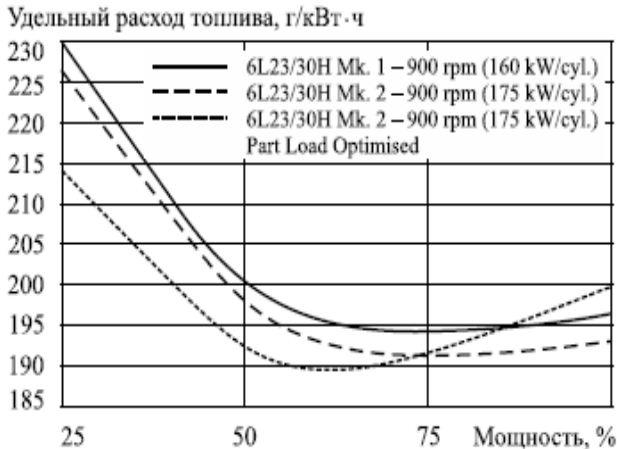
Применение газотурбинных двигателей (ГТД) в составе главной энергетической установки обусловлено в силу их высокой агрегатной мощности при минимальных габаритах и массе. Так, например, агрегатная мощность отечественных корабельных ГТД М90ФР достигает уровня 20 МВт, а зарубежных до 36 МВт. Агрегатная мощность отечественных корабельных среднеоборотных дизельных двигателей (Д500) не превышает 7500 кВт, а зарубежных более 10000 кВт, что недостаточно для обеспечения скоростей полного хода 30 узлов и более, при укомплектовании главной энергетической установки только-лишь главными дизельными двигателями, не взирая на их высокую экономичность [1].

Таблица 1

Обобщенная таблица характеристик основных первичных двигателей

Наименование	Удельный расход топлива при номинальной мощности кг/(кВт ч)	Удельная масса, кг/кВт	Агрегатная мощность, кВт
Высокооборотный дизель	0.2-0.21	1,9-11,6	до 10000
Газотурбинный двигатель простого цикла	0.25-0.27	0.30	до 40000
Газотурбинный двигатель сложного цикла	0.2-0.23	2.7-3.4	в н.вр. до 25000

Анализ надводных кораблей с электродвижением показал, что в основном применяются дизель-генераторы диапазоном мощности агрегата от 280 кВт до 3000 кВт, при этом наиболее востребован диапазон мощностей 1500 кВт - 2000 кВт.



Кривая удельного расхода топлива дизель-генераторов в зависимости от нагрузки

Характеристики экономичности дизель-генераторов, особенно на частичных режимах нагрузки приведены на рисунке 1.1.

В настоящее время отечественными предприятиями разработаны и серийно поставляются на морские объекты ВМФ следующие модели дизель-генераторов: «АДГ-630»; «АДГ-1000», «АДГ-1600» [20,21,22].

Обоснование номинального режима нагрузки двигателя производится по условию обеспечения надежности. Использование дизель-генераторов на максимальной мощности не рекомендуется, так как это приводит к снижению срока его службы и увеличению относительного расхода топлива.

Таблица 1

Характеристики отечественных дизель-генераторов

Наименование	АДГ-630	АДГ-1000	АДГ-1600
Мощность на клеммах, КВт	630	1000	1600
Габаритные размеры, м	4500×1620×2370	5379×1655×2280	6722×1928×2370
Удельный расход топлива, гр/КВт*ч	229	245	229

Как правило, судовые дизели используются в наиболее экономичном режиме при мощности равной 85–95% от номинальной [21].

По этой причине судовая электростанция должна работать в длительном режиме при мощности, не превышающей $K_p \cdot N$, где, $K_p=0.85$ - коэффициент экономичности первичного двигателя, при этом обеспечивая движение морского объекта и питание потребителей собственных нужд. Для дизельных двигателей это является также и наиболее экономичным режимом работы.

Наиболее широко применяемые для кораблей с частичным электродвижением охватываются дизель-генераторными установками «MTU», а также есть и другие, как например, «Isotta-Fraschini», «Wartsila».

Дизель-генераторные установки «MTU «4000», устанавливаемые на фрегатах «ТУРЕ 23», «ТУРЕ 26», «F125» оснащены современными мерами шумоподавления и ударпрочности и отличаются исключительной надежностью (см. рис. 1).



Наименование	Характеристики
Мощность номинальная КВт	3015
Частота вращения об/мин	1800
Масса, т	19,9
Расход топлива гр/КВт*ч	197
Габаритные размеры, м	6.3x2.3x1.8

Рис. 1 - Дизель-генераторы «MTU «Type 20V 4000 M53B»

Дизель-генераторы установлены на собственных упругих креплениях внутри, а весь корпус также установлен на постоянных креплениях, чтобы изолировать его от конструкции корпуса. Особенно важно, чтобы дизель-генераторы не излучали шум, так как большая часть режимов движения корабля при решении задачи ПЛО, на которых используются дизель-генераторы проходит на малых и средних скоростях до 15-20 узлов.

Дизель-генераторы «Isotta-Fraschini» применяется на итальянских фрегатах с электродвижением и их технические характеристики представлены на рис. 2, 3.



Наименование	Характеристики
Мощность номинальная КВт	2190
Частота вращения об/мин	1800
Масса, т	30
Расход топлива гр/КВт*ч	215
Габаритные размеры, м	6.0x2.5x3.1

Рис. 2 - Характеристики дизель-генератора Isotta-Fraschini V1716C2ME

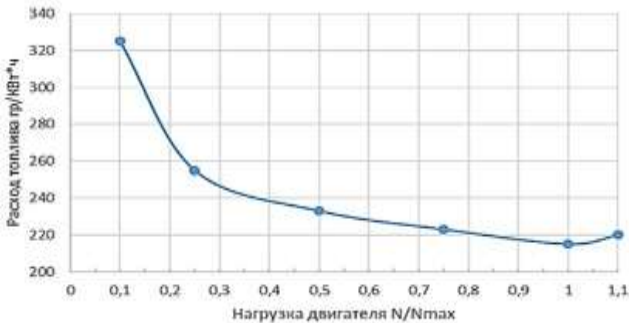


Рис. 3 - Кривая удельного расхода топлива от нагрузки двигателя «Isotta-Fraschini V1716C2ME»

В качестве приводов дизель-генераторов эсминца «Туре 45» используются дизельные двигатели типа «12V200» фирмы «Wartsila», что позволяет улучшить экономичность энергетической установки в целом, так как движение на малых ходах корабля может осуществляться за счет работы более экономичных дизель-генераторов (см. рис. 4, 5.)



