



80-летию Победы
в Великой
Отечественной
войне
посвящается

В рамках
Фестиваля науки
в Тамбовской
области



ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

ВЫПУСК XVII

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ, ПРИБОРЫ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ
БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИОМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ
ЭНЕРГЕТИКА, ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ, ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ
РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ
АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ
ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Научное электронное издание

Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Российская экологическая академия
Ассоциация «Объединенный университет им. В. И. Вернадского»

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

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

**Сборник научных статей
молодых ученых, аспирантов и студентов**

Выпуск XVII

**Фундаментальные естественные науки
Информатика, вычислительная техника, информационные системы
Системный анализ и управление, приборы
Материаловедение, нанотехнологии, машиностроение
Биотехнология, биомедицинская инженерия
Технология продуктов питания
Процессы и аппараты химических и других технологий
Энергетика, энергоснабжение, энергосбережение
Радиотехника и связь
Архитектура и строительство, транспорт
Экономика, управление качеством продукции
Проблемы техногенной безопасности**

Научное электронное издание



Тамбов
Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
2025

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, доц. М. В. Соколов (ответственный редактор);
д-р техн. наук, проф. В. И. Леденев; д-р пед. наук, проф. Н. П. Пучков;
д-р техн. наук, проф. Н. С. Попов; д-р техн. наук, проф. С. В. Пономарев;
член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук,
д-р техн. наук, проф. П. В. Монастырев; д-р техн. наук, проф. О. С. Дмитриев;
д-р техн. наук, проф. Ю. Ю. Громов; д-р техн. наук, проф. Н. Ц. Гатапова;
д-р техн. наук, проф. А. Г. Ткачев; д-р техн. наук, проф. Д. М. Мордасов

П78 **Проблемы** техногенной безопасности и устойчивого развития
[Электронный ресурс] : сборник научных статей молодых ученых,
аспирантов и студентов / ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский
центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2025. – Вып. XVII. – 1 электрон. опт. диск
(CD-ROM). – Системные требования : ПК не ниже класса Pentium IV ;
RAM 512 Mb ; необходимое место на HDD 3,0 Mb ; Windows 7/8/10/11 ;
дисковод CD-ROM ; мышь. – Загл. с экрана.
ISBN 978-5-8265-2953-9

В сборнике представлены статьи участников отборочного тура программы У.М.Н.И.К. 2025 г. в рамках Двдцатой межвузовской научной студенческой конференции Ассоциации «Объединенный университет им. В. И. Вернадского» «Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития», а также молодых ученых, аспирантов и студентов по приоритетным научным направлениям университета: фундаментальные естественные науки; информационные системы и технологии; системный анализ и управление, приборы; материаловедение, нанотехнологии, машиностроение; биотехнология, биомедицинская инженерия; процессы и аппараты химических и других технологий; энергетика, энергоснабжение, энергосбережение; архитектура и строительство, транспорт.

Материалы могут быть полезны преподавателям, аспирантам, студентам-исследователям, а также инженерно-техническим работникам различных отраслей промышленности.

ББК я43

*Сборник подготовлен по материалам, предоставленным в электронном варианте,
и сохраняет авторскую редакцию.*

Все выпуски сборника размещены в Научной электронной библиотеке (РНИЦ) e-library.ru

*Все права на размножение и распространение в любой форме остаются за разработчиком.
Нелегальное копирование и использование данного продукта запрещено.*

ISBN 978-5-8265-1643-0 (общ.)

ISBN 978-5-8265-2953-9 (вып. XVII)

© Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тамбовский государственный технический
университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»), 2025

УДК 004.056.53

*Д. А. Вислобоков, И. С. Шишкин, Е. С. Маленков**

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИБЕРОБМАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФАЙЛОВЫХ СЕРВЕРОВ

Введение

Файловые серверы выполняют ключевую функцию в информационной инфраструктуре организации – они обеспечивают централизованное хранение, управление и обмен файловыми ресурсами: рабочими документами, резервными копиями, конфигурациями и учетными данными. Нарушение целостности, конфиденциальности или доступности этих серверов приводит к прямым коммерческим потерям, срыву бизнес-процессов и риску массовой компрометации пользовательских и внутренних данных [1].

В последние годы наблюдается высокая доля инцидентов, связанных с эксплуатацией уязвимостей в средствах управления и передачи файлов. Яркий пример – масштабные инциденты, связанные с уязвимостью в ПО для передачи файлов MOVEit, которые легли в основу значительной части уведомлений о нарушениях данных в исследовании по утечкам за 2023–2024 годы. Это подчеркивает уязвимость решений, используемых для обмена и хранения файлов [1].

Одновременно классические протоколы передачи файлов сохраняют широкое распространение. По оценкам, в сети остаются миллионы активных FTP-серверов, а уязвимости и неправильная конфигурация открытых сервисов продолжают делать такие ресурсы легкой целью для злоумышленников [2].

Применение технологии киберобмана для защиты файловых серверов

Технология киберобмана – это целенаправленное развертывание в сети ложных ресурсов, имитирующих реальные активы, в целях выявления и изучения вредоносной активности. Принцип работы

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Информационные системы и защита информации» ФГБОУ ВО «ГГТУ» В. В. Алексеева.

основан на создании ложных целей – поддельные серверы, файлы, учетные записи и т.д., которые похожи на реальные. Ложные объекты размещают в таких местах сети и с такими правами доступа, чтобы они могли заинтересовать злоумышленника, но при этом не давали доступа к реальным данным. Любая попытка взаимодействия с ложным объектом рассматривается как индикатор компрометации. Поскольку легитимные пользователи не работают с этими целями, вероятность ложного срабатывания низкая. Системы киберобмана фиксируют действия против ложной цели – попытки подключения, команды, передаваемые файлы, методы авторизации – и передают эту информацию средствам мониторинга и реагирования. На основе собранных данных получают информацию о тактиках, инструментах и процедурах атакующего, благодаря чему можно оперативно локализовать и обезвредить угрозу.

Ложный FTP-сервер может быть применим для защиты файловых хранилищ, так как FTP – устаревший и простой протокол, который часто используется в уязвимых или тестовых средах. В классическом FTP команды и учетные данные передаются в открытом виде. Это делает такие серверы привлекательной целью при разведке и поиске слабой аутентификации.

Автоматические сканеры и боты активно ищут открытые FTP-службы и пытаются выполнить подбор паролей или загрузить файлы. Ложный FTP-сервер быстро фиксирует такие попытки, а также предоставляет ценную информацию о методах доступа, используемых командах и перемещениях атакующего внутри файловой структуры, без риска компрометации реальных данных.

Использование ложного FTP-сервера теоретически является действенным методом обнаружения атак. За счет сочетания низкой вероятности ложных срабатываний и привлекательности протокола для злоумышленников такая ловушка может служить ранним сигналом об атаке.

Тестирование ложного FTP-сервера

В качестве ложного FTP-сервера рассматривается FTP Honeypot [3]. Ловушка развернута на виртуальной машине в изолированной лабораторной сети. Служба прослушивала порт 2121. При необходимости возможен перенос порта на стандартный порт FTP 21. Источники подключений – локальная тестовая машина и вторая виртуальная машина в том же подсегменте. Ведение журналов происходило с записью временной метки, IP