



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего об-
разования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Информационных технологий и систем безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(Бакалавр)

На тему «Оптимизация процессов управления бортовыми системами на основе

методов искусственного интеллекта»

Исполнитель Миндзаев Валерий Юрьевич

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доктор технических наук

(ученая степень, ученое звание)

Сухопаров Михаил Евгеньевич

(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

(подпись)

доктор технических наук, профессор

(ученая степень, ученое звание)

Бурлов Вячеслав Георгиевич

(фамилия, имя, отчество)

« » 2023г.

Санкт-Петербург

2023

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВЫМИ СИСТЕМАМИ	8
1.1 Виды бортовых систем	8
1.2 Классификация процессов управления бортовыми системами	15
1.3 Формулировка основной цели исследования.....	26
ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВЫМИ СИСТЕМАМИ.....	36
2.1 Характеристика подходов к оптимизации процессов на основе методов ИИ.....	36
2.2 Достоинства и недостатки существующих решений	42
ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПОДХОДА	48
3.1 Методика проведения эксперимента	48
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	63

ВВЕДЕНИЕ:

В современном мире корабельное вооружение и морские информационные системы играют ключевую роль в обеспечении безопасности, эффективности и успеха морских операций. Управление бортовыми системами, такими как системы навигации, связи, управления бортовым вооружением, контроля мореходности и другие, является сложной и ответственной задачей. Оптимизация процессов управления становится все более критической для достижения оптимальной производительности и реагирования на изменяющиеся условия и требования на море.

Современная морская отрасль сталкивается с рядом сложных вызовов, таких как рост глобальной конкуренции, увеличение масштабов операций, угрозы безопасности и необходимость эффективного использования ресурсов. Эти вызовы требуют разработки новых подходов и технологий для оптимизации управления бортовыми системами. В последние годы искусственный интеллект (ИИ) стал все более значимым и востребованным инструментом для решения сложных задач в различных отраслях. Применение методов искусственного интеллекта в области корабельного вооружения и морских информационных систем позволяет модернизировать способ управления, повышая эффективность, надежность и готовность к действиям на море. Оптимизация процессов управления бортовыми системами с использованием методов искусственного интеллекта позволяет автоматизировать принятие решений, улучшить прогнозирование, оптимально распределить ресурсы и снизить риск ошибок. Это может привести к сокращению времени реакции на угрозы, повышению эффективности выполнения задач и снижению нагрузки на экипажи судов. Однако, несмотря на потенциальные преимущества, оптимизация процессов управления бортовыми системами на основе методов искусственного интеллекта по-прежнему является активной областью исследований. Интеграция и адаптация методов искусственного интеллекта к специфическим потребностям и требованиям морских систем требует даль-

нейших исследований и разработок. В свете вышесказанного, данная выпускная квалификационная работа, нацеленная на исследование и разработку методов оптимизации управления бортовыми системами на основе искусственного интеллекта, посвящена актуальным научным задачам.

В качестве объекта исследования выступают устройства и узлы бортовых автоматизированных систем

В качестве предмета исследования выступают методы, модели и алгоритмы обеспечения параметрической оптимизации функционирования сетевых узлов инфраструктуры бортового оборудования на основе методов искусственного интеллекта

Целью данной выпускной квалификационной работы является исследование и разработка метода оптимизации процессов управления бортовыми системами на основе искусственного интеллекта в области корабельного вооружения и морских информационных систем. Для достижения этой цели поставлены и решены следующие научно-технические задачи:

1. Анализ существующих бортовых систем: Изучение существующих систем управления в области корабельного вооружения и морских информационных систем, их функций, требований и ограничений.

2. Исследование методов искусственного интеллекта: Обзор современных методов искусственного интеллекта, таких как машинное обучение, нейронные сети, генетические алгоритмы и другие, и их применимость к оптимизации процессов управления бортовыми системами.

3. Разработка алгоритмов оптимизации: Разработка новых алгоритмов и моделей искусственного интеллекта, адаптированных к специфическим потребностям корабельного вооружения и морских информационных систем. Эти алгоритмы должны быть способны эффективно обрабатывать и анализировать данные, принимать решения и предлагать оптимальные варианты действий.

4. Экспериментальное исследование и оценка эффективности: Проведение экспериментов или симуляций для оценки эффективности разра-

ботанных методов и алгоритмов. Сравнение результатов с существующими методами управления и оценка преимуществ, достигнутых с использованием искусственного интеллекта.

Методы исследования:

Для достижения поставленных целей и задач будут использованы следующие методы исследования:

1. Литературный обзор: Анализ научных статей, публикаций, книг и других источников, связанных с применением искусственного интеллекта в управлении бортовыми системами в области корабельного вооружения и морских информационных систем. Это поможет получить обзор текущего состояния исследований и выявить основные проблемы и прогресс в этой области.

2. Моделирование и симуляция: Создание компьютерных моделей и симуляций для воссоздания и анализа работы бортовых систем и их взаимодействия с окружающей средой. Это позволит проводить эксперименты и оценивать эффективность различных методов и алгоритмов оптимизации.

3. Разработка программного обеспечения: Реализация разработанных алгоритмов и моделей в виде программного обеспечения, которое будет использоваться для проведения экспериментов и симуляций. Это позволит проводить тестирование и анализировать результаты работы разработанных методов.

4. Статистический анализ: Применение статистических методов для анализа полученных данных и сравнения различных подходов. Это позволит сделать объективные выводы о преимуществах и эффективности разработанных методов оптимизации.

Все эти методы в совокупности позволят провести исследование и достичь поставленных целей, а также ответить на вопросы, связанные с оптимизацией процессов управления бортовыми системами на основе методов ис-

кусственного интеллекта в области корабельного вооружения и морских информационных систем.

Научная новизна данной работы заключается в исследовании и разработке методов оптимизации процессов управления бортовыми системами на основе методов искусственного интеллекта в области корабельного вооружения и морских информационных систем. Работа предлагает новый подход к решению сложных задач управления, используя передовые методы искусственного интеллекта, такие как машинное обучение и нейронные сети. Разработанные алгоритмы и модели предназначены для улучшения эффективности, надежности и безопасности морских операций.

Результаты данной работы имеют практическую значимость для индустрии корабельного вооружения и морских информационных систем. Применение методов искусственного интеллекта в управлении бортовыми системами может значительно повысить эффективность и надежность операций на море. Некоторые из практических выгод, которые можно ожидать от этой работы, включают:

1. Улучшение принятия решений: Разработанные методы и алгоритмы могут помочь автоматизировать процесс принятия решений, основанный на анализе данных и прогнозировании. Это позволит оперативно и точно реагировать на изменяющиеся условия и требования на море.

2. Оптимальное использование ресурсов: Методы оптимизации, основанные на искусственном интеллекте, могут помочь эффективно распределить и использовать ресурсы, такие как энергия, топливо, оружие и другие, с целью достижения наилучших результатов при минимальных затратах.

3. Снижение риска ошибок: Автоматизация процессов управления и использование алгоритмов искусственного интеллекта могут снизить вероятность человеческих ошибок, что особенно важно в ситуациях, где быстрое и точное принятие решений может спасти жизни и предотвратить несчастные случаи.

4. Улучшение безопасности морских операций: Использование методов искусственного интеллекта в управлении бортовыми системами может повысить уровень безопасности морских операций, позволяя оперативно обнаруживать и предотвращать угрозы и аномалии.

Таким образом, данная работа имеет практическую значимость, предлагая новые подходы и методы, которые могут быть применены в реальных условиях работы корабельного вооружения и морских информационных систем.

ГЛАВА 1. ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВЫМИ СИСТЕМАМИ

1.1 Виды бортовых систем

Бортовые системы навигации:

Бортовые системы навигации являются неотъемлемой частью корабельного вооружения и морских информационных систем, обеспечивая определение и поддержание точного положения, ориентации и времени судна или подводного объекта. Вот некоторые из основных видов бортовых систем навигации:

Инерциальные навигационные системы (ИНС): ИНС являются одними из наиболее распространенных и точных бортовых систем навигации. Они основаны на принципе измерения изменения скорости и ускорения судна, используя инерциальные сенсоры, такие как акселерометры и гироскопы. ИНС обеспечивают независимое определение положения и ориентации и могут быть использованы в автономном режиме без связи с внешними навигационными системами.

Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС): Примером ГНСС является система GPS (GlobalPositioningSystem). ГНСС используют сеть спутников, расположенных вокруг Земли, для определения положения и времени с высокой точностью. Системы ГНСС могут быть интегрированы в бортовые системы навигации, позволяя получать информацию о положении судна в реальном времени.

Системы определения положения на основе звезд: Эти системы используют звезды для определения положения судна. Они основаны на знании астрономических координат звезд и использовании астрономических методов и инструментов для измерения угловых отклонений. Эти системы могут быть особенно полезны в случае ограниченной видимости или при необходимости независимого определения положения.

Бортовые системы навигации играют важную роль в обеспечении безопасности морских операций, позволяя кораблю или подводному объекту точ-

но определить свое положение, следовать заданному маршруту, избегать препятствий и эффективно взаимодействовать с другими судами. Они также обеспечивают навигационную информацию для других систем на борту, таких как системы оружия или системы управления движением.

Важно отметить, что различные бортовые системы навигации могут быть комбинированы и интегрированы для достижения более высокой точности и надежности определения положения и ориентации судна. Это обеспечивает судам и подводным объектам возможность точной навигации в различных условиях и на разных этапах морского плавания.

1) Бортовые системы связи

Бортовые системы связи играют важную роль в обеспечении связи между кораблями, с береговыми станциями и другими объектами в морской среде. Они обеспечивают передачу информации, команд и данных, что является необходимым для координации операций, обмена сообщениями, а также для обеспечения безопасности и эффективности морских операций. Вот некоторые из основных видов бортовых систем связи:

Радиосвязь: Радиосвязь является наиболее распространенным и широко используемым способом бортовой связи. Она основана на передаче радиосигналов между кораблями, береговыми станциями или другими объектами с помощью радиочастот. Радиосвязь обеспечивает голосовую связь, обмен текстовыми сообщениями, передачу данных и другие формы коммуникации.

Сети связи: Современные бортовые системы связи включают также сетевые возможности, позволяющие устанавливать коммуникацию между различными системами и подсистемами на борту судна. Сетевая связь обеспечивает передачу данных, команд и информации в режиме реального времени между различными устройствами и системами на корабле.

Системы спутниковой связи: Системы спутниковой связи используют спутники, находящиеся в космическом пространстве, для передачи сигналов связи между судами и другими объектами. Эти системы позволяют установ-

ливать связь в отдаленных или открытых морских районах, где доступ к сетям связи на земле ограничен.

Системы связи через оптические волокна: Некоторые современные корабли могут быть оснащены бортовыми системами связи, использующими оптические волокна для передачи информации. Эти системы обеспечивают высокую скорость передачи данных, надежность и защищенность связи.

Помимо обеспечения коммуникаций, бортовые системы связи могут также иметь важное значение для обеспечения безопасности и защиты информации. Защищенность и шифрование передаваемых данных являются важными аспектами при разработке и использовании бортовых систем связи.

Использование современных бортовых систем связи позволяет улучшить координацию морских операций, повысить эффективность командования и контроля, а также обеспечить связь с внешними источниками информации, такими как навигационные системы или системы мониторинга погоды.

2) Бортовые системы оружия

Бортовые системы оружия играют важную роль в корабельном вооружении, обеспечивая возможность обнаружения, атаки и защиты от вражеских объектов в морской среде. Они представляют собой комплексные системы, объединяющие различные виды оружия и средства управления ими. Вот некоторые из основных видов бортовых систем оружия:

Артиллерийские системы: Артиллерийские системы включают в себя различные типы орудий, такие как пушки, орудия или автоматические пушки, установленные на корабле. Эти системы предназначены для нанесения ударов по поверхностным, надводным или воздушным целям в определенном радиусе действия.

Ракетные системы: Ракетные системы включают в себя ракетные комплексы, которые могут быть запущены с корабля на различные типы целей. Ракеты могут быть предназначены для поражения наземных, надводных или

воздушных целей и обладают различными дальностью и ударной мощностью.

Противолодочные системы: Противолодочные системы предназначены для обнаружения, преследования и атаки подводных лодок противника. Они включают в себя различные средства, такие как глубинные бомбы, торпеды, противолодочные ракеты и гидроакустическое оборудование для обнаружения подводных объектов.

Зенитные системы: Зенитные системы предназначены для обнаружения и поражения воздушных целей, таких как самолеты, вертолеты и беспилотные летательные аппараты. Они могут включать в себя зенитные пушки, ракетные комплексы или комбинированные системы, которые способны атаковать цели в различных высотных диапазонах.

Электронные системы бортового управления: Важной частью бортовых систем оружия являются электронные системы управления, которые обеспечивают координацию и контроль за работой оружейных систем. Эти системы включают в себя радары, средства электронной борьбы, системы целеуказания и другие средства обнаружения и контроля целей.

Бортовые системы оружия являются важным компонентом обороноспособности кораблей и обеспечивают возможность противостоять угрозам и эффективно действовать в боевых условиях. Они требуют высокой надежности, точности и интеграции с другими системами на борту корабля.

3) Бортовые системы датчиков

Бортовые системы датчиков играют важную роль в сборе и анализе информации о морской среде и состоянии судна. Они предназначены для обнаружения, измерения и передачи различных параметров и сигналов, необходимых для надежной и безопасной работы судна. Вот некоторые из основных видов бортовых систем датчиков:

Радиолокационные системы: Радиолокационные системы используют радары для обнаружения и определения положения объектов в морской среде. Они могут обнаруживать другие суда, береговые объекты, а также пре-

пятствия на пути движения судна. Радары могут быть как навигационными, предназначенными для обнаружения и отслеживания объектов, так и радарами контроля воздушного пространства для обнаружения и слежения за воздушными объектами.

Гидроакустические системы: Гидроакустические системы используют гидрофоны и гидролокаторы для обнаружения звуковых сигналов в воде. Они позволяют обнаруживать подводные объекты, такие как подводные лодки, рыбные стаи или подводные препятствия. Гидроакустические системы могут использоваться для целей навигации, обнаружения и преследования подводных целей или изучения морской активности.