Наименование	Параметры
Мощность, кВт	2000
Частота вращения, об/мин	1500
Габаритные размеры, м	3.9x1.1x1.8
Масса, т	14,6
КПД генератора	97,5%
расход топлива г/кВт*ч	180

Рис. 4 - Дизель-генератор «12V200» фирмы «Wartsila» эсминца «ТУРЕ 45»

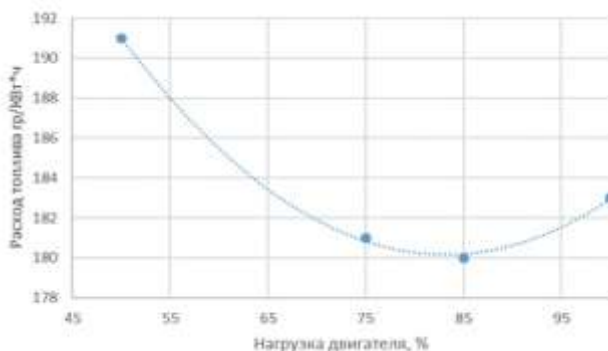


Рис. 5 - Диаграмма удельного расхода топлива дизель-генератора «12V200» фирмы «Wartsila» в зависимости от нагрузки

Дизель-генераторы с изменяемой скоростью имеют преимущества в экономичности благодаря возможности изменения скорости вращения в зависимости от нагрузки, в отличие от двигателей с фиксированной скоростью при работе с неполной загрузкой [20]. Дизель-генераторы в системах электродвижения с изменяемой скоростью вращения на режимах работы с неполной нагрузкой позволяют существенно снизить расход топлива и вредные выбросы (см. рисунок 6). На текущий момент системы электродвижения, с такими двигателями изготавливают и поставляют такие производители, как «ABB», «MAN», «Siemens», «Caterpillar». [20].

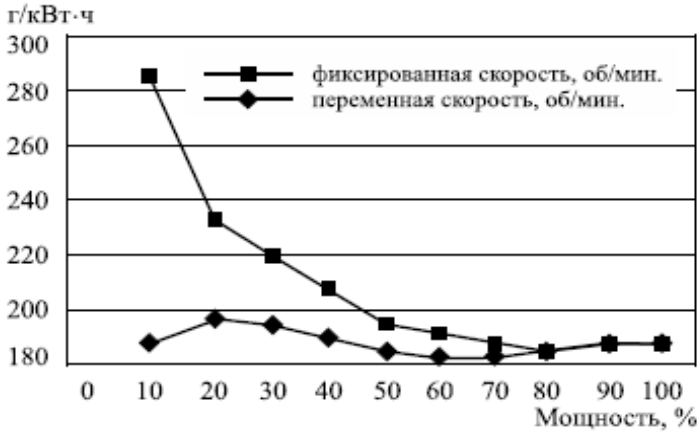


Рис. 6 – Сравнение удельных расходов топлива дизельных двигателей с фиксированной и изменяемой скоростями вращения [20].

Обоснование и выбор количества и мощности дизель-генераторных агрегатов при проектировании является многокритериальной задачей. Мощность судовых приемников, работающих в конкретный момент времени, зависит от многих факторов, в том числе от режима эксплуатации судна. На кораблях с автономной электростанцией одним из режимов эксплуатации является стояночный режим у причала или при стоянке на якоре, когда нагрузка приемников электроэнергии снижается до минимума. Данный режим на бывает довольно продолжительным, и для питания общесудовых приемников электроэнергии в составе судовой электростанции используется стояночный дизель-генератор, мощность которого значительно меньше мощности вспомогательных агрегатов, что способствует увеличению количества генераторных агрегатов.

Масса дизельных двигателей по результатам анализа статистики можно представить в виде следующей регрессионной зависимости – $P = a \times N^b$, где a, b – параметрические коэффициенты.

По мнению ряда авторов, [2,9,17,23,24] создание и внедрение судовых электростанций на базе вентильных дизель-генераторов позволит уменьшить количество генераторных агрегатов, в частности отказаться от применения стояночных дизель-генераторов, значительно уменьшить расход горюче-смазочных материалов и подойти к решению проблемы выбора количества и мощности генераторных агрегатов и комплектации судовой электроэнергетической системы.

Традиционное решение задачи компоновки судовой электроэнергетической системы путем выбора минимального количества дизель-генераторов, работающих с постоянной частотой вращения и нагрузкой, близкой к номинальной, при изменении режима эксплуатации судна является трудно реализуемым.

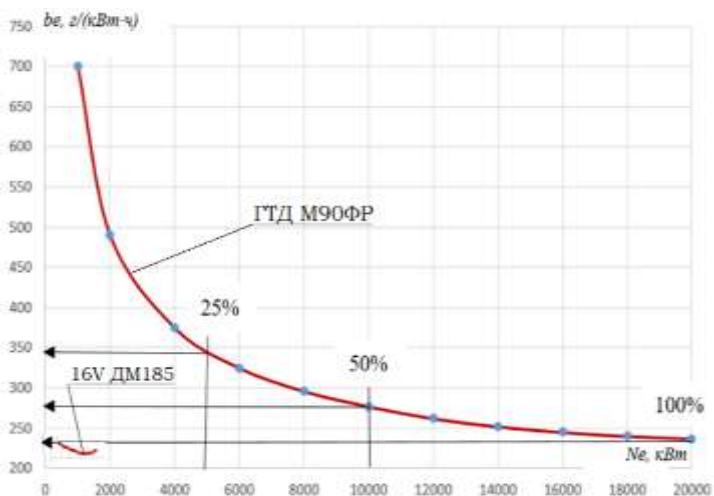


Рис. 7 – Сравнительная характеристика изменения удельного расхода топлива ГТД М90ФР и дизеля ДМ-185

Из основных источников электроэнергии на современных морских объектах являются дизель-генераторы (ДГ), работающие с постоянной частотой вращения. Нагрузка на судовой электростанции (СЭС) меняется в широком диапазоне в разных режимах эксплуатации морского объекта, что приводит к изменению нагрузки на ДГ. Работа ДГ с постоянной частотой вращения при работе на долевой нагрузке имеет ряд недостатков, к которым следует отнести увеличение расхода горюче-смазочных материалов, снижение КПД и ресурса приводного дизеля [3], [4].

Решение проблемы связано с увеличением количества ДГ в составе СЭС или изменением их режима эксплуатации. В первом случае увеличивается стоимость оборудования и эксплуатационные расходы, во втором необходимо реализовать режим работы ДГ с переменной частотой вращения в функции изменения нагрузки с поддержанием постоянства параметров вырабатываемой электроэнергии. Для стабилизации электрических параметров (напряжения и частоты) в судовой сети при переменной частоте вращения генератора применяется полу проводниковый преобразователь (ПП). Приводной двигатель вместе с генератором и ПП образуют вентильный генераторный агрегат (ВГА).

Традиционный ГА во всем диапазоне изменения нагрузки работает с частотой вращения, близкой к номинальной. Нагрузка на судовой электростанции меняется в широком диапазоне в разных режимах эксплуатации морского объекта, что приводит к изменению нагрузки на ГА. Работа ГА с постоянной частотой вращения при работе на долевой нагрузке имеет ряд недостатков, к которым следует отнести увеличение расхода горюче-смазочных материалов, снижение КПД и ресурса приводного дизеля. [5].

Решение проблемы связано с увеличением количества ГА в составе СЭС или

изменением их режима эксплуатации. Традиционно на морских объектах применяется электростанция, в состав которой входят однотипные генераторы равной мощности, работающие с постоянной частотой вращения. Количество таких генераторов не менее двух. Как правило, на морских объектах применяется СЭС в количестве четырех и более генераторов.

На факультете судовой электроэнергетики в Государственном университете морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова на ДГ фирмы *Caterpillar* модели 3406 в период с 2008 по 2012 г. были проведены экспериментальные исследования работы приводного дизеля с переменной частотой вращения.

Номинальные параметры вспомогательного дизеля: мощность $N_e = 309$ кВт, номинальная частота вращения $n = 1500$ об/мин. В ходе проведения исследований с помощью электронного флоуметра определялся удельный расход топлива вспомогательного дизеля при изменении нагрузки в диапазоне от номинальной величины до холостого хода. Частота вращения при этом уменьшалась в диапазоне от номинальной до 80 % от номинальной величины [6].

На основании результатов проведенных экспериментальных исследований построена оптимальная с точки зрения расхода горюче-смазочных материалов характеристика изменения частоты вращения ДГ в функции изменения нагрузки (рис. 8). При уменьшении нагрузки ДГ до 60 % и менее от номинальной величины целесообразно снижать частоту вращения вспомогательного дизеля с целью экономии горюче-смазочных материалов. При работе ДГ с нагрузкой менее 30 % оптимальная частота вращения составляет 80-85 % от номинальной величины.

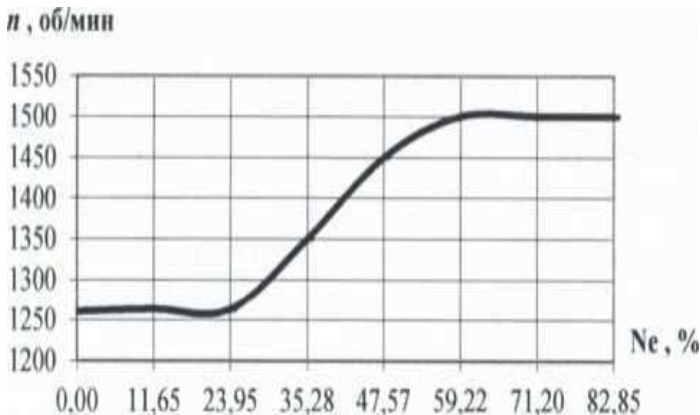


Рис. 8 – Оптимальная характеристика изменения частоты вращения дизель-генератора *Caterpillar* 3406 в функции изменения нагрузки

Зависимость изменения разности удельного расхода топлива при эксплуатации ДГ по регуляторной и оптимальной характеристикам приведена на рис. 11 [7], [8].

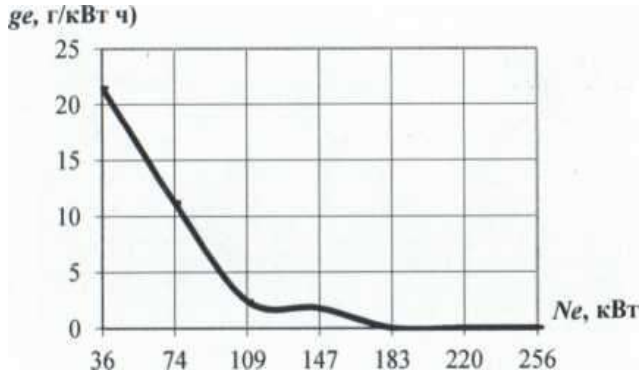


Рис. 9 – Разность удельного расхода топлива при эксплуатации дизель-генератора *Caterpillar* 3406 по регуляторной и оптимальной характеристикам

Результаты экспериментальных исследований показали, что работа ДГ с переменной частотой вращения в функции изменения нагрузки позволит уменьшить удельный расход топлива на 10-20 % при работе на долевой нагрузке. Кроме того, при снижении частоты вращения работа дизеля при долевой нагрузке не ограничивается по времени. Рекомендуемое снижение частоты вращения не превышает 15-20 % от номинального значения, что реализуемо в серийных ДГ. Снижение частоты вращения ДГ приводит к изменению частоты тока и напряжения в судовой сети.