Оптические и инфракрасные системы: Оптические и инфракрасные системы используются для обнаружения объектов с помощью видимого света или инфракрасного излучения. Эти системы могут включать в себя оптические приборы, такие как бинокли, телескопы или камеры, а также инфракрасные приборы, позволяющие обнаруживать объекты по тепловому излучению. Они могут применяться для наблюдения, обнаружения и идентификации объектов в различных условиях освещенности и видимости.

Системы измерения параметров судна: Бортовые системы датчиков также включают системы измерения различных параметров судна, таких как глубина, скорость, температура воды, атмосферное давление и другие физические характеристики. Эти системы предоставляют операторам и автоматическим системам информацию о состоянии судна и окружающей среды, необходимую для навигации, безопасности и эффективности работы.

Бортовые системы датчиков являются неотъемлемой частью современных морских информационных систем и обеспечивают операторам и автоматическим системам необходимую информацию для принятия решений и обеспечения безопасной эксплуатации судна. Они играют важную роль в обнаружении угроз, навигации, обеспечении безопасности и выполнении морских операций.

4) Бортовые системы управления энергией

Бортовые системы управления энергией играют важную роль в обеспечении энергетической эффективности и надежной работы судна. Они отвечают за управление и распределение энергии, необходимой для питания различных систем и подсистем на борту корабля. Вот некоторые из основных аспектов бортовых систем управления энергией:

Генерация и распределение электроэнергии: Бортовые системы управления энергией отвечают за генерацию, преобразование и распределение электроэнергии на судне. Они включают в себя генераторы, системы накопления энергии (например, аккумуляторы), преобразователи и распределительные панели. Это позволяет обеспечить энергией все системы на борту, включая системы связи, навигации, оружия, датчики и другие системы.

Управление энергопотреблением: Бортовые системы управления энергией также отвечают за контроль и оптимизацию энергопотребления на судне. Они могут включать в себя системы управления нагрузками, энергосберегающие технологии и мониторинг энергопотребления. Целью таких систем является эффективное использование энергии, минимизация потерь и продление времени автономной работы судна.

Интеграция с возобновляемыми источниками энергии: Современные бортовые системы управления энергией могут включать возможность интеграции с возобновляемыми источниками энергии, такими как солнечные панели, ветрогенераторы или гидротурбины. Это позволяет использовать альтернативные источники энергии для сокращения зависимости от традиционных источников и снижения воздействия на окружающую среду.

Управление энергетическими потоками: Бортовые системы управления энергией отвечают за контроль энергетических потоков на борту судна. Это включает управление зарядом и разрядом аккумуляторов, переключение между различными источниками энергии, балансировку нагрузки и обеспечение электроснабжения в различных режимах работы судна.

Бортовые системы управления энергией имеют важное значение для обеспечения эффективной работы и устойчивости судна. Они позволяют оп-

тимизировать использование энергии, обеспечить надежное электроснабжение систем на борту и улучшить общую энергетическую эффективность корабля. Это особенно важно в условиях длительных морских походов и операций, где надежность и энергосбережение имеют первостепенное значение.

5) Бортовые системы автоматизации и управления

Бортовые системы автоматизации и управления играют важную роль в обеспечении автоматического и управляемого функционирования различных систем и подсистем на борту корабля. Они позволяют оптимизировать работу судна, повышать эффективность, безопасность и надежность операций. Вот некоторые из основных аспектов бортовых систем автоматизации и управления:

Автоматические системы управления движением и маневрированием: Эти системы отвечают за автоматическое управление движением и маневрированием судна. Они включают системы автоматического пилотирования, управления двигателями, системы стабилизации и динамического позиционирования. Эти системы обеспечивают точное управление положением и курсом судна, управление скоростью и маневренностью, а также обеспечивают безопасность и эффективность морских операций.

Системы автоматического управления энергией: Бортовые системы автоматизации и управления также включают системы автоматического управления энергией, которые контролируют генерацию, распределение и использование энергии на борту. Они оптимизируют энергопотребление, обеспечивают энергией все системы судна и максимизируют энергетическую эффективность.

Системы автоматического управления оружием: Бортовые системы автоматизации и управления также включают системы автоматического управления оружием на борту корабля. Они обеспечивают точное и автоматическое наведение, прицеливание, стрельбу и контроль оружия. Это повышает эффективность боевых операций и обеспечивает точность и безопасность при использовании вооружения.

Системы автоматического контроля и мониторинга: Бортовые системы автоматизации и управления включают системы автоматического контроля и мониторинга, которые непрерывно отслеживают и контролируют различные параметры и состояния систем и подсистем на борту судна. Они позволяют операторам и экипажу мониторить работу систем, обнаруживать и предотвращать возможные сбои или неисправности, а также предпринимать необходимые меры для поддержания нормального функционирования судна.

Бортовые системы автоматизации и управления значительно улучшают операционную эффективность, безопасность и надежность судна. Они позволяют автоматизировать и оптимизировать различные процессы и операции, что особенно важно в современных морских условиях, где требуются высокая точность, быстрые реакции и эффективное использование ресурсов.

1.2 Классификация процессов управления бортовыми системами

Виды процессов управления

1) Виды процессов управления: Физическое управление

Физическое управление представляет собой один из видов процессов управления бортовыми системами, который включает физические действия и манипуляции для управления различными аспектами судна. Вот некоторые из важных аспектов физического управления:

Управление двигателями: Этот вид физического управления относится к процессам управления двигателями на борту судна. Он включает контроль работы двигателей, регулировку скорости и направления движения судна. Управление двигателями осуществляется с помощью рычагов, рулей или электронных систем, позволяющих точно управлять мощностью и скоростью судна.

Управление поворотами и маневрированием: Физическое управление также включает процессы управления поворотами и маневрированием судна. Оно обеспечивает возможность изменения курса и направления движения

судна с целью выполнения маневров, изменения траектории или приспособления к изменяющимся условиям. Управление поворотами и маневрированием осуществляется с помощью рулей, подруливающих устройств или автоматических систем, позволяющих точно контролировать маневренность судна.

Управление стабилизацией и динамическим позиционированием: Этот вид физического управления относится к процессам поддержания стабильности судна и его динамического позиционирования. Он включает использование систем стабилизации, гидравлических устройств, компенсационных систем и автоматических регулируемых систем для компенсации воздействия внешних сил, таких как ветер, волны и течения. Управление стабилизацией и динамическим позиционированием позволяет судну оставаться в заданном положении или на определенной траектории, обеспечивая стабильность и комфорт на борту.

Физическое управление имеет решающее значение для эффективного и безопасного функционирования судна. Точное и надежное физическое управление позволяет достичь требуемой маневренности, точности и стабильности судна в различных условиях эксплуатации.

2) Виды процессов управления: Логическое управление

Логическое управление представляет собой один из видов процессов управления бортовыми системами, который осуществляется на основе логических алгоритмов, правил и программ. Оно включает принятие решений и управление системами на основе логической обработки информации. Вот некоторые из важных аспектов логического управления:

Системы автоматического пилотирования: Логическое управление включает системы автоматического пилотирования, которые обеспечивают автоматическую навигацию и управление судном. Эти системы используют различные сенсоры, такие как компасы, гироскопы, альтиметры и GPS, для получения информации о положении и движении судна. На основе этой информации системы автоматического пилотирования принимают решения и

управляют рулевым устройством и двигателями судна для поддержания заданного курса и скорости.

Управление энергопотреблением: Логическое управление также включает процессы управления энергопотреблением на борту судна. Это включает контроль и оптимизацию использования энергии, чтобы обеспечить эффективное и экономичное функционирование систем и оборудования. Системы управления энергопотреблением могут включать автоматическое отключение неиспользуемых систем, регулировку мощности и балансировку энергии в различных системах на борту.

Управление системами связи: Логическое управление применяется для управления системами связи на борту судна. Это включает управление радио- и спутниковыми коммуникационными системами, интерфейсами передачи данных и обеспечение качества связи. Системы управления связью позволяют обеспечить эффективную и надежную связь с другими судами, береговыми станциями или спутниковыми системами.

Логическое управление является ключевым элементом современных бортовых систем, которые становятся все более автоматизированными и интеллектуальными. Оно позволяет автоматизировать процессы принятия решений и управления, что повышает эффективность, точность и безопасность функционирования бортовых систем.

Назначение и области применения процессов управления

Навигационное управление

Навигационное управление является важным аспектом процессов управления бортовыми системами и относится к контролю и управлению навигационными параметрами судна. Вот некоторые из важных аспектов навигационного управления:

Определение местоположения: Навигационное управление включает процессы определения местоположения судна с высокой точностью. Это

достигается с помощью использования различных навигационных систем и средств, таких как GPS (глобальная система позиционирования), ГЛОНАСС, инерциальные навигационные системы и другие. Целью определения местоположения является обеспечение точной информации о текущих координатах судна, которая необходима для навигации и планирования маршрута.

Контроль и управление курсом и направлением: Навигационное управление также включает процессы контроля и управления курсом и направлением судна. Это осуществляется с помощью систем автоматического пилотирования, рулевых устройств и компасов. Целью является обеспечение точного управления движением судна, поддержания заданного курса и направления в соответствии с навигационным планом.

Обеспечение безопасности и предотвращение столкновений: Навигационное управление также включает процессы обеспечения безопасности и предотвращения столкновений с другими судами или препятствиями. Это достигается с помощью системы автоматического определения ситуации (АИС), радаров, систем обнаружения препятствий и других средств. Целью является обеспечение раннего обнаружения потенциальных угроз и принятия соответствующих мер для предотвращения столкновений и обеспечения безопасности плавания.

Навигационное управление применяется в различных областях, включая морскую навигацию, авиацию, космическую навигацию и другие виды транспорта. Это позволяет обеспечить точность, надежность и безопасность навигационных процессов, что является ключевым фактором для успешного и эффективного функционирования бортовых систем.

Управление связью

Управление связью относится к процессам управления бортовыми системами, связанными с передачей и приемом информации. Оно включает использование различных систем связи для обмена информацией с другими су-

дами, береговыми станциями и другими объектами. Вот некоторые из основных аспектов управления связью:

Выбор и использование систем связи: Управление связью включает выбор и использование подходящих систем связи на борту судна. Это может включать радиосвязь, спутниковую связь, системы передачи данных и другие. Выбор системы связи зависит от требований коммуникации, доступности инфраструктуры связи и других факторов. Цель состоит в обеспечении эффективной и надежной связи с внешними объектами.

Управление каналами связи: Управление связью включает также процессы управления каналами связи. Это включает распределение доступных каналов связи для различных целей, таких как голосовая связь, передача данных, видеосвязь и т. д. Цель состоит в оптимальном использовании доступных ресурсов связи и обеспечении эффективной передачи информации.

Обеспечение качества связи: Управление связью включает процессы обеспечения качества связи. Это включает мониторинг и контроль параметров связи, таких как уровень сигнала, шум, интерференция и пропускная способность канала. Цель состоит в обеспечении стабильной и высококачественной связи для эффективного обмена информацией.

Интеграция с другими системами: Управление связью также включает интеграцию с другими бортовыми системами. Например, связь может быть интегрирована с системами навигации, системами безопасности и другими системами для обмена релевантной информацией и координации действий. Цель состоит в обеспечении согласованного и эффективного функционирования различных бортовых систем.

Управление связью имеет важное значение для обеспечения эффективной коммуникации и обмена информацией на борту судна. Оно позволяет поддерживать связь с внешними объектами, передавать и получать критическую информацию, координировать действия и обеспечивать безопасность плавания.

Управление оружием

Управление оружием является важным аспектом процессов управления бортовыми системами, связанными с использованием вооружений на судне. Вот некоторые из основных аспектов управления оружием:

Идентификация и выбор целей: Управление оружием включает процессы идентификации и выбора целей для использования вооружений. Это может включать определение потенциальных угроз, классификацию целей по приоритетам и принятие решений о выборе оптимальных стратегий применения вооружений. Цель состоит в максимизации эффективности и точности использования вооружений в соответствии с задачами и требованиями.

Управление огневой мощью: Управление оружием также включает процессы управления огневой мощью судна. Это включает определение режимов стрельбы, распределение огневой мощи между различными вооружениями, координацию стрельбы и контроль точности попадания. Цель состоит в обеспечении максимальной эффективности и результативности огневого воздействия.

Обеспечение безопасности и предотвращение непреднамеренного применения оружия: Управление оружием включает также процессы обеспечения безопасности и предотвращения непреднамеренного применения оружия. Это включает системы контроля и блокировки, проверку и аутентификацию доступа к вооружениям, а также меры по предотвращению случайного или несанкционированного использования. Цель состоит в обеспечении безопасности экипажа, судна и окружающей среды.

Интеграция с другими системами: Управление оружием требует интеграции с другими бортовыми системами, такими как системы обнаружения целей, системы наведения и управления, системы командования и контроля и другими. Это позволяет совместное использование информации, координацию действий и обеспечение синхронизированного функционирования различных систем. Цель состоит в повышении эффективности и результативности использования оружия на борту судна.

Управление оружием имеет важное значение для обеспечения безопасности и защиты судна, экипажа и морского пространства. Оно позволяет эффективно использовать вооружения в соответствии с задачами и требованиями, обеспечивая эффективную оборону и возможность противодействия потенциальным угрозам.

Управление энергией

Управление энергией относится к процессам управления бортовыми системами, связанными с обеспечением и оптимальным использованием энергии на судне. Вот некоторые из основных аспектов управления энергией:

Обеспечение источников энергии: Управление энергией включает выбор и обеспечение различных источников энергии на судне. Это может включать использование генераторов, аккумуляторных батарей, солнечных панелей, турбин и других систем для производства и накопления энергии. Цель состоит в обеспечении надежных и эффективных источников энергии для питания бортовых систем.

Распределение энергии: Управление энергией также включает процессы распределения энергии между различными бортовыми системами и устройствами. Это может включать оптимизацию распределения энергии в соответствии с приоритетами, требованиями нагрузки и состоянием систем. Цель состоит в обеспечении равномерного и эффективного использования энергии на судне.

Мониторинг и контроль энергопотребления: Управление энергией включает также процессы мониторинга и контроля энергопотребления. Это включает отслеживание и анализ энергопотребления различных бортовых систем и устройств, идентификацию энергоемких компонентов и поиск путей оптимизации энергопотребления. Цель состоит в снижении избыточного энергопотребления и повышении энергоэффективности судна.