В состав ВДГА входит приводной дизель, работающий с переменной частотой вращения, синхронный генератор с электромагнитным возбуждением и полупроводниковый преобразователь. В состав ВТГА входит приводная турбина, работающая с переменной частотой вращения, синхронный генератор с возбуждением на постоянных магнитах и ПП. Генератор в составе ВТГА целесообразно выполнять высокооборотным с возбуждением на постоянных магнитах [44], [46]. Первый отечественный вентильный генератор на постоянных магнитах мощностью 4 МВт с частотой вращения 14 000 об/мин.

Вентильный генератор (ВГ) состоит из синхронного генератора на постоянных магнитах с водяным охлаждением и ПП со звеном постоянного тока. ВГ создан в АО «РЭПХ» в 2014 г. при участии АО «НПЦ «Электродвижение судов» [9], [10].

Помимо источников на базе вращающихся электрических машин на морских объектах устанавливаются статические источники и накопители электроэнергии (СИЭ), в первую очередь щелочные и кислотные аккумуляторные батареи (АБ).

Относительно низкие технико-эксплуатационные характеристики АБ традиционных типов, такие как низкая удельная емкость, низкий ток заряда-разряда, а также ограниченное количество циклов заряда-разряда ограничивают область их применения аварийным электроснабжением морского объекта и электростартерным запуском тепловых двигателей. Вместе с тем ужесточение экологических норм и рост цен на топливо он обуславливают необходимость и

целесообразность поиска для судов и морских объектов других видов источников электроэнергии, которые можно использовать в качестве основных, в том числе для питания СЭД [11], [12].

Благодаря достижениям силовой преобразовательной техники и появлению новых и перспективных электротехнических материалов с высокими удельными показателями в последнее десятилетие активное развитие и распространение как в промышленности, так и на морском транспорте получают СИЭ нового поколения, к которым относятся аккумуляторные батареи (АБ) на новой элементной базе, суперконденсаторы (СК), солнечные батареи (СБ), топливные элементы (ТЭ).

СИЭ являются источниками электроэнергии постоянного тока для повышения напряжения и преобразования в переменный ток применяют ПП. Наиболее перспективным является применение на современных морских объектах АБ на новой элементной базе и СК. АБ на новой элементной базе и СК могут использоваться в двух режимах эксплуатации:

- *буферном*, в котором статический источник работает параллельно с основными, поглощая избыток и восполняя недостаток электроэнергии
- *автономном*, в котором СИЭ функционирует в качестве основного источника, вырабатывая электроэнергию при отключенных ГА.

Применение СИЭ в буферном режиме позволяет существенно снизить расход топлива в динамических режимах эксплуатации СЭД на морских объектах при ходе во льдах или при сильном волнении.

Применение СИЭ в автономном режиме особенно актуально в связи с ужесточением экологических требований к морским объектам. В частности, в ряде акваторий полностью запрещены как сбросы загрязняющих веществ в воду, так и выбросы в атмосферу, т. е. полностью запрещено применение тепловых двигателей. Единственным возможным вариантом обеспечения хода морских объектов в таких условиях является применение СИЭ. Эксплуатация СИЭ возможна в автономном и буферном режиме (для АБ и СК), режиме параллельной работы с генераторными агрегатами или с береговой сетью. В режиме заряда могут работать только АБ и СК.

В автономном режиме могут работать все типы СИЭ. В автономном режиме работает один из источников СИЭ, при этом происходит разряд СИЭ (отдача электроэнергии в сеть). АБ, ТЭ и СБ имеют ограниченные максимальные токи нагрузки. Для обеспечения пусковых токов электродвигателей, запускаемых прямым пуском, могут применяться СК. Наиболее распространенным типом СИЭ, используемым для работы в автономном режиме, является АБ.

В буферном режиме работают только АБ и СК. При работе СИЭ в буферном режиме может происходить как заряд, так и разряд. В буферном режиме при разряде СИЭ характерна кратковременная работа - компенсация мощности на момент резкого изменения нагрузки (при работе подъемно-транспортных машин, палубных механизмов и т.д.). За счет этого компенсируется инерционность ДГ и уменьшается количество генераторных агрегатов, находящихся в работе, что ведет к значительному сокращению эксплуатационных затрат. Заряд СИЭ может осуществляться кратковременно большим током (характерно для СК) или продолжительно ограниченным током

(характерно для АБ). Для СК такой буферный режим работы в большинстве случаев является основным.

В режиме параллельной работы (СИЭ нескольких типов, СИЭ с генераторными агрегатами) могут эксплуатироваться все типы СИЭ. Вопросы синхронизации и распределения нагрузки решаются с помощью полупроводниковых преобразователей и систем автоматического управления. Распределение нагрузки между параллельно работающими СИЭ разных типов может происходить непропорционально и будет зависеть от номинальной емкости источника. ТЭ и СБ работают в основном в параллельном режиме с судовыми генераторными агрегатами или с другими типами СИЭ [13], [14].

АБ имеют ограниченные токи заряда и разряда. Величина тока заряда зависит от типа СИЭ. При нормальном режиме заряда для АБ характерны ограниченные токи заряда (0,2-0,5 С). Заряд АБ током выше номинального (1С) считается ускоренным. В режиме ускоренного заряда АБ необходимо соблюдать температурные режимы. Ускоренный заряд АБ может оказывать негативное влияние на ее срок службы.

СК обладают одинаково высокой эффективностью при заряде и разряде и практически не имеют ограничений по токам заряда разряда.

Скорость заряда СК зависит от ограничительной способности по пропускаемому току полупроводникового преобразователя, совместно с которым СК используется [15], [16].

Помимо источников на базе вращающихся электрических машин на морских объектах устанавливаются статические источники и накопители электроэнергии (СИЭ), в первую очередь, щелочные и кислотные АБ. Относительно низкие технико-эксплуатационные характеристики АБ традиционных типов, такие как низкая удельная емкость, низкий ток заряда-разряда, а также ограниченное количество циклов заряда-разряда ограничивают область их применения аварийным электроснабжением морского объекта и электростартерным запуском тепловых двигателей. Вместе с тем ужесточение экологических норм и рост цен на топливо обуславливают необходимость и целесообразность поиска для морских объектов других видов источников электроэнергии, которые можно использовать, в качестве основных, в том числе для СЭД.

Судовые ЕЭЭС и СЭД находят все более широкое применение на морских объектах различного назначения и водоизмещения. Опыт эксплуатации первых отечественных судов с ЕЭЭС и СЭД переменного тока как с ВРК, так и с прямой передачей вращающего момента на винт подтвердил высокие технико-экономические характеристики и целесообразность применения данных систем на морских объектах. Создание ЕЭЭС и СЭД является сложной научно-технической задачей. Опыт проектирования первых отечественных судов с ЕЭЭС и СЭД переменного тока показал необходимость применения математического и компьютерного моделирования на стадии технического проектирования. На этапе компьютерного моделирования путем проведения вычислительных экспериментов определяется качество электрической энергии в судовой сети, проверяется статическая и динамическая устойчивость ЕЭЭС с СЭД, рассчитываются переходные процессы в нормальных и аварийных режимах эксплуатации морского объекта.

Результаты вычислительных экспериментов должны подтвердить правильность заложенных технических решений, а также соответствие полученных результатов требованиям Правил РС и техническому заданию заказчика. Проведение стендовых испытаний оборудования ЕЭЭС и СЭД позволяет выполнить проверку оборудования, оценить адекватность результатов компьютерного моделирования, внести необходимые коррективы в созданную модель, отработать алгоритмы управления гребным электроприводом и другим оборудованием. На стадии ввода морского объекта в эксплуатацию необходимо проведение швартовых и ходовых испытаний, а для объектов ледового плавания дополнительно и ледовых испытаний. Испытания необходимо проводить по научно-обоснованным программам и методикам с учетом теории планирования эксперимента. На стадии швартовых испытаний ЕЭЭС с СЭД проверяется работоспособность оборудования с максимально возможной нагрузкой, ограниченной условиями проведения испытаний, проводится проверка работоспособности органов управления и защит. Во время проведения ходовых испытаниях проверяется устойчивость ЭЭУ во всех режимах эксплуатации, качество электроэнергии в судовой сети и переходных процессов при ходе на свободной воде и на волнении. При проведении ледовых испытаниях СЭД проверяется режим взаимодействия гребного винта со льдом, который сопровождается быстрыми переходными процессами изменения мгновенной частоты вращения, нарастания тока, момента сопротивления со стороны гребного винта, вращающего электромагнитного момента и мощности ГЭД.

Выводы:

Перспективным направлением развития СЭЭС является применение в качестве источников электроэнергии вентильных генераторных агрегатов, работающих с переменной частотой вращения, и вентильных статических источников электроэнергии. В настоящее время ведется строительство серии морских объектов проекта PV20S, на которых предусмотрено применение в качестве источников электроэнергии вентильных ДГ и распределение электроэнергии на постоянном токе.

К перспективным направлениям развития СЭД относится внедрение новых типов электрических машин, в том числе вентильно-индукторного типа и синхронных машин на постоянных магнитах, кольцевых двигательнo-двигательных комплексов, полупроводниковых преобразователей на базе активных выпрямителей, допускающих подключение к ГРЩ без применения силовых трансформаторов. Опыт эксплуатации отдельных морских объектов подтвердили целесообразность применения вентильно-индукторных ГЭД и активных выпрямителей в составе СЭД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барановский В.В. Общая проблематика разработки и создания перспективных корабельных газотурбинных двигателей многоцелевых надводных кораблей ВМФ/ Барановский В.В., Ефремов К.А. //Морской вестник; [Журнал]. –СПб, 2019. –№3.
2. Вершинин В.И. Построение гребного электропривода на базе вентильного двигателя с широтно-импульсной модуляцией / Вершинин В.И., Богданов А.Н. //Морской вестник; [Журнал]. –СПб,2015. –№2.
3. Григорьев А.В. Надежный источник электроэнергии/А.В. Григорьев// Электросистемы.-2005.-№ 2-3.
4. Григорьев А.В. Оптимальная регулировочная характеристика дизель-генераторного агрегата/А.В. Григорьев// Электросистемы.-2006.-№ 1(13).
5. Григорьев А.В. Основные направления развития судовых электроэнергетических систем и электродвижения/А.В. Григорьев// Морской флот: 2021.-№ 4 (1556).
6. Григорьев А.В. Энергетическая установка грузопассажирского парома проекта 00650/А.В. Григорьев, Е.А. Глеклер// Эксплуатация морского транспорта: сб. научн.ст.-Спб.:Тип. «Феникс», 2010.-№ 2 (60).
7. Григорьев А.В. Анализ режимов эксплуатации валогенераторных установок с преобразователями частоты и синхронными компенсаторами/А.В. Григорьев, Р.Р.Зайнуллин// Вестник ГУ МРФ им.адм. С.О.Макарова.- 2015.-№ 3(35).
8. Григорьев А.В. Внедрение вентильных дизель-генераторных агрегатов/А.В. Григорьев, Р.Р.Зайнуллин// Спб.: изд. ГУМРФ им.адм. С.О.Макарова.- 2019.- Т.1.
9. Григорьев А.В. Вентильный турбогенератор-источник электроэнергии нового поколения//Между. Научн.-практич. Конф. «Энергоэффективность энергетического оборудования»:сб.тр./А.В. Григорьев, Р.Р.Зайнуллин, С.М. Мальшев Спб.- 2014.
10. Григорьев А.В. Перспективы внедрения вентильных газотурбогенераторов на морском флоте/А.В. Григорьев, Р.Р.Зайнуллин, С.М. Мальшев // Вестник ГУМРФ им.адм. С.О.Макарова.- 2016.-№ 1(35).
11. Григорьев А.В. Современные и перспективные статические источники электроэнергии на морских судах/А.В. Григорьев, Р.Р.Зайнуллин, С.М. Мальшев //Научно-технический сборник Российсколго морского регистра судоходства.- 2020.-№ 60/61.
12. Григорьев А.В. Опыт проектирования и испытания электроэнергетической системы и систем автоматического управления буровой установки «Арктическая»/А.В. Григорьев, А.В. Ишанин, А.Ю. Васильев//Эксплуатация морского транспорта.- 2012.-Вып. № 2 (68). – Спб..
13. Григорьев А.В. Повышение эффективности эксплуатации судовых дизельных электростанций /А.В. Григорьев, В.Ю. Колесниченко// Вестник ГУМРФ им.адм. С.О.Макарова. 2014.-№ 6(28).