Управление энергосбережением: Управление энергией также включает процессы управления энергосбережением. Это может включать использова-

ние автоматических систем управления, режимов энергосбережения, управления освещением, отоплением и кондиционированием воздуха, а также других мер и технологий для минимизации энергопотребления. Цель состоит в сокращении расходов на энергию и снижении негативного влияния на окружающую среду.

Управление энергией имеет большое значение для обеспечения эффективного функционирования бортовых систем, увеличения автономии судна и снижения зависимости от внешних источников энергии. Оптимальное управление энергией помогает повысить эффективность работы судна и обеспечить длительное время функционирования в условиях ограниченных ресурсов.

Особенности процессов функционирования

Надежность

Надежность является одним из ключевых аспектов процессов функционирования бортовых систем. Она относится к способности системы или компонента выполнять свои функции в заданных условиях и в заданный момент времени без сбоев или отказов. Вот некоторые из основных аспектов, связанных с надежностью процессов функционирования:

Оценка надежности: Оценка надежности включает анализ и оценку вероятности безотказной работы системы или компонента в течение определенного периода времени или при заданных условиях. Это позволяет определить уровень надежности и идентифицировать возможные уязвимости или проблемы, которые могут повлиять на функционирование системы.

Предотвращение отказов: Одной из основных задач в области надежности является предотвращение возникновения отказов или сбоев в работе системы. Это может включать разработку и применение методов и технологий, направленных на устранение потенциальных проблем и повышение стабильности функционирования системы. Также важно проводить регулярное

техническое обслуживание, контроль и испытания системы для выявления и устранения возможных проблем.

Резервирование и резервные системы: Для обеспечения надежности процессов функционирования могут применяться методы резервирования и использование резервных систем. Это означает наличие дублирующих компонентов или систем, которые могут вступить в работу в случае отказа основной системы. Резервные системы позволяют обеспечить непрерывность работы и устойчивость процессов управления при возникновении сбоев или отказов.

Информационная безопасность: В контексте надежности процессов функционирования также важно обратить внимание на информационную безопасность. Защита данных и систем от несанкционированного доступа, внешних угроз и вредоносных действий является неотъемлемой частью обеспечения надежности. Применение соответствующих методов и мер информационной безопасности помогает предотвратить возможные угрозы и обеспечить непрерывность функционирования системы.

Надежность процессов функционирования бортовых систем имеет критическое значение для обеспечения безопасности, эффективности и непрерывности работы судна. Системы, обладающие высоким уровнем надежности, способны справляться с различными вызовами и обеспечивать бесперебойное функционирование даже в условиях экстремальных ситуаций или воздействия внешних факторов.

Информационная безопасность

Информационная безопасность является одним из важных аспектов процессов функционирования бортовых систем. Она относится к защите информации, хранящейся и обрабатываемой в системе, от несанкционированного доступа, разглашения, модификации или уничтожения. Вот некоторые из основных аспектов, связанных с информационной безопасностью процессов функционирования:

Идентификация и аутентификация: Для обеспечения информационной безопасности необходимы методы и механизмы идентификации и аутентификации пользователей и систем. Это включает применение паролей, аутентификационных ключей, биометрических данных и других средств для проверки легитимности доступа и подтверждения личности пользователей.

Управление доступом: Управление доступом определяет, какие пользователи или системы имеют право получить доступ к определенным ресурсам и функциям системы. Это включает определение правил доступа, установку уровней привилегий, механизмы контроля доступа и аудита. Цель состоит в предотвращении несанкционированного доступа и защите конфиденциальности и целостности информации.

Шифрование и защита данных: Шифрование данных является важным аспектом информационной безопасности. Оно позволяет защитить конфиденциальность информации путем преобразования данных в неразборчивый вид при передаче или хранении. Применение современных алгоритмов шифрования помогает предотвратить несанкционированное чтение или изменение данных.

Обнаружение и предотвращение вторжений: Процессы функционирования систем должны включать механизмы обнаружения и предотвращения вторжений. Это включает мониторинг и анализ сетевого трафика, обнаружение аномалий, атак и вредоносных действий, а также принятие соответствующих мер для предотвращения или ограничения угроз.

Сохранность физической инфраструктуры: Информационная безопасность также включает обеспечение сохранности физической инфраструктуры системы. Это включает контроль доступа к серверным комнатам, защиту оборудования от физических повреждений, резервное копирование данных и т.д.

Обеспечение информационной безопасности процессов функционирования является неотъемлемой частью общей стратегии безопасности бортовых систем. Защита информации от несанкционированного доступа и со-

хранность системы являются критически важными аспектами для обеспечения эффективной и надежной работы системы.

Модель нарушителя/модель угроз

Модель нарушителя/модель угроз является важным инструментом в области обеспечения информационной безопасности бортовых систем. Она представляет собой концептуальную модель, которая описывает потенциальные угрозы и типичные характеристики нарушителей, которые могут попытаться осуществить несанкционированный доступ к системе или нанести ей вред. Вот некоторые из основных аспектов, связанных с моделью нарушителя/моделью угроз:

Идентификация угроз: Первым шагом в разработке модели нарушителя/модели угроз является идентификация потенциальных угроз, которые могут возникнуть в отношении бортовых систем. Это может включать внешние угрозы, такие как злоумышленники или хакеры, а также внутренние угрозы, связанные с недобросовестными работниками или неправильным использованием системы.

Характеристики нарушителей: Модель нарушителя описывает типичные характеристики и возможности нарушителей. Это может включать их мотивацию, цели, уровень экспертизы, доступные ресурсы и используемые методы атак. Понимание таких характеристик помогает определить потенциальные слабые места системы и разработать соответствующие меры защиты.

Анализ уязвимостей: Модель нарушителя также помогает в анализе уязвимостей системы. Она позволяет выявить слабые места, которые могут быть использованы нарушителем для проведения атаки. Это может быть связано с недостатками в архитектуре системы, уязвимостями программного обеспечения или неправильной конфигурацией системы.

Разработка мер защиты: Основываясь на модели нарушителя/модели угроз, разрабатываются меры защиты, направленные на предотвращение или снижение риска возникновения атак. Это может включать применение шиф-

рования данных, установку брандмауэров, мониторинг сетевого трафика, регулярное обновление системного программного обеспечения и обучение персонала по вопросам информационной безопасности.

Модель нарушителя/модель угроз является важным инструментом для понимания потенциальных угроз и разработки соответствующих мер защиты. Она помогает обеспечить безопасность функционирования бортовых систем и минимизировать риски несанкционированного доступа или воздействия на систему со стороны злоумышленников.

1.3 Формулировка основной цели исследования

Основная цель данного исследования заключается в оптимизации процессов управления бортовыми системами на основе методов искусственного интеллекта. Исследование направлено на разработку и применение новых подходов, алгоритмов и моделей, которые позволят улучшить эффективность, надежность и безопасность управления бортовыми системами в рамках специальности "Корабельное вооружение, морские информационные системы".

В рамках исследования необходимо провести анализ уязвимостей и потенциальных угроз, которые могут возникнуть в бортовых вычислительных сетях, используемых в автоматизированных бортовых системах. Задача включает в себя исследование различных методов и технологий обнаружения и предотвращения злонамеренных действий, разработку алгоритмов и моделей для идентификации потенциальных атак, а также предложение мер по обеспечению безопасности и защите бортовых вычислительных сетей связи от нежелательных воздействий. Кроме того, задача включает анализ и оценку эффективности различных решений в области информационной безопасности бортовых систем связи, а также выработку рекомендаций и руководств по применению соответствующих мер и методов для защиты бортовых вычислительных сетей связи от возможных злонамеренных воздействий.

В рамках исследования предметом изучения является определение возможных злонамеренных воздействий в бортовых вычислительных сетях, используемых в автоматизированных бортовых системах. Современные бортовые системы, будь то пассажирские корабли, самолеты или другие виды транспорта, включают в себя сетевую инфраструктуру, где различные устройства и системы взаимодействуют друг с другом.

Целью исследования является выявление потенциальных угроз и рисков, связанных с безопасностью и целостностью бортовых вычислительных сетей. Это включает анализ уязвимостей, которые могут быть использованы злоумышленниками для несанкционированного доступа, внедрения вредоносного программного обеспечения, манипуляции данными или других форм злонамеренных действий.

Для достижения этой цели проводится анализ возможных угроз, которым подвержены бортовые вычислительные сети, и изучение методов и технологий, которые позволяют обнаружить и предотвратить такие атаки. В рамках исследования разрабатываются алгоритмы и модели для идентификации потенциальных атак и определения необычного поведения в сети.

Особое внимание уделяется разработке мер безопасности, направленных на защиту бортовых вычислительных сетей от злонамеренных воздействий. Это может включать установку физических и логических барьеров, шифрование данных, контроль доступа, аутентификацию и авторизацию пользователей, системы мониторинга и обнаружения аномалий, резервное копирование и восстановление данных, а также обучение персонала в области информационной безопасности.

Основу подобных решений на бортовых системах связи составляет то, что множество элементов бортовых систем связи, которые используются в таких системах, обладают небольшими программно-аппаратными возможностями и заранее predetermined действиями и реакциями. В течение жизненного цикла эти устройства в основном не меняют свой ограниченный функционал. Бортовые системы связи на корабле, например, могут включать

различные устройства, GPS/ГЛОНАСС, такие как датчики, сенсоры и другие элементы, которые собирают данные о различных параметрах и состояниях.

Используя методы машинного обучения и статистического анализа, можно провести обработку и анализ временных рядов данных, полученных от датчиков и сенсоров в бортовых системах связи. Это позволяет определить шаблоны функционирования, вычислить нормальное состояние, в котором система функционирует в соответствии с заранее определенными процессами, и выявить аномалии, связанные с отклонениями от нормы в значениях параметров и характеристик.

Для формальной постановки и решения задачи в работе введены обозначения, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Обозначения

Обозначение	Физический смысл обозначения
S	числовые последовательности (временные ряды)
t	момент времени
N	предельные значения и индексы, их, наверное, не надо указывать
m	предельные значения и индексы, их, наверное, не надо указывать
H	множество кортежей характеристик
Z	множество состояний устройства
C	множество классов состояний
r	расстояние между объектами
q	количество каналов источников
u	внешняя среда
h	переходная характеристика
v	шумовая составляющая
k	количество входов
d	количество выходов

i	регистрируемый канал
j	регистрирующий канал
X	вектор
ε	пороговое значение
R	пространство наблюдений
l	количество групп
μ	центроид
w	весовой коэффициент

Очень часто системы и устройства представляют из себя «черный ящик». При разработке используются программные и аппаратные платформы разных производителей, стандартные библиотеки, где не всегда можно анализировать исходный код или аппаратные прошивки. В большинстве случаев производители устройств бортовых систем связи реализуют их как закрытые системы, где отсутствует возможность осуществлять изменения аппаратной или модификацию программной части.

Все механизмы защиты являются внутренними, в случае возникновения коллизий при проверке целостности включаются механизмы защиты вплоть до прекращения функционирования устройств. Однако в процессе эксплуатации возникает необходимость конфигурации, настройки, улучшения характеристик функционирования системы. Учитывая, что большинство элементов системы являются типовыми, где используются одинаковые алгоритмы функционирования, становится возможным проведение реверс-инжиниринга, поиск уязвимостей, попытки передачи широковещательных управляющих команд, осуществления различного рода деструктивных воздействий, переводящих в режимы работы, сопровождающиеся отклонением рабочих параметров от предельно-допустимых значений, что может существенно влиять на функции встроенных защитных механизмов. В связи с этим

необходимо использовать одновременно несколько информационных каналов, которые могут быть как сторонними, так и внутренними.

Как и в любой системе, процессы устройств бортовых систем связи протекают в динамике, одновременно меняется множество параметров, и в целях выявления аномалий приходится просматривать не одно, а несколько дискретных состояний, предшествующих анализируемой ситуации.

Предлагаемый подход связан с использованием поведенческих паттернов. Под паттерном понимается синхронизированное по времени множество последовательностей с определенной частотой снятия значений от внутренних и внешних датчиков, регистрирующих параметры протекающих в устройствах процессов. Поведенческий паттерн формируется на основе информации о функционировании устройств бортовых систем связи и его компонент: загрузка и потребление ресурсов, данные о электромагнитных и звуковых спектрах, частоты и амплитуды вибраций, температура и т. д. [8, 9].

В определенные дискретные моменты времени в информационной системе регистрируются значения от измерительных устройств и сенсоров, фиксирующих протекающий процесс. Множество датчиков в моменты времени $t=1, \dots, N$ выдают числовые последовательности $\{S_0(t), S_1(t), \dots, S_m(t)\}$. Синхронизируемые по времени и получаемые от различных контролируемых элементов значения в дискретные моменты времени определяют кортежи характеристик $H = \{S(t) \mid t=1, \dots, N\}$.

Задачу идентификации состояния ИБ устройства бортовых систем связи можно представить следующим образом. Пусть Z – множество состояний устройства, C – множество классов состояний, содержащих как безопасные – нормальные состояния, где выполняются заранее предопределенные процессы с показателями, находящимися в норме, так и опасные, – аномальные состояния, в которых существуют отклонения от предполагаемых значений. Выбрана метрика расстояния между объектами $r(z, z')$. Имеется конечная обучающая выборка известных состояний $\{z_1, \dots, z_l\} \in Z$, которую необходимо

разбить на подмножества c_0, c_1, \dots, c_p , по метрике расстояния r и найти алгоритм $a: Z \rightarrow C$, отражающий множество Z во множество C . Под метрикой будем понимать функцию или формулу, определяющую расстояние (евклидово) между любыми точками и классами в метрическом пространстве [10]. Таким образом, цель состоит в том, чтобы обработать информацию сторонних и внутренних источников, на основе которой производить идентификацию состояния ИБ устройства.

Особенностью устройств бортовые системы связи является то, что они представляют из себя с вычислительной точки зрения устройства, не обладающие большими ресурсами с ограниченным набором выполняемых команд, что позволяет рассматривать и идентифицировать ограниченный набор состояний и их переходов. Процессы приема, обработки и передачи сообщений, внутренние ситуации, связанные с реализацией вычислительных алгоритмов, поступающие команды управления воздействуют на устройство бортовых систем связи, характеризующееся переходными характеристики $h(t)$ и состоянием внешней среды $u(t)$. Получается динамическая система, которая имеет k входов и d выходов [11], где на вход подается управляющая команда и значения переменных внешней среды, определяющих состояние устройства, а на выходе элемента появляются сигналы $S(t)$ (например, показывающие загрузку ресурсов, а также акустические, электромагнитные и т. д.), регистрируемые различными датчиками. Получаемые по внешним каналам данные зависят от параметра шумовой составляющей $v(t)$, связанного со свойствами измерительного прибора, характеристик получаемого сигнала и т. д.