14. Григорьев А.В. Судовой полупроводниковый преобразователь нового поколения/А.В. Григорьев и др.// Силовая электроника. 2010.-№ 4.

15. Григорьев А.В. Результаты экспериментальных исследований работы дизель-генераторов с отрицательной неравномерностью скоростной характеристики/А.В. Григорьев, Г.А.Новосёлов// Эксплуатация морского транспорта: 2005.-Вып.44.

16. Григорьев А.В. Анализ нагрузки дизель-генераторов нефтехимовозов в эксплуатационных режимах/А.В. Григорьев, А.А.Петров//Эксплуатация морского транспорта: 2005.-Вып.44.

17. Долгов В. А. Анализ основных методологических проблем и разработка методического обеспечения математического моделирования мощных вентильных электроприводов : отчет о НИР / В. А. Долгов. – СПб. : ВМИИ, 2006.

18. Иванов Р.А., Кудинович И.В., Хорошев В.Г., Струев В.П. Задачи отечественного двигателестроения по обеспечению текущих и перспективных потребностей морской энергетики. Труды Крыловского государственного научного центра. 2019; 2(388)

19. Исаев А.П., Климова Е. В., Колосов К. К.Направления повышения технического уровня судовых энергетических установок//Вестник АГТУ; [Журнал]. – Астрахань, 2009. – №1.

20. Казанов С.А. О проблемах выработки электроэнергии в системах электродвижения кораблей и судов. Труды Крыловского государственного научного центра. 2021; 3(397)

21. Никитин В.С., Половинкин В.Н., Барановский В.В. Современное состояние и перспективы развития отечественных корабельных дизельных энергетических установок. Труды Крыловского государственного научного центра. 2017; 2(380)

22. Решения для судостроения.- РУСЭЛПРОМ, 2013 // URL: <https://www.ruselprgom.ru>.

23. Сеньков А. А. Сравнение параметров обмоток моментных вентильных электродвигателей : материалы Региональной научно-технической конференции с международным участием «Кораблестроительное образование и наука - 2005» Санкт-Петербург 25-28 октября 2005 год. – СПб. : ГМТУ, 2005.

24. Слезановский О. В. Системы подчиненного регулирования электроприводов переменного тока с вентильными преобразователями. – М. : Энергоатомиздат, 1983.

АНАЛИЗ ВЗАИМОСВЯЗИ УМЕНИЯ ПРИМЕНЯТЬ ЗНАНИЯ В ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И САМООЦЕНКИ КУРСАНТОВ ПРИ ОБУЧЕНИИ МАТЕМАТИКЕ

Аннотация.

В докладе анализируются проблемы формирования умений применять знания в единстве с самооценкой у курсантов при обучении математике, оценивается состояние умения применять знания курсантами в профессиональной деятельности, влияние самооценки на успешность обучения, рассматриваются теоретические аспекты взаимосвязи умений применять знания на практике при обучении математике и самооценки курсантов.

Ключевые слова: применение знаний, обучение математики, самооценка.

Развитие высшего военного образования в современной социально-экономической и политической обстановке требует нового подхода к уровню военно-профессиональной подготовленности будущих военно-морских специалистов. Будущий офицер должен уметь самостоятельно использовать и применять достижения военной науки и техники, включаться в практическую деятельность, понимать, теоретически обосновывать и практически решать военно-профессиональные задачи, что в свою очередь, то требует умения применять полученные знания в практической деятельности.

Кроме того, в высшей военной школе образовательный процесс курсанта должен заключаться в моделировании и формировании будущей его профессиональной деятельности. Следовательно, уже на этапе обучения в военно-морском вузе курсант должен развивать исследовательское мышление, приобретать прочные и глубокие знания и профессиональные компетенции, а для этого необходимо их формирование осуществлять в единстве с развитием личности и, в частности, с развитием самооценки.

Федеральные государственные стандарты третьего поколения в соответствии с компетентным подходом, содержат перечень компетенций, представляющих собой интегральные личностные характеристики, выражающиеся в способностях выпускников применять полученные знания в решении практических задач.

Выявление сформированности интересующих нас умений проводилось среди курсантов первых и вторых курсов Военного института (военно-морского политехнического). Результаты проведенного эксперимента показали, что только 20 % курсантов владеют умениями применять знания в решении нестандартных учебных и практических задач. У 50 % курсантов, принявших участие в экспериментальной работе, не сформированы информационно-коммуникационные умения. Более 50 % курсантов испытывает затруднения в проведении исследовательской работы, проведении анализа, в выборе целесообразных методов решения задачи, систематизации и обобщения полученных результатов.