В общем случае модель состояния бортовых систем связи на основе информации измеренных сигналов определяется следующим типом соотношений [12]:

$$\sum_{i=1}^q \sum_{j=1}^d \int_0^t u_i(t) h_{ij}(t - \tau) d\tau = \sum_{j=1}^d \int_0^t f(s_j(t), v_j(t)), \quad (1)$$

где: q – количество каналов источников; h – переходные характеристики i -го канала для j -го регистрирующего, получаемые по каналу значения датчика;
 f – функция измеренных значений.

Идентификация состояния бортовых систем связи происходит на основе данных в дискретные моменты времени t_0, t_1, \dots, t_n векторов числовых последовательностей, регистрируемых в процессе функционирования устройства. Значения $X(t)$ определяются дискретной функцией, отражающей данные от датчиков, содержащие смесь полезного сигнала $S(t)$ и шума, выраженного параметром $v(t)$:

$$X(t) = F[S(t), v(t)], \quad (2)$$

где вектор X является результатом смешанных взаимно независимых сигналов $S(t)$, имеющих искажение шумовой составляющей $v(t)$.

Особенности процессов регистрации данных позволяют говорить о временном ряде в представлении вектора X .

Идентификация состояния реализуется путем обработки поступающих от устройств данных [13-14]. Анализируемые состояния, определяемые множествами временных рядов в различных ситуациях функционирования бортовых систем связи, разделяются на два подмножества: безопасные, где выполняются заранее предопределенные процессы, и опасные, где имеются отклонения от параметров в заданных режимах работы. На основе обучающей выборки определяются начальные центроиды. Затем по мере поступления анализируемых значений происходит вычисление расстояния до ближайшего центра кластера, анализ и включение нового объекта в объединение однородных элементов и вычисление нового центроида с учетом обработанной информации. Векторы X_1, X_2, \dots, X_n представляют числовые значения временных рядов, отражающие поведение процесса. На основе их значений определяется множество состояний Z . C – множество классов, где подмножества разделяются на опасные C_1 и безопасные C_2 состояния. Существует це-

левая зависимость – отображение $Z \rightarrow C$, значения которой известны только на объектах конечной обучающей выборки $X = \{(x_{11}, \dots, x_{n1}), (x_{12}, \dots, x_{n2}), \dots, (x_{1m}, \dots, x_{nm})\}$. Необходимо построить алгоритм обработки $X_i - a$, способный классифицировать подаваемый на вход вектор.

Над состояниями Z , которые характеризуются векторами синхронизированных временных рядов X , полученных от датчиков и сенсоров, проводится наблюдение. Определяется, к какому классу C и его подмножествам C_1, C_2 относится исследуемое состояние z_j . Значения векторов X , которые содержат шаблонные последовательности от датчиков в различных условиях функционирования, отнесенных к классам множеств C_1, C_2 , являются обучающей выборкой.

По очередным поступающим значениям синхронизированного временного ряда нескольких датчиков $x = (x_{1i}, \dots, x_{ni})$ вектора признаков $X = X_1, X_2, \dots, X_n$ проводится идентификация класса $\{C_i | i = 1, 2\}$, соответствующего состоянию z_j . Распределения значений случайного вектора X имеют разные параметры.

Решающее правило $r'(x)$ для алгоритма a ставит в соответствие наблюдению x одно из множеств C_1 или C_2 . Оно определяется функцией $f(x)$, порождающей разбиение пространства на две непересекающиеся области:

$$r'(x) = \begin{cases} C_1, & \text{при } f(x) \geq \varepsilon \\ C_2, & \text{при } f(x) < \varepsilon \end{cases}, \quad (3)$$

где ε – пороговое значение.

В итоге исследования будут предложены рекомендации и руководства по применению соответствующих мер и методов для обеспечения безопасности бортовых вычислительных сетей связи. Это поможет снизить риски злонамеренных воздействий, обеспечить защиту данных и обеспечить безопасность пассажиров и экипажа во время использования автоматизированных бортовых систем.

Вывод

В данной главе были рассмотрены основные аспекты управления бортовыми системами на основе методов искусственного интеллекта. Были представлены различные виды бортовых систем, включая системы навигации, связи, оружия, датчиков и управления энергией. Классификация процессов управления была осуществлена, выделяя физическое управление и логическое управление.

Анализ процессов управления позволил установить их назначение, области применения и особенности функционирования. Особое внимание было уделено вопросам надежности и информационной безопасности процессов управления. Модель нарушителя и модель угроз позволили рассмотреть вопросы безопасности и определить потенциальные угрозы для бортовых систем.

Поставленная цель и задачи исследования были сформулированы, а также обоснована их актуальность. Предполагаемые методы исследования были описаны, включая анализ литературы, разработку и реализацию методов на основе искусственного интеллекта, а также экспериментальное исследование.

План исследования был представлен, включая этапы обзора литературы, анализа существующих систем, классификации процессов управления, постановки задачи исследования, разработки методов и экспериментального исследования.

Результаты проведенного исследования в Главе 1 являются основой для дальнейшего изучения и оптимизации процессов управления бортовыми системами на основе методов искусственного интеллекта. Полученные знания и данные будут использованы в следующих главах для разработки новых подходов и алгоритмов, направленных на повышение эффективности, надежности и безопасности управления бортовыми системами.

ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЦЕССАХ УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВЫМИ СИСТЕМАМИ

2.1 Характеристика подходов к оптимизации процессов на основе методов ИИ

Обзор различных методов искусственного интеллекта

Экспертные системы являются одним из классических методов искусственного интеллекта. Они основаны на использовании экспертных знаний и правил для решения сложных задач. Экспертные системы состоят из базы знаний, правил вывода и механизма вывода. База знаний содержит экспертные знания, которые представлены в виде фактов и правил. Механизм вывода использует эти знания для принятия решений или предоставления рекомендаций. Экспертные системы широко применяются в различных областях, включая управление бортовыми системами, где они могут помочь в принятии сложных решений и диагностике.

Нейронные сети — это модели, которые имитируют работу человеческого мозга. Они состоят из множества связанных и взаимодействующих нейронов, которые обрабатывают информацию. Нейронные сети обучаются на основе большого объема данных и способны распознавать сложные паттерны и зависимости. В контексте управления бортовыми системами, нейронные сети могут использоваться для прогнозирования, классификации, оптимизации и адаптации системы управления. Они могут обрабатывать большие объемы данных и находить скрытые закономерности, что делает их мощным инструментом для оптимизации процессов управления.

Генетические алгоритмы основаны на принципах естественного отбора и генетики. Они используются для оптимизации и поиска оптимальных решений в большом пространстве возможных вариантов. Генетические алгоритмы оперируют с популяцией кандидатов-решений, которые эволюционируют и улучшаются с каждым поколением. Они применяются в управлении бортовыми системами для оптимизации параметров, планирования и приня-

тия решений. Генетические алгоритмы обладают высокой степенью параллелизма и могут эффективно работать с большими объемами данных.

Данные классические методы искусственного интеллекта представляют широкий спектр возможностей для оптимизации процессов управления бортовыми системами. Каждый из них имеет свои преимущества и ограничения, и их выбор зависит от конкретных задач и требований исследования. В следующем пункте будут рассмотрены достоинства и недостатки этих методов, а также их применение в области управления бортовыми системами, с учетом особенностей МИС.

Описание современных методов искусственного интеллекта

Современные методы искусственного интеллекта претерпели значительное развитие и дали новые инструменты и подходы для оптимизации процессов управления бортовыми системами. Рассмотрим некоторые из них:

Глубокое обучение: Глубокое обучение (deep learning) является подразделом машинного обучения, основанным на использовании нейронных сетей с большим количеством слоев. Глубокие нейронные сети способны обрабатывать сложные данные, такие как изображения, звуковые сигналы и тексты. В контексте управления бортовыми системами, глубокое обучение может применяться для анализа и обработки сенсорных данных, распознавания образов, принятия решений и управления системой.

Обработка естественного языка: Обработка естественного языка (natural language processing, NLP) относится к области искусственного интеллекта, которая занимается взаимодействием между компьютерами и человеческим языком. NLP позволяет компьютерам понимать, анализировать и генерировать текстовую информацию. В контексте управления бортовыми системами, NLP может использоваться для обработки и анализа текстовых данных, таких как инструкции, отчеты и команды.

Алгоритмы машинного обучения: Машинное обучение представляет собой подход, при котором компьютерные системы обучаются на основе опыта и данных, вместо явного программирования. Алгоритмы машинного

обучения позволяют системам автоматически обнаруживать паттерны, прогнозировать результаты и принимать решения. В управлении бортовыми системами, алгоритмы машинного обучения могут применяться для оптимизации параметров, анализа данных, диагностики и прогнозирования.

Другие методы: Кроме вышеупомянутых методов, существует множество других современных подходов и методов искусственного интеллекта, таких как алгоритмы рекомендаций, распознавание образов, анализ временных рядов, анализ графов и многое другое. Эти методы могут быть применены в управлении бортовыми системами в зависимости от конкретных требований и задач исследования.

Современные методы искусственного интеллекта обладают высокой гибкостью и мощностью, что делает их эффективными инструментами для оптимизации процессов управления бортовыми системами. Однако, они также имеют свои ограничения и требуют адекватного выбора, адаптации и обучения под конкретные сценарии применения. В следующем пункте будет рассмотрены достоинства и недостатки существующих решений на основе этих методов, а также их применение в области управления бортовыми системами, с особым акцентом на морские информационные системы.

Классификация методов искусственного интеллекта по основным характеристикам

Методы искусственного интеллекта могут быть классифицированы по различным характеристикам, которые определяют способ их функционирования и применения. Ниже приведены некоторые основные характеристики классификации методов искусственного интеллекта:

Тип обучения:

Обучение с учителем (supervised learning): Модель обучается на основе помеченных данных, где каждому примеру соответствует правильный ответ. Методы, такие как классификация и регрессия, используются для прогнозирования и классификации.

Обучение без учителя (unsupervised learning): Модель обучается на непомеченных данных и стремится найти скрытые паттерны и структуру. Кластеризация и снижение размерности являются примерами методов без учителя.

Обучение с подкреплением (reinforcement learning): Агент взаимодействует с окружающей средой и учится на основе получаемых наград и штрафов. Этот тип обучения часто используется для создания алгоритмов принятия решений.

Способ представления знаний:

Символьное представление: Знания представлены в виде символов, правил и логических утверждений. Экспертные системы, основанные на правилах, являются примерами этого подхода.

Статистическое представление: Знания извлекаются из больших объемов данных и основаны на статистических методах. Нейронные сети и методы глубокого обучения используют этот подход.

Гибридное представление: Комбинирование символьного и статистического представления знаний для более эффективного моделирования и решения задач.

Методы принятия решений:

Символьные методы: Основаны на символьной обработке знаний, логике и правилах. Принятие решений осуществляется на основе логических выводов и правил.

Статистические методы: Используют статистические модели и методы для прогнозирования и принятия решений на основе вероятностных оценок.

Гибридные методы: Комбинируют символьные и статистические методы для более точного и комплексного принятия решений.

Области применения методов ИИ

Применение методов искусственного интеллекта в бортовых системах и их роль в оптимизации процессов управления

Применение методов искусственного интеллекта (ИИ) в бортовых системах имеет значительное значение для оптимизации процессов управления и повышения эффективности работы систем. Искусственный интеллект позволяет системам на борту судна или другого технического объекта адаптироваться к изменяющимся условиям и принимать автономные решения.

Роль методов искусственного интеллекта в оптимизации процессов управления заключается в следующем:

Анализ и обработка данных: Методы ИИ могут обрабатывать большие объемы данных, получаемых от различных датчиков и сенсоров на борту системы. Это позволяет проводить анализ и извлекать ценные информационные показатели для принятия решений и оптимизации процессов.

Прогнозирование и предсказание: С использованием методов ИИ, таких как нейронные сети и алгоритмы машинного обучения, возможно проводить прогнозирование будущих событий и состояний системы. Это позволяет предупреждать возможные проблемы и предпринимать предупредительные меры для оптимизации работы бортовых систем.

Автономное принятие решений: Методы ИИ, включая системы экспертных знаний и алгоритмы принятия решений, позволяют бортовым системам принимать автономные решения в реальном времени. Это особенно важно в ситуациях, требующих быстрой реакции и оптимального использования ресурсов.

Оптимизация процессов управления: Применение методов ИИ позволяет оптимизировать процессы управления бортовыми системами, например, путем автоматического настройки параметров и алгоритмов работы системы, выбора оптимальных траекторий и режимов работы, адаптации к изменяющимся условиям и т.д. Это способствует повышению эффективности работы систем и снижению рисков возникновения сбоев.

Применение методов искусственного интеллекта в бортовых системах имеет широкий потенциал для оптимизации процессов управления. Они помогают создать интеллектуальные системы, способные адаптироваться, про-

гнозировать, принимать решения и оптимизировать свою работу в режиме реального времени. Это открывает новые возможности для совершенствования бортовых систем, повышения их надежности, безопасности и эффективности в различных областях применения.

Исследование применения методов искусственного интеллекта в других областях, например, в морских информационных системах и корабельном вооружении

Методы искусственного интеллекта (ИИ) также активно исследуются и применяются в других областях, включая морские информационные системы и корабельное вооружение. Развитие и применение ИИ в этих областях открывает новые возможности для повышения эффективности, надежности и безопасности морской деятельности.

В морских информационных системах методы ИИ используются для решения таких задач, как:

Обработка и анализ данных с различных датчиков: Морские информационные системы собирают огромное количество данных с различных источников, включая радары, судовые системы навигации, гидролокаторы и другие. Методы ИИ позволяют обрабатывать и анализировать эти данные для выявления паттернов, прогнозирования погодных условий, определения оптимальных маршрутов и обнаружения потенциальных угроз.

Автоматизация принятия решений: Морские информационные системы, поддерживаемые методами ИИ, могут принимать автономные решения на основе анализа данных и знаний о морских условиях. Например, они могут определить оптимальные стратегии управления энергией, автоматически регулировать системы безопасности и выполнять другие функции, связанные с управлением судном.

В области корабельного вооружения методы ИИ применяются для решения следующих задач:

Разработка автономных систем оружия: Методы ИИ могут использоваться для разработки и управления автономными системами оружия, такими

как беспилотные подводные или надводные аппараты. Они позволяют таким системам самостоятельно определять цели, принимать решения о стрельбе и эффективно управлять вооружением.

Анализ и прогнозирование поведения противника: Использование методов ИИ позволяет анализировать данные разведки и обнаруживать паттерны в поведении противника. Это может помочь разработать эффективные стратегии противодействия и оптимизировать использование корабельного вооружения.

Исследование применения методов ИИ в морских информационных системах и корабельном вооружении имеет важное значение для развития современного флота и повышения его эффективности и безопасности. Оно позволяет автоматизировать и оптимизировать процессы управления, анализировать большие объемы данных и принимать обоснованные решения в реальном времени.

2.2 Достоинства и недостатки существующих решений

Применение методов ИИ в оптимизации процессов управления бортовыми системами имеет ряд преимуществ, которые способны значительно улучшить эффективность и надежность функционирования таких систем. Ниже приведены некоторые из ключевых преимуществ:

Автоматизация и автономность: Методы ИИ, такие как нейронные сети и генетические алгоритмы, позволяют создавать бортовые системы с возможностью автоматического принятия решений и выполнения задач без прямого участия человека. Это уменьшает нагрузку на операторов и повышает эффективность работы системы.

Обработка и анализ больших объемов данных: Бортовые системы с помощью методов ИИ могут обрабатывать и анализировать большие объемы данных, собранных с датчиков и других источников. Это позволяет выявлять скрытые закономерности, прогнозировать поведение системы, а также проводить диагностику и предотвращать возможные сбои и отказы.

Адаптивность и самообучение: Методы ИИ позволяют бортовым системам быть адаптивными и способными к самообучению. Например, нейронные сети могут обучаться на основе опыта и корректировать свое поведение, чтобы достичь лучших результатов. Это позволяет системам адаптироваться к изменяющимся условиям и повышает их гибкость.

Принятие решений в реальном времени: Использование методов ИИ позволяет бортовым системам принимать решения в реальном времени на основе текущей ситуации и условий. Это особенно важно в случаях, когда требуется оперативное реагирование на изменяющиеся обстоятельства или на возникающие аварийные ситуации.

Оптимизация процессов и ресурсов: Методы ИИ позволяют оптимизировать процессы управления бортовыми системами, например, путем оптимального распределения энергии, управления маршрутами, планирования задач и других аспектов. Это может привести к сокращению времени выполнения задач, снижению издержек и более эффективному использованию ресурсов.

Применение методов ИИ в оптимизации процессов управления бортовыми системами открывает новые возможности для повышения эффективности, надежности и функциональности этих систем. Однако следует также учитывать и некоторые ограничения и недостатки, которые будут рассмотрены в последующих разделах.

С другой стороны при использовании методов ИИ в процессах управления бортовыми системами возникает ряд проблем, которые могут оказывать влияние на эффективность этих методов. Ниже рассмотрены некоторые из таких проблем:

Вычислительные затраты: Некоторые методы ИИ требуют значительных вычислительных ресурсов для обучения моделей, выполнения предсказаний или принятия решений. Это может быть проблематично на бортовых системах с ограниченными вычислительными мощностями. Однако с разви-

тием вычислительной техники и оптимизацией алгоритмов ИИ, эта проблема становится менее значительной.

Недостаток или избыточность данных: Некоторые методы ИИ требуют большого объема данных для обучения моделей и достижения высокой точности. Однако в некоторых ситуациях может быть ограниченный доступ к данным или недостаточное количество данных для эффективного обучения моделей. С другой стороны, избыточность данных может привести к переобучению моделей и ухудшению их обобщающей способности.

Распределение данных: В случае использования бортовых систем на разных объектах или в разных местах, возникают проблемы с распределением данных для обучения и обновления моделей ИИ. Синхронизация данных и обеспечение их консистентности может быть сложной задачей. Это особенно актуально при работе с распределенными системами или в условиях ограниченной связи.

Обработка неструктурированных данных: Некоторые бортовые системы генерируют или принимают неструктурированные данные, такие как текстовые сообщения, изображения или аудиозаписи. Обработка таких данных требует специальных методов и алгоритмов ИИ, таких как обработка естественного языка или компьютерное зрение.

Подверженность шуму и ошибкам: Методы ИИ могут быть чувствительны к шуму и ошибкам в данных, особенно при обучении моделей. Неправильные или неточные данные могут приводить к непредсказуемым или неверным результатам. Поэтому необходимы методы предварительной обработки данных и контроля качества данных.

Эти проблемы требуют тщательного анализа и применения соответствующих методов и стратегий для их решения или минимизации. Инженеры и исследователи должны учитывать эти факторы при выборе и применении методов ИИ в процессах управления бортовыми системами, а также разрабатывать новые подходы и алгоритмы, специально адаптированные для конкретных условий и требований.

Оценка применимости и эффективности каждого метода искусственного интеллекта (ИИ) в контексте управления бортовыми системами и области морских информационных систем (МИС) является важным этапом исследования. Ниже представлен анализ применимости и эффективности различных методов ИИ:

Экспертные системы:

Применимость: Экспертные системы широко применяются в управлении бортовыми системами, особенно в задачах диагностики и принятия решений на основе экспертного опыта. В МИС они могут использоваться для анализа ситуации и поддержки принятия решений в реальном времени.

Эффективность: Экспертные системы могут быть эффективными, если правильно разработаны и содержат достаточные знания экспертов. Однако их ограничения в самообучении и адаптации могут ограничивать их эффективность в сложных и изменяющихся средах.

Нейронные сети:

Применимость: Нейронные сети могут быть применены в управлении бортовыми системами для анализа и предсказания сложных динамических процессов, таких как навигация и детектирование объектов. В МИС они могут использоваться для обработки сигналов, классификации данных и анализа образов.

Эффективность: Нейронные сети обладают высокой вычислительной мощностью и способностью обрабатывать большие объемы данных. Однако их эффективность может быть ограничена недостатком данных для обучения и сложностью интерпретации результатов.

Генетические алгоритмы:

Применимость: Генетические алгоритмы могут быть применены в оптимизации процессов управления бортовыми системами, таких как планирование маршрутов и распределение ресурсов. В МИС они могут использоваться для оптимизации распределения сил и средств.

Эффективность: Генетические алгоритмы могут быть эффективными при решении задач оптимизации, особенно если существует множество вариантов решений. Однако их вычислительная сложность может быть высокой, особенно при работе с большими пространствами поиска.

Глубокое обучение:

Применимость: Глубокое обучение может быть применено в управлении бортовыми системами для решения задач распознавания образов, обработки сигналов и прогнозирования. В МИС оно может использоваться для обнаружения аномалий и прогнозирования погоды.

Эффективность: Глубокое обучение обладает большой гибкостью и способностью извлекать сложные зависимости из данных. Однако его применение требует больших объемов данных для обучения и вычислительных ресурсов.

Оценка применимости и эффективности каждого метода ИИ должна учитывать конкретные требования и контекст управления бортовыми системами и области МИС. Комбинирование различных методов ИИ и разработка гибридных систем могут быть эффективным подходом для достижения оптимальных результатов.

Вывод

В ходе исследования во второй главе было рассмотрено применение методов искусственного интеллекта (ИИ) в процессах управления бортовыми системами. В подглаве 2.1 были рассмотрены различные методы ИИ, включая классические методы, такие как экспертные системы, нейронные сети, генетические алгоритмы, а также современные методы, включая глубокое обучение, обработку естественного языка и алгоритмы машинного обучения. Кроме того, была проведена классификация методов ИИ по их основным характеристикам, таким как тип обучения и способ представления знаний.

В подглаве 2.2 было рассмотрено применение методов ИИ в бортовых системах и их роль в оптимизации процессов управления. Были исследованы

применение методов ИИ в других областях, включая морские информационные системы и корабельное вооружение. Также был проведен анализ существующих исследований и практических примеров использования методов ИИ в различных областях.

Из проведенного анализа вытекает, что применение методов ИИ в бортовых системах имеет ряд преимуществ. Они способны повысить точность прогнозирования, автоматизировать процесс принятия решений и улучшить процессы управления. Однако, также были выявлены некоторые ограничения и недостатки, такие как вычислительные затраты, недостаток или избыточность данных, особенности распределения данных и другие факторы, которые могут влиять на эффективность методов ИИ.

Сравнительный анализ различных методов ИИ позволил выявить их достоинства и недостатки. Это позволяет осуществить оценку применимости и эффективности каждого метода в контексте управления бортовыми системами и области морских информационных систем. Выводы из данного сравнительного анализа и оценки применимости методов ИИ позволяют определить оптимальные подходы к применению методов ИИ в бортовых системах и разработать соответствующие рекомендации и руководства.

Таким образом, вторая глава исследования позволила осознать значимость применения методов ИИ в управлении бортовыми системами, выявить их преимущества и недостатки, а также провести анализ существующих исследований и примеров использования методов ИИ в различных областях. Эти выводы предоставляют основу для разработки и внедрения эффективных систем защиты и оптимизации процессов управления в бортовых вычислительных сетях.

ГЛАВА 3. ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕДЛАГАЕМОГО ПОДХОДА

3.1 Методика проведения эксперимента

В рамках эксперимента по реализации предлагаемого подхода было выполнено соединение типа «сетевой мост». Схема проведения эксперимента приведена на рис. 1.

Для мониторинга состояния 0, обнаружение изменений вычислительной среды, процессов, реализующих функционал в интересах злоумышленника, является актуальным проблемным вопросом. В связи с этим возникает необходимость идентифицировать состояние функционирующего устройства как «безопасное» или «небезопасное».

Целью проведения эксперимента было выявление состояния, определяемого алгоритмом обработки данных, вычислительного узла на основе оцифрованных показателей загрузки вычислительных ресурсов [15-17]. В качестве последовательности, формирующей поведенческий паттерн, были выделены синхронизированные по времени процентные показатели монитора системной загрузки.

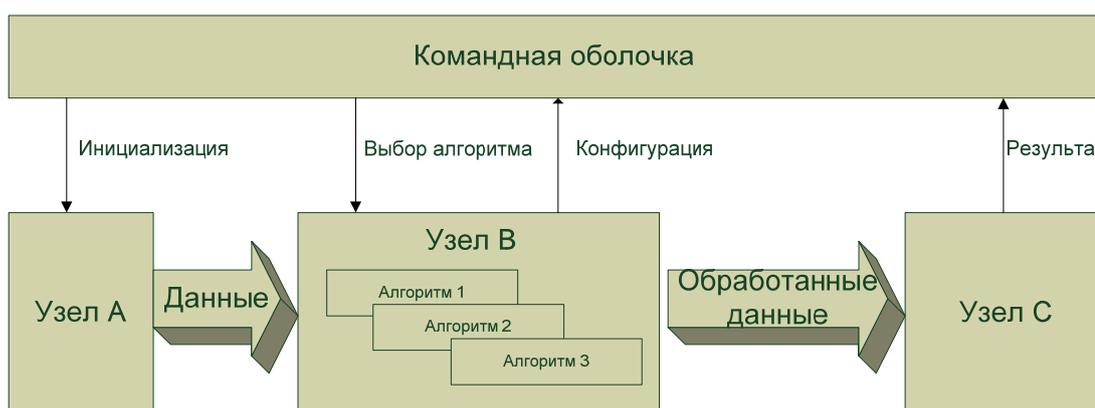


Рис. 1. Схема проведения эксперимента

От узла *A* на узел *B* через узел *C* передавались файлы, содержащие поля таблиц баз данных. На узле *C* происходило переключение алгоритмов обработки. В первом случае передача информации осуществлялась через

узел C без обработки (состояние Z_1), во втором (состояние Z_2) – производилась фильтрация по заранее заданному полю таблицы, в третьем (состояние Z_3) – выполнялись вычисления и к передаваемой таблице добавлялись дополнительные поля. Условно считая, что Z_1 – безопасное состояние, а Z_2 и Z_3 – небезопасные, идентификация состояния ИБ определялось через сигнальные последовательности трасс системного монитора узла C .

Синхронизированные во времени последовательности значений процентного использования ресурсов центрального процессора, сетевых пакетов, потребляемых ресурсов памяти представлены в виде выходных векторов.

При проведении эксперимента была получена выборка паттернов сигнальных трасс для рассматриваемых состояний, которая была разделена на «обучающую» и «тестовую» (рис. 2-4).

Идентификация состояния выполнялась на основе метода кластеризации k -средних [18-19]. В качестве меры близости (4) использовано Евклидово расстояние:

$$r(x, \dot{x}) = \sqrt{\sum_{p=1}^n (x_p - \dot{x}_p)^2}, \quad (4)$$

где: R – пространство наблюдений; $x, \dot{x} \in R^n$.

С помощью значений обучающей выборки на основе метода k -средних произведено разделение (5) q наблюдений на l групп (или кластеров) ($l \leq q$), $C = \{C_1, C_2, \dots, C_l\}$:

$$\min \left[\sum_{i=1}^l \sum_x (C)_{\in z} |x^{(j)} - \mu_i|^2 \right], \quad (5)$$

где: $x^{(j)} \in R^n$; $\mu_i \in R^n$; μ_i – центроид для кластера C_i .