Основными причинами такого состояния умений применять знания на практике являются: 1) преобладание формального подхода к процессу обучения, преобладание тенденции учить конкретным способам решения задач, отсутствие у курсантов умений систематизировать и обобщать; 2) недостаточная разработанность содержательной и методической системы формирования умений применять знания на практике; 3) многие курсанты не видят профессиональной и личной значимости этих умений, не оценивают роста своих возможностей, необходимости настойчивости в поисках решения задач, что говорит о недостаточной зрелости их личности.

Анализ учебной и научной литературы показал, что далеко не все аспекты процесса подготовки обучающихся различных категорий применению знаний изучены в должной мере. Мало разработаны вопросы взаимосвязи формирования умений и развития личности, методов формирования умений в единстве с развитием личности. Вместе с тем здесь скрыты большие возможности формирования умений применять знания. Человек определенным образом относится к себе, к своим мыслям, умениям и стремлениям. Одни из них для него представляются ценными, необходимыми, к другим он равнодушен. И это сказывается на эффективности овладения и умениями. Отношение к себе, своим возможностям, результатам собственной деятельности, отвечающее требованиям общества, является необходимым условием развития личности специалиста высоко уровня, будущего военно-морского офицера. При этом функцию оценки своих знаний, своих качеств, отношения личности к самому себе выполняет самооценка.

В трудах военных педагогов и психологов (Г.А. Волковицкий, К.П. Иванов, В.П. Каширин, А.А. Кобенко, И.К. Радченко, Л.Н. Уваров, В.П. Яшанкин и др.) установлено, что адекватная, объективная и устойчивая самооценка является одним из важных средств формирования личности курсанта, который должен стать высококвалифицированным, дисциплинированным и исполнительным офицером, способным успешно выполнять служебные обязанности.

В публикациях различных ученых приведены данные, раскрывающие позитивное влияние применения знания на развитие оценочного отношения обучающихся различных категорий. Однако эти данные не раскрывают характера соотношения между овладением курсантами умениями применять знания и самооценочной деятельностью, что затрудняет научное обоснование практики формирования данных умений, разработку научно обоснованных рекомендаций решения этой задачи. Не выделены дидактические условия, при которых подготовка курсантов к применению знаний оказывает положительное влияние на самооценку, на развитие личности.

Выявленное состояние проблемы в теории, неудовлетворительное её решение на практике и социальная важность и определили актуальность данной работы.

В учебно-познавательных действиях курсантов хорошо просматриваются умения применять знания на практике во взаимосвязи с развитой самооценкой. Они справляются с большинством практических заданий по учебной программе, самостоятельно справляются с определением методов их выполнения. Курсанты осознают изменения в своих возможностях в решении задач как важного аспекта

своей личности, стремятся их приумножить; осознают свои способности к волевому усилию, проявляют высокую требовательность к их росту, осознают статус в коллективе как умеющих решать сложные задачи, стремятся его повысить.

Курсант – «это самоутверждающаяся, самореализующаяся в образовательном процессе вуза личность, способная к эффективной самоорганизации и саморегуляции своих действий и поступков». Основными функциями курсанта как субъекта деятельности он выделяет: самооценку (сопоставление потенциала, стратегии, процесса и результата своей деятельности и деятельности других), саморегуляцию (управление своим личностно-профессиональным развитием), самопознание (рефлексивная мыследеятельность субъекта, осознание себя самостоятельной, самоуправляемой личностью)» [2].

Остановимся на некоторых определениях «умения». В психолого-педагогической литературе существует несколько подходов к определению понятия «умение».

И.П. Подласый выделяет умения как готовность самостоятельно выполнять практические и теоретические действия на основе усвоенных знаний, жизненного опыта и приобретенных навыков» [5].

Умение – «освоенный человеком способ выполнения действия, обеспечиваемый совокупностью приобретенных знаний и навыков» [1].

По мнению психолога К.К. Платонова, умение – это способность выполнять определенную деятельность или действия в новых условиях, образовавшаяся на основе ранее приобретенных знаний и навыков [3].

То есть умение – это «владение способами (приемами, действиями) применения усваиваемых знаний на практике». Например, умение решать задачи по математике связано с владением такими приемами, как анализ условия задачи, сопоставление этого условия с усвоенными знаниями, мысленное нахождение способов решения задачи на основе применения тех или иных элементов усвоенных знаний, практические действия по решению задачи и, наконец, проверка правильности полученного результата.

Из приведенных определений видно, что умения применять знания на практике рассматриваются вне связи с личностью.

Рассмотрим определения, в которых умения рассматриваются в связи с развитием личности.

Умение – подготовленность к сознательным и точным действиям; приобретенная человеком способность целеустремленно и творчески использовать свои знания и навыки в процессе практической деятельности [1].

По К.К. Платонову умение обладает большой степенью осознанности. Их психологической основой является «понимание взаимоотношения между целью деятельности и способами ее выполнения» [4].

Здесь умения рассматриваются уже в связи с сознанием.

В этой связи в структуре умения можно выделить эмоциональные, интеллектуальные, волевые, мотивационные компоненты, которые формируются в системе умственных, волевых, сенсорных и двигательных действий, обеспечивающих достижение цели.

Рассматривая различные толкования понятия «умение» выделим важные, в контексте данного исследования, положения: 1) основу умения составляет применение знаний; 2) взаимосвязь умения с сознанием, творческим мышлением, саморегуляцией личности курсанта, т.е. с личностью курсанта в целом.

Разработке проблем самооценки посвящены исследования в отечественной и зарубежной психологии. Данными вопросами занимались: Б.Г. Ананьев, Л.И. Божович, И.С. Кон, А.И. Липкина, В.В. Столин, И.И. Чеснокова. В зарубежной литературе можно выделить работы А. Адлера, Р.В. Бернса, У. Джеймса, К. Роджерса, Э. Эриксона. А.В. Захарова выделяет самооценку как «принимаемые субъектом ценности, определяющие в дальнейшем специфику ее функционирования как механизма саморегуляции и самосовершенствования». Рубинштейн отмечает, что самооценка выражает фундаментальные свойства личности и наряду с другими факторами отражает ее направленность и активность.