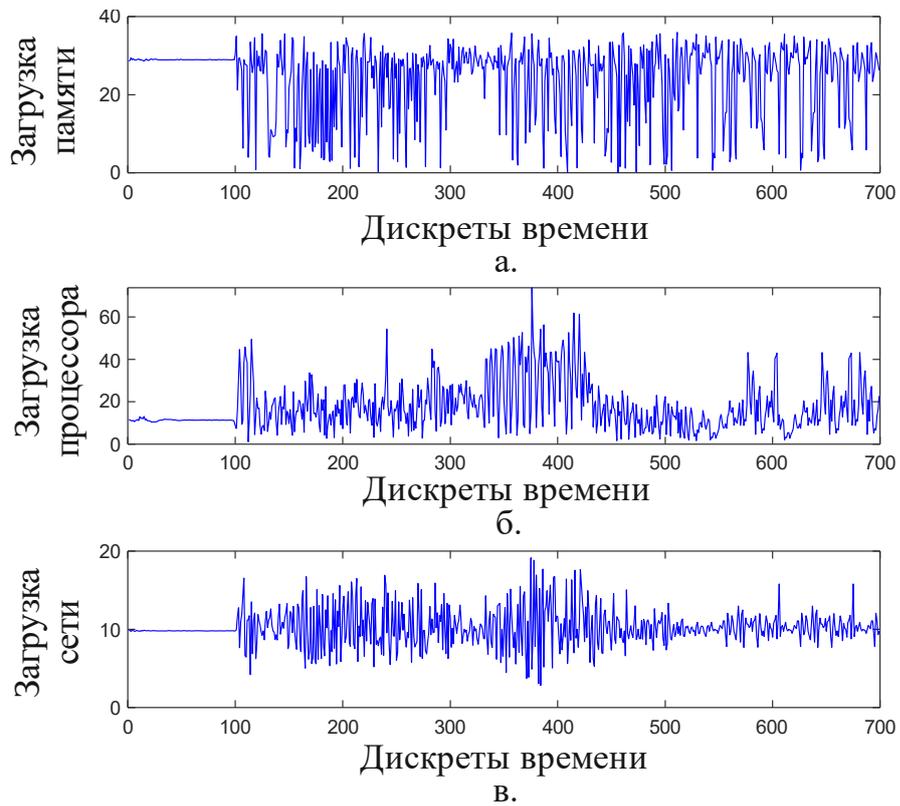


Рис. 2. Пример выборки процентной загрузки ресурсов (сверху вниз соответственно – память, процессор, сеть) от дискретов времени (временные отчеты от 0 до 600) для состояния Z_1

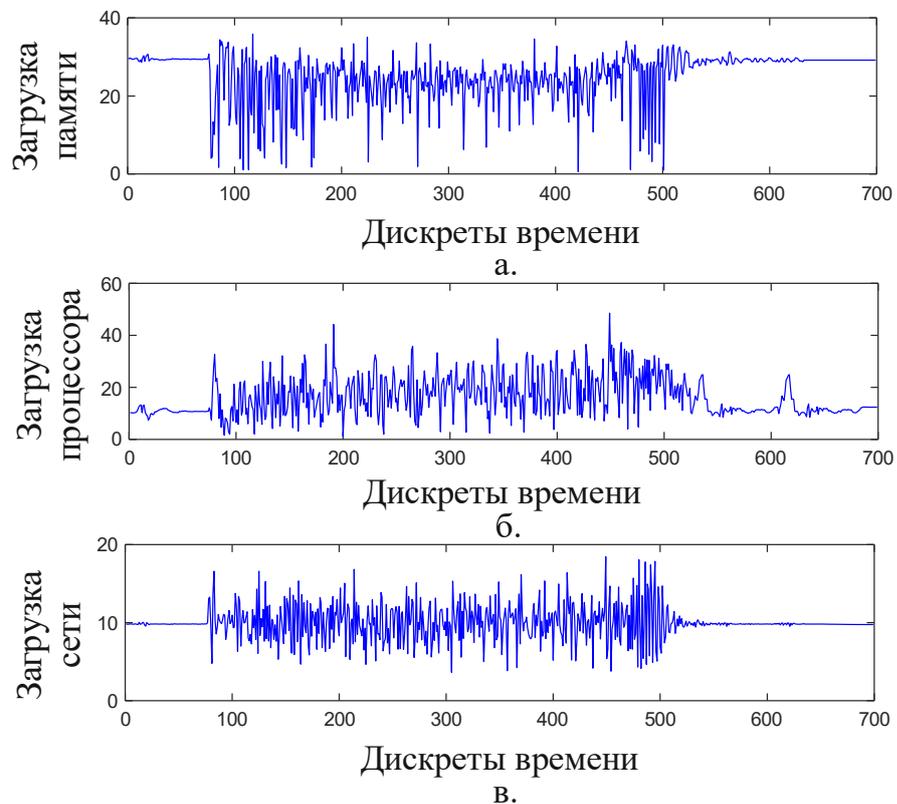


Рис. 3. Пример выборки процентной загрузки ресурсов (сверху вниз соответственно – память, процессор, сеть) от дискретов времени (временные отчеты от 0 до 600) для состояния Z_2

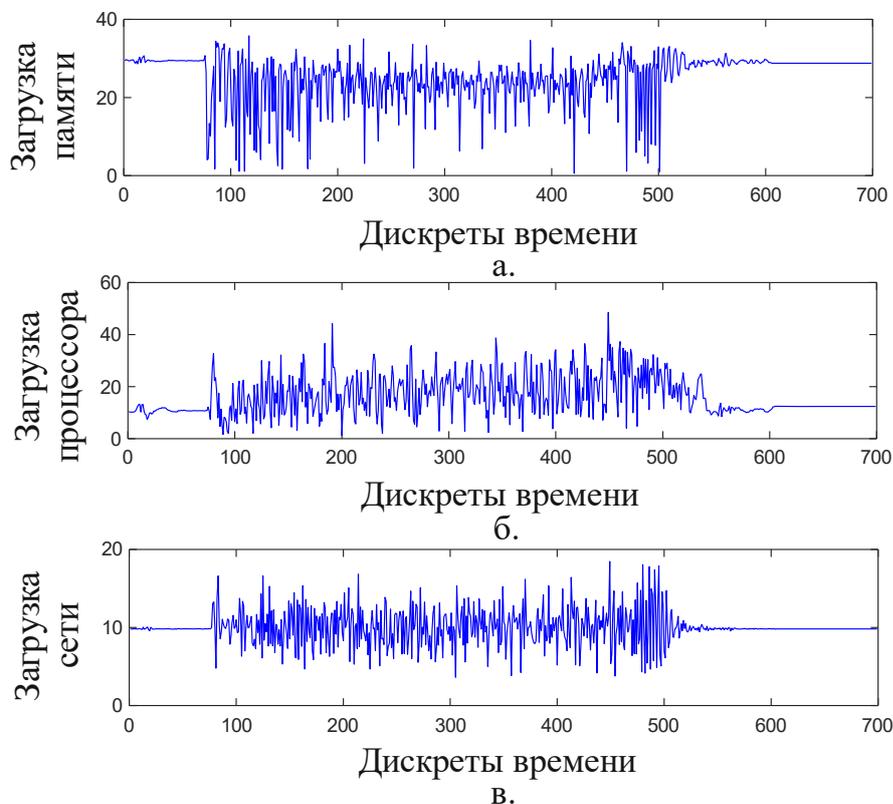


Рис. 4. Пример выборки процентной загрузки ресурсов (сверху вниз соответственно – память, процессор, сеть) от дискретов времени (временные отчеты от 0 до 600) для состояния Z_3

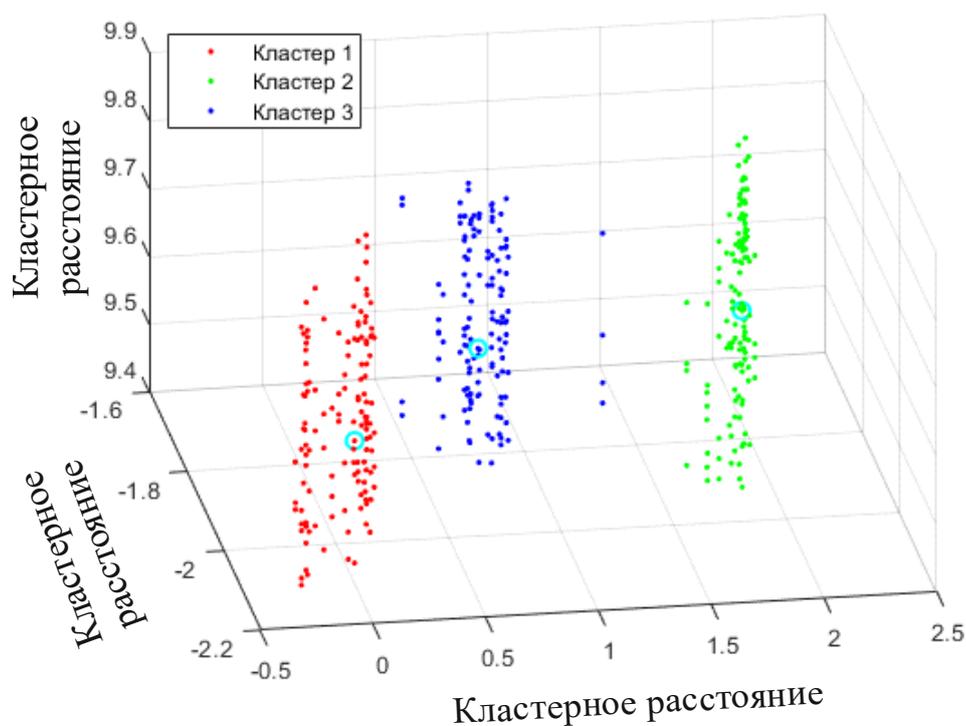
Процесс идентификации состояния заключался в том, что по данным поступающей последовательности вычисляются значения, которые сравниваются с центроидами кластеров.

Фиксируемые временные ряды последовательностей значений от центрального процессора, сетевых пакетов, потребляемых ресурсов памяти для различных состояний, а также кластеры состояний достаточно хорошо отличаются друг от друга (выражения (4) и (5)), что визуально прослеживается на областях (рис. 5) и подтверждается анализом размеров кластеров и расстояний внутри (рис. 6).

Измеряя расстояние до центроидов, выбирается минимальное значение, на основе которого принимается решение о принадлежности к кластеру, идентифицирующему состояние. Общая точность выбранного предложенного решения для случая полной классификации составила 0,96 (рис. 6–7).

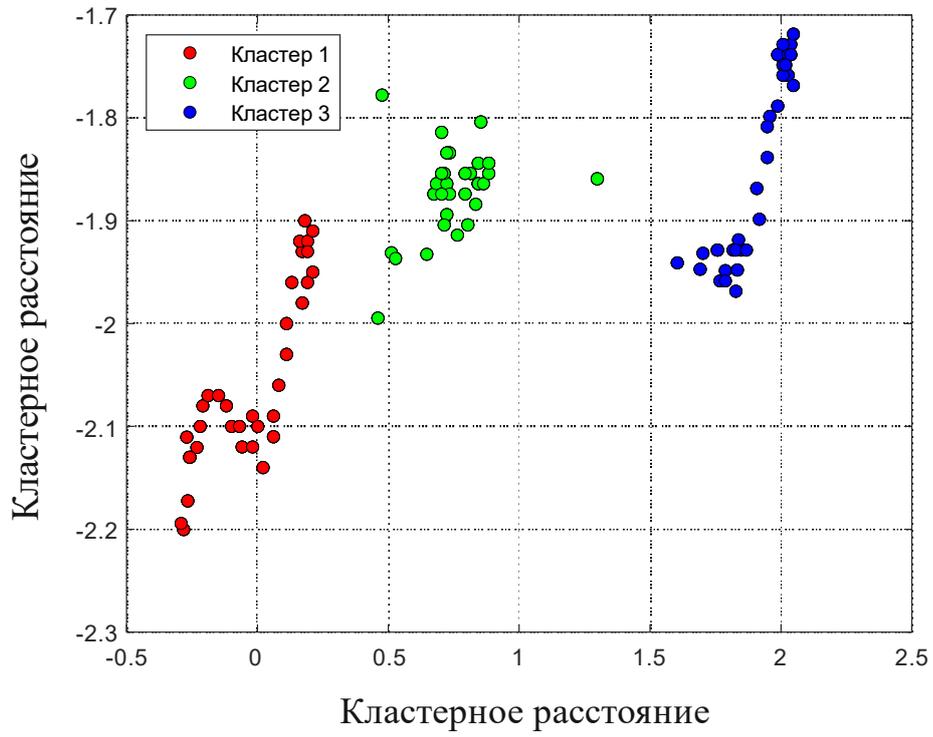
Гистограмма на рис. 6 показывает, что выбранные значения векторов, идентифицирующих состояние, разбиты на три кластера одинакового размера, что соответствует характеристикам экспериментальных выборок данных. Большинство точек в рассматриваемых кластерах имеют большие значения относительного расстояния (0,8 или более), что указывает на то, что кластеры хорошо разделены.

Для визуального анализа данных на рис. 7 полученные значения векторов отображены в виде матрицы двумерных декартовых графиков рассеяния, сгруппированных по различным входным аргументам. На основе отображаемых данных и их гистограмм можно определить качество признаков, влияющих на идентификацию состояний.



а.

Рис. 5. Результаты кластеризации на основе среднего значения изменения координат



б.

Рис. 6. Результаты кластеризации на основе среднего значения изменения координат

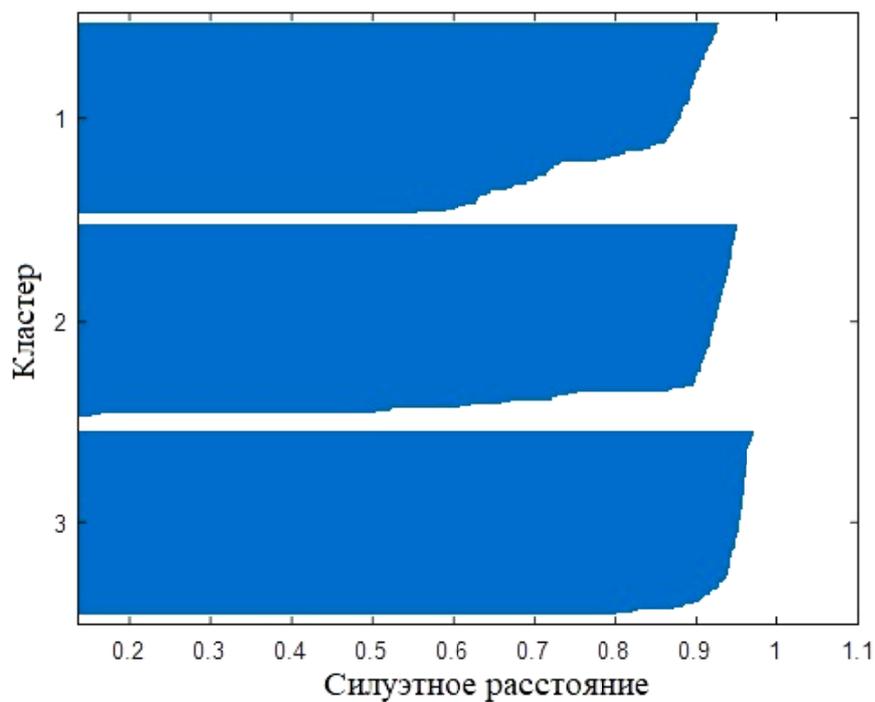


Рис. 7. Визуализация оценки полученных кластеров

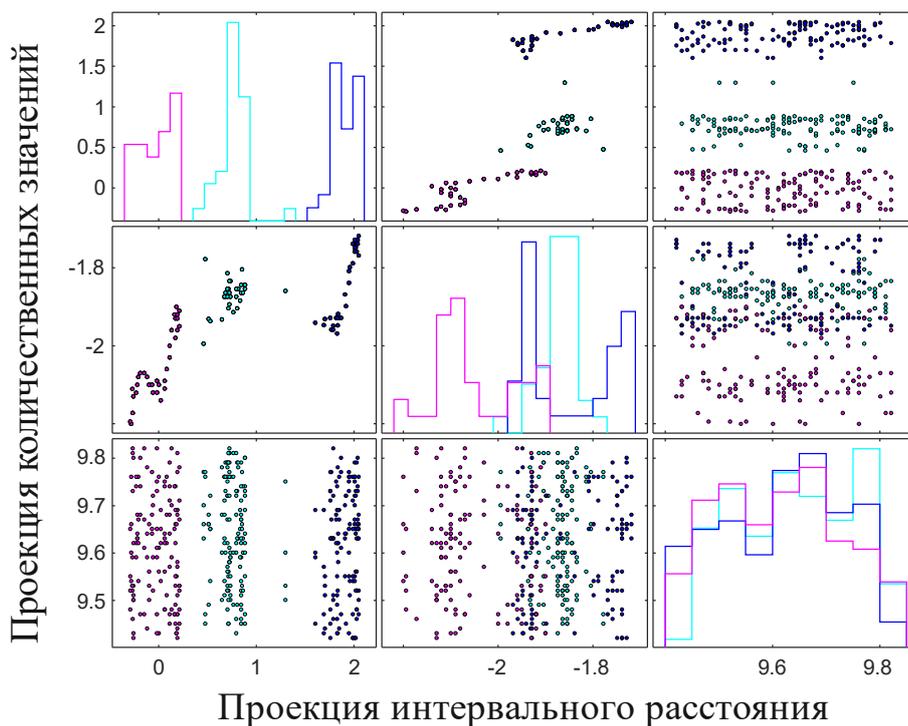


Рис. 8. Качество признаков (строки сверху вниз – загрузка памяти, процессора и сети), влияющих на идентификацию состояний

В проведенном вычислительном эксперименте видно, что наибольший вклад в качество идентификации состояния ИБ вносят сигналы, отражающие загрузку памяти.

Таким образом, предлагаемый подход позволяет определить класс текущего состояния.

В дальнейшем в качестве продолжения исследования, анализируя значения для различных задач оптимизации объема вычислений или базы данных, где хранятся синхронизированные временные ряды, полученные от датчиков и сенсоров, можно использовать аддитивный критерий, например

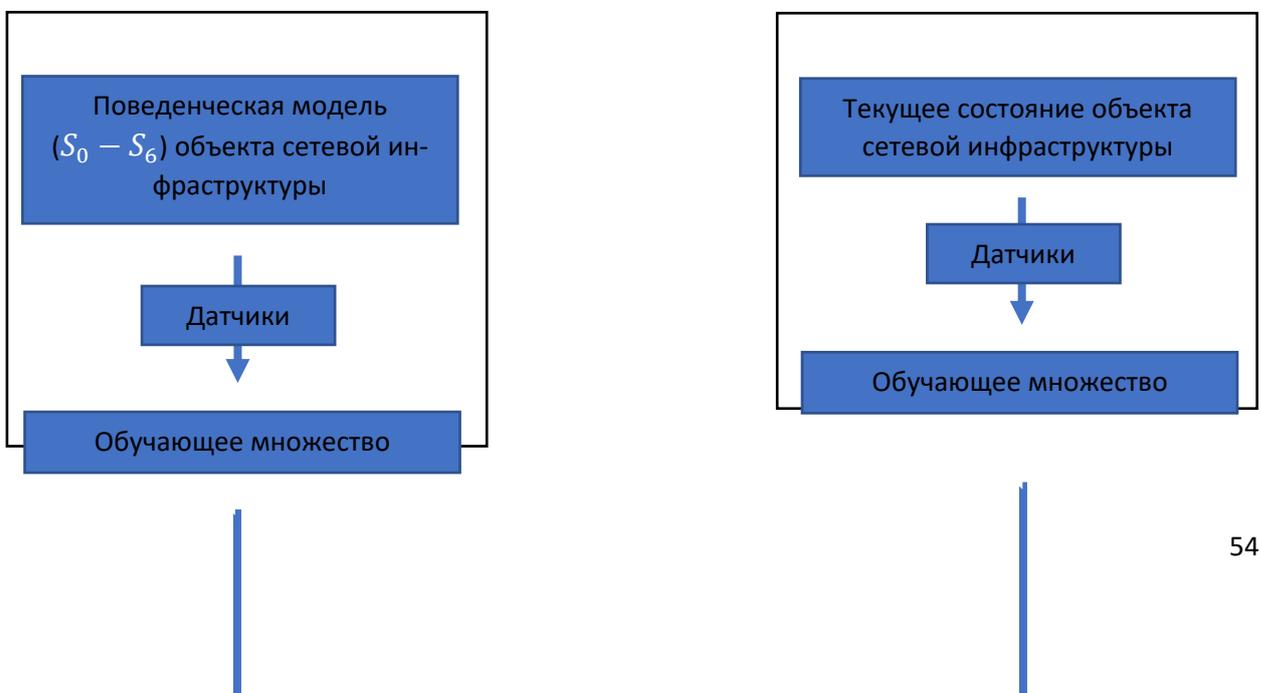
обобщенный критерий оптимальности $\min_{\bar{x} \in X} F(\bar{w}, \bar{X}(t)) = \min_{\bar{x} \in X} \sum_{i=1}^s w_i X_i(t)$ при

условии $\sum_{i=1}^s w_i = 1$, где w_i – весовые коэффициенты, что позволяет создавать

приоритет более важным частным критериям за счет увеличения для них значений w_i .

В рамках второго этапа эксперимента производилась классификация по шести состояниям. Для формирования обучающей выборки использовалось 70% значений, 15% значений использовались в качестве тестового и еще 15% в качестве проверочного набора.

Оценка возможностей приведенного подхода была осуществлена на основе эксперимента, схема которого приведена на рисунке 1.



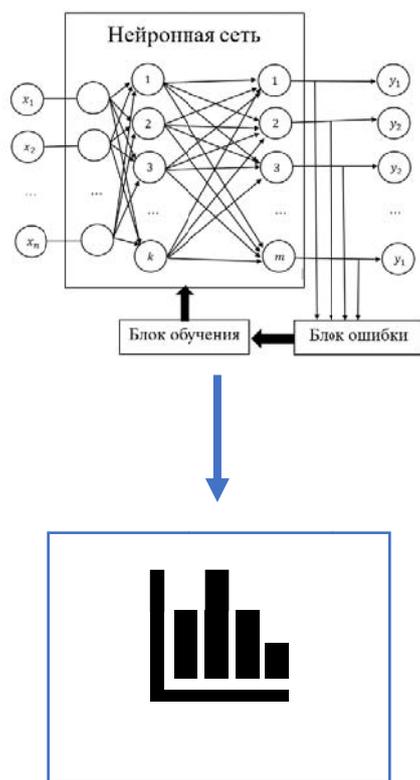


Рисунок 9. Схема проведения эксперимента

Полученные значения были обработаны при помощи двухслойных нейронных сетей прямого распространения с сигмоидальной передаточной функцией. Количество входных нейронов равно количеству используемых датчиков, измеряющих амплитуды сигнала, количество скрытых нейронов – 300, количество выходных нейронов равно количеству исследуемых состояний автономного объекта - 6. Выход нейросети – значения вероятностей отношения текущего состояния к конкретному классу.

Производилась классификация по шести состояниям. Для формирования обучающей выборки использовалось 70% значений, 15% значений использовались в качестве тестового и еще 15% в качестве проверочного набора.

На рисунках 2-4 представлены результаты классификации.

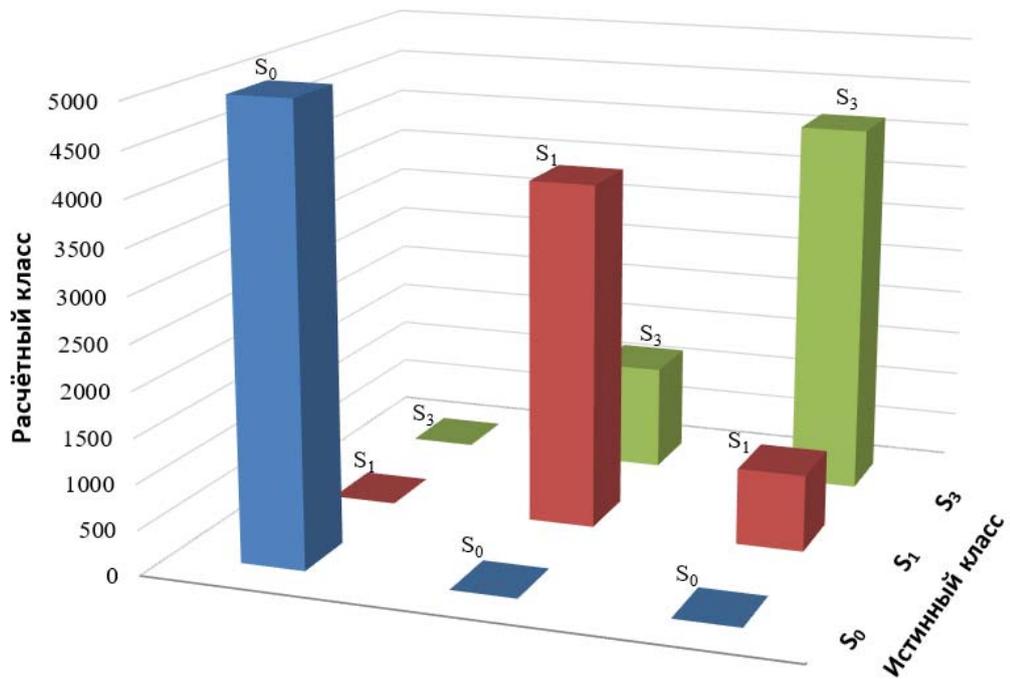


Рисунок 10. Результаты классификации (сегментируемые классы S₀, S₁, S₃), общая точность 0.89

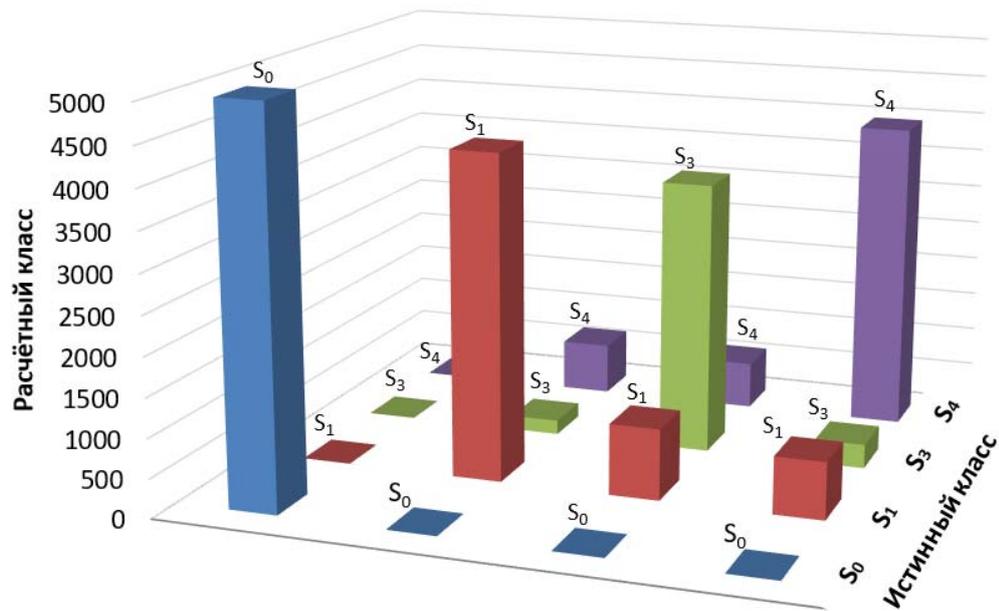


Рисунок 11. Результаты классификации (сегментируемые классы S₀, S₁, S₃, S₄), общая точность 0.84

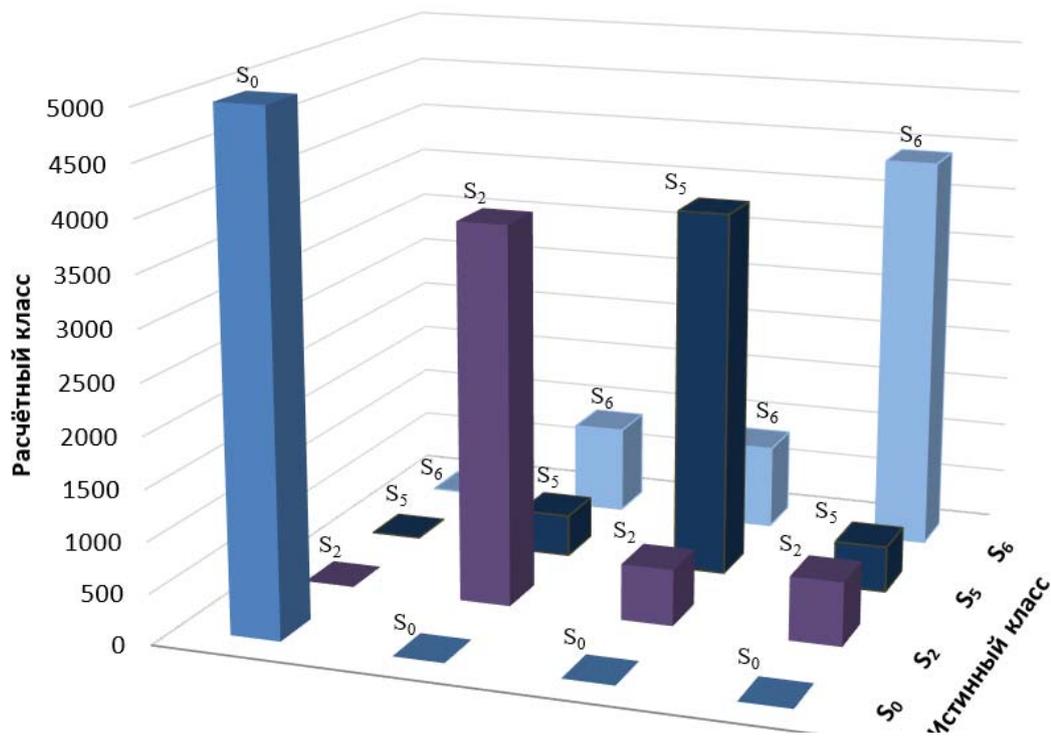


Рисунок 12. Результаты классификации (сегментируемые классы S_0, S_2, S_5, S_6), общая точность 0.81

Как видно из рисунков 2–4, используя два датчика (в отличие от одного в [8]), система мониторинга позволяет получить вероятность выявления различных состояний более 0.8.