Опираясь на анализ приведенных определений понятия «самооценка», в контексте данного исследования, мы сделали следующий вывод. Курсанты военно-морского вуза, оценивают себя по разным параметрам: 1) с психологической точки зрения (черт характера, способностей, и т.п.), 2) социального положения; 3) по отношению к тем или иным ценностям (моральным, военно-профессиональным, эстетическим и др.); 4) оценивает себя как субъекта деятельности. Самооценка курсанта складывается из множества оценок себя. Определяет меру активности курсанта, и адекватное представление о собственных достоинствах и недостатках, побуждает личность прилагать усилия для дальнейшего продвижения к вершинам профессионализма. Образовательный процесс в военно-морском вузе, а также служебная деятельность, развивающие рефлексивные способности, способствуют формированию у курсантов адекватных самооценочных представлений и профессиональной компетентности. Важной особенностью самооценки является, что именно она придает определенную направленность всему образовательному процессу в военно-морском вузе, процессу профессионального развития курсантов. Таким образом, уровень самооценки является необходимым условием успешности учебной и профессиональной деятельности курсантов военно-морского вуза.

Чтобы исследовать взаимосвязь умений применять знания и самооценки, обратимся к понятию «взаимосвязи». В научной литературе взаимосвязь рассматривается как «многоплановая характеристика сложных отношений между объектами. Она предполагает, во-первых, двухсторонний характер изменения предметов и явлений действительности», «когда изменение одного объекта приводит к изменению другого». Во-вторых, связи объектов могут устанавливаться на основании общности целей.

Рассмотрим с этих позиций «взаимосвязь умений курсантов применять знания на практике при обучении математики» и «самооценки».

О взаимосвязи умений применять знания на практике и самооценки свидетельствуют наши многочисленные наблюдения за курсантами первых и вторых курсов. Они показывают, что приобретаемые курсантами умения

применять знания в решении учебных задач или для анализа военно-профессиональной деятельности, возвышает в определенной степени курсанта в собственных глазах, повышает его статус в воинском коллективе, что также содействует росту его самооценки. Расширяются функции такого курсанта среди товарищей по учебной группе: он выступает консультантом, помощником в применении знаний, в некоторых ситуациях лидером и т. д. Это также содействует влиянию его самооценки на умения: рост самооценки побуждает курсанта ставить и решать все более сложные задачи овладения умениями применять знания, осознавать способы овладения этими умениями и т.п. Эти факты свидетельствуют о взаимосвязи умений курсантов применять знания на практике и самооценки при обучении математики в военных вузах ВМФ.

Самооценка выполняет функцию внутреннего регулятора поведения курсанта. От того, как курсант воспринимает и оценивает себя, зависит отношение к себе, характер его взаимоотношений с людьми. Наличие достаточно высокого уровня развития самооценки является необходимым условием сознания своих поступков, мотивов и целей поведения, самосправления своих ошибок и недостатков. Тем самым, она влияет на эффективность деятельности и дальнейшее развитие личности будущего офицера.

В чем же состоит влияние умений на развитие самооценки?

Выделим три компонента самооценки, по изменению которых можно судить об изменении самооценки под влиянием овладения умениями применять знания:

- 1) осознание курсантами своих возможностей в решении практических задач;
- 2) возрастание настойчивости в их решении;
- 3) повышения своего статуса в воинском коллективе как личной ценности.

По нашим наблюдениям, осознание курсантами новых возможностей решения задач, как ценности, порождает стремление к новым достижениям, вызывает у курсантов уважение к себе, порождает новые цели, все это приводит к заметным изменениям отношения самому к себе, к изменению самооценки, что можно рассматривать как один из важных ее параметров.

В решении практических задач на занятиях по математике часто возникают трудности. Успех часто зависит от того, насколько курсант окажется решительным и настойчивым в достижении требуемого результата: остановится перед трудностями или продолжит упорно добиваться цели. Таким образом, осознание роста настойчивости, способности к волевому усилию также является одним из важных параметров самооценки.

Эффективность овладения умением решать задачи на занятиях по математике, как показывает образовательная практика, определяется еще степенью признания коллективом учебной группы достижений, успехов, возможностей курсанта в данном виде деятельности. Если курсант осознает изменения в отношении коллектива к нему, в связи с его учебными способностями, то это повышает его ответственность перед коллективом, и, наоборот, ощущение своей бесполезности для других порождает равнодушие к коллективу, порой неприязнь, злость. Поэтому осознание роста своего статуса в воинском коллективе как личной ценности в связи с овладением умением применять знания на практике является также важным параметром самооценки.

Выделенная совокупность позволяет проследить эти изменения в самооценке.

Проведенный теоретический анализ показывает необходимость формирования умений применять знания на практике в единстве с самооценкой как обязательного условия личностно-профессионального развития будущих военно-морских офицеров, развитию у них заинтересованности и потребности в самоизменении, за счет актуализации собственного внутреннего потенциала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алёхин И.А., Анашкин О.А. и др. Военная педагогика. Учебник. – М.: Главное управление воспитательной работы вооруженных сил РФ, 2008. – 320 с.
2. Белошицкий А.В. Становление субъектности офицеров в образовательном процессе военного вуза: Монография //А.В. Белошицкий. – М., Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2006. – 232 с. С.19-20.
3. Платонов К.К. Проблемы способностей. – М.: Наука, 1972 – 312с.
4. Платонов К.К. О значении умений и навыков // Советская педагогика. – 1969. №11: 9.
5. Подласый И.П. Педагогика: 100 вопросов – 100 ответов: учеб. пособие для вузов/ И.П. Подласый. – М.: Владос-пресс, 2004. - 365 с.

Компьютерная верстка *Ю.О. Фадеева*

Подп. в печ. 20.02.2023	Изд. №11Д/23	Зак.
Формат 60×90 1/16	Печ. л. 20	Усл.-изд. л. 18,6

Типография ВИ (ВМП)