Вывод

В данной главе был предложен подход к идентификации состояний информационной безопасности (ИБ) на основе анализа синхронизированных временных рядов показателей загрузки вычислительных ресурсов.

В рамках проведенного эксперимента была использована методика кластеризации k -средних для идентификации состояний ИБ. Были сформированы сигнальные последовательности, отражающие поведенческий паттерн системной загрузки, и на их основе были получены выборки паттернов сигнальных трасс для различных состояний.

Анализ полученных результатов показал, что выбранные значения векторов, идентифицирующих состояния, хорошо разделены и формируют кластеры. Расстояние до центроидов кластеров использовалось для принятия решения о принадлежности состоянию, и общая точность выбранного решения составила 0,96.

Дополнительно, была проведена классификация состояний на основе двухслойных нейронных сетей прямого распространения. Классификация позволила получить вероятности выявления различных состояний ИБ, превышающие 0,8, при использовании двух датчиков.

Таким образом, предложенный подход к идентификации состояний ИБ на основе анализа синхронизированных временных рядов показателей загрузки вычислительных ресурсов показал хорошие результаты и может быть применен для эффективного мониторинга и обеспечения безопасности информационных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены три главы, связанные с управлением бортовыми системами и применением методов искусственного интеллекта в этих процессах.

В главе 1 "Процессы управления бортовыми системами" были рассмотрены различные виды бортовых систем, их назначение и области применения. Также была проведена классификация процессов управления бортовыми системами с упором на их надежность и информационную безопасность. Важным аспектом было описание модели нарушителя и модели угроз, что помогает оценить уязвимости системы и принять соответствующие меры для обеспечения безопасности.

В главе 2 "Применение методов искусственного интеллекта в процессах управления бортовыми системами" были рассмотрены различные подходы к оптимизации процессов на основе методов искусственного интеллекта. Были проанализированы достоинства и недостатки существующих решений. Это позволило понять, какие методы и подходы могут быть применимы для улучшения процессов управления бортовыми системами.

В главе 3 "Применение предлагаемого подхода" была представлена методика проведения эксперимента. Были описаны шаги и процедуры, необходимые для применения предлагаемого подхода. В эксперименте использовались временные ряды, полученные от датчиков и сенсоров, и была проведена кластеризация и классификация состояний бортовых систем на основе этих данных. Показано, что предлагаемый подход позволяет определить состояния и обладает высокой точностью и надежностью.

Общими результатами этих глав являются:

- Рассмотрены виды бортовых систем, их назначение и области применения.
- Проведена классификация процессов управления бортовыми системами с упором на их надежность и информационную безопасность.
- Описаны модель нарушителя и модель угроз для оценки уязвимостей и обеспечения безопасности системы.
- Проанализированы подходы к оптимизации процессов на основе методов искусственного интеллекта.
- Предложенный подход к применению искусственного интеллекта в процессах управления бортовыми системами продемонстрировал высокую точность и надежность в определении состояний системы.

В целом, эти главы представляют собой комплексный подход к управлению и оптимизации бортовых систем с использованием методов искусственного интеллекта. Предложенный подход имеет потенциал для улучшения надежности, безопасности и эффективности управления такими системами.

Таким образом, данная выпускная квалификационная работа представляет важный вклад в развитие области управления бортовыми системами с использованием методов искусственного интеллекта. Исследования, проведенные в работе, позволяют более точно определить состояния системы, улучшить ее надежность, а также повысить уровень информационной безопасности.

Предложенный подход, основанный на кластеризации и классификации состояний на основе временных рядов, демонстрирует высокую точность и эффективность. Это открывает новые перспективы для применения искусственного интеллекта в процессах управления бортовыми системами, что может привести к улучшению их работы, оптимизации процессов и увеличению общей производительности.

Данная работа имеет практическую значимость для инженеров и специалистов, занимающихся разработкой и управлением бортовыми системами. Результаты исследования могут быть применены в различных отраслях, где важна надежность и безопасность работы систем, таких как авиация, автомобильная промышленность, энергетика и другие.

Важным аспектом работы является также описание модели нарушителя и модели угроз, что помогает оценить уязвимости системы и разработать соответствующие меры по обеспечению информационной безопасности. Это актуальная и востребованная тема в современном мире, где защита данных и систем является приоритетной задачей.

В целом, данная выпускная квалификационная работа является важным и ценным исследованием, вносящим свой вклад в развитие области управления бортовыми системами с применением методов искусственного интеллекта. Полученные результаты и выводы могут быть использованы в дальнейших исследованиях и разработках в данной области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Черняк Л. Киберфизические системы на старте // Открытые системы. 2014. № 2. С. 10–13.
2. Lee E.A., Neuendorffer S., Wirthlin M.J. Actor-Oriented Design of Embedded Hardware and Software Systems // J. Circuits, Syst. Comput. 2003. V. 12. P. 231 –260.
3. Юсупов Р.М., Ронжин А.Л. От умных приборов к интеллектуальному пространству // Вестник Российской академии наук. 2010. Т. 80. № 1. С. 45–51.
4. Lebedev I., Korzhuk V., Krivtsova I., Salakhutdinova K., Sukhoparov M., Tikhonov D. Using preventive measures for the purpose of assuring information security of wireless communication channels // Conference of Open Innovation Association, FRUCT 18. Сер. "Proceedings of the 18th Conference of Open Innovations Association FRUCT and Seminar on Information Security and Protection of Information Technolog, FRUCT-ISPIT 2016" 2016. С. 167-173.
5. Бажаев Н.А., Кривцова И.Е., Лебедев И.С., Сухопаров М.Е. Моделирование информационного воздействия на удаленные устройства беспроводных сетей // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2016. № 3. С. 76-84.
6. Lebedev I.S., Korzhuk V.M. The Monitoring of Information Security of Remote Devices of Wireless Networks // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2015, Vol. 9247, pp. 3–10
7. Бажаев Н.А., Лебедев И.С., Кривцова И.Е. Анализ статистических данных мониторинга сетевой инфраструктуры для выявления аномального поведения локального сегмента системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 1. С. 92-99.
8. Сухопаров М.Е., Лебедев И.С., Коржук В.М., Кривцова И.Е., Печеркин С.А. Обеспечение информационной безопасности каналов связи на основе многофункционального специализированного программно-

аппаратного решения // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2016. Т. 2. С. 70-79.

9. Lebedev I., Krivtsova I., Korzhuk V., Bazhayev N., Sukhoparov M., Pecherkin S., Salakhutdinova K. The analysis of abnormal behavior of the system local segment on the basis of statistical data obtained from the network infrastructure monitoring // Lecture Notes in Computer Science. 2016. Т. 9870. С. 503-511.

10. Bazhayev, N., Lebedev, I., Korzhuk, V., Zikratov, I. Monitoring of the Information Security of Wireless remote devices // Source of the Document 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2015 - Proceedings 7338553, Pages 233-236

11. Nikolaevskiy I., Lukyanenko A., Polishchuk T., Polishchuk V.M., Gurtov A.V. isBF: Scalable In-Packet Bloom Filter Based Multicast // Computer Communications. 2015. Vol. 70, pp. 79–85

12. Shamir, E. Tramer. Acoustic cryptanalysis: on nosy people and noisy machines // Eurocrypt 2004 rump session, 2004

13. R. Ortega, A. Bobtsov, A. Pyrkin, S. Aranovskiy. A parameter estimation approach to state observation of nonlinear systems // Proceedings of the IEEE Conference on Decision and Control, pp. 6336-6341

14. Wyglinski A.M., Huang X., Padir T., Lai L., Eisenbarth T.R., Venkatasubramanian K. Security of autonomous systems employing embedded computing and sensors // IEEE Micro 33 (1) 2013, art. no. 6504448, pp. 80-86

15. Bazhayev N., Lebedev I., Korzhuk V., Zikratov I. Monitoring of the information security of wireless remote devices // 9th International Conference on Application of Information and Communication Technologies, AICT 2015 - Proceedings 9. 2015. С. 233-236

16. Wyglinski, A.M., Huang, X., Padir, T., Lai, L., Eisenbarth, T.R., Venkatasubramanian, K. Security of autonomous systems employing embedded computing and sensors // IEEE Micro 33 (1) 2013, art. no. 6504448, pp. 80-86

17. Сухопаров М.Е., Лебедев И.С. Метод выявления аномального поведения персональных сетей // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2017. № 1. С. 9–15.

18. Бажаев Н., Лебедев И.С., Кривцова И.Е. Анализ статистических данных мониторинга сетевой инфраструктуры для выявления аномального поведения локального сегмента системы // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2017. Т. 17. № 1(107). С. 92–99.

Lebedev I.S., Bazhayev N., Sukhoparov M.E., Petrov V.I., Gurtov A.V. Analysis of the State of Information Security on the Basis of Serious

19. Krivtsova I., Lebedev I., Sukhoparov M., Bazhayev N., Zikratov I., Ometov A., Andreev S., Masek P., Fujdiak R., Hosek J. Implementing a broadcast storm attack on a mission-critical wireless sensor network // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2016. V. 9674. P. 297–308.

20. Emission Electronic Components // Proceedings of the 20th Conference of Open Innovations Association FRUCT. 2017. P. 216–221.

21. Матвеев Ю.Н., Симончик К.К., Тропченко А.Ю., Хитров М.В. Цифровая обработка сигналов. Учебное пособие по дисциплине "Цифровая обработка сигналов" // СПб: СПбНИУ ИТМО, 2013. – 166 с.

22. Горелик А. Л., Скрипкин В. А. Методы распознавания. Учебное пособие для вузов // М., «Высш. школа», 1977. - 222 с.

23. Lebedev I.S., Korzhuk V.M. The Monitoring of Information Security of Remote Devices of Wireless Networks // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics). 2015, Vol. 9247, pp. 3–10

24. Сухопаров М.Е., Лебедев И.С. Метод выявления аномального поведения персональных сетей // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2017. № 1. С. 9-15

25. Lebedev I.S., Korzhuk V.M. The Monitoring of Information Security of Remote Devices of Wireless Networks // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) - 2015, Vol. 9247, pp. 3-10
26. M. Prabhakar, J. N. Singh, G. Mahadevan Nash equilibrium and Markov chains to enhance game theoretic approach for vanet security. // International Conference on Advances in Computing, ICAdC 2012; Bangalore, Karnataka; India; 4 July 2012 through 6 July 2012, Volume 174 AISC, 2013, pp 191-199
27. Chehri A., Hussein T. Moutah Survivable and Scalable Wireless Solution for E-health and Emergency Applications // In EICS4MED 2011. Proceedings of the 1st International Workshop on Engineering Interactive Computing Systems for Medicine and Health Care. Pisa, Italy. 2011. P. 25–2
28. Сухопаров М.Е., Лебедев И.С. Анализ состояния информационной безопасности на основе побочного излучения электронных компонент // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2017. № 2. С. 92–98.
29. Royackers L., Rinie van Est. A Literature Review on New Robotics: Automation from Love to War // International Journal of Social Robotics. November 2015. V. 7. Is. 5. P. 549–570.
30. Сухопаров М.Е., Лебедев И.С. Анализ состояния информационной безопасности на основе побочного излучения электронных компонент // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. 2017. № 2. С. 92-98
31. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Издательство «Наука», 1969. – 512 с.
32. Rogachev G.N. Production method of describing automated controllers in the analysis of continuous-discrete control systems // Automatic control and computer sciences. 2014. V. 48. N 5. P. 249–256.

33. Лещев С.В. Электронная культура и виртуальная реальность: третья цифровая волна НБИК-парадигмы // Вестн. гуманитар. фак. Иванов. гос. хим.-технол. ун-та. 2014. Вып. 7. С. 5–9.
34. Nikolaevskiy I., Lukyanenko A., Polishchuk T., Polishchuk V.M., Gurtov A.V. isBF: Scalable In-Packet Bloom Filter Based Multicast // Computer Communications. 2015. V. 70. P. 79–85.
35. Krivtsova, I., Lebedev, I., Sukhoparov, M., Bazhayev, N., Zikratov, I., Ometov, A., Andreev, S., Masek, P., Fujdiak, R., Hosek, J. Implementing a broadcast storm attack on a mission-critical wireless sensor network // Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) Volume 9674, 2016, Pages 297-308.
36. Котенко И.В., Саенко И.Б. Создание новых систем мониторинга и управления кибербезопасностью // Вестник Российской академии наук. 2014. Т. 84. № 11. С. 993–1001.
37. Al-Naggar Y., Koucheryavy A. Fuzzy Logic and Voronoi Diagram Using for Cluster Head Selection in Ubiquitous Sensor Networks // Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. 14th International Conference, NEW2AN 2014 and 7th Conference, ruSMART 2014 Saint Petersburg, Russia, August 27–29, 2014, Proceedings. Springer, LNCS 8638, P. 319–330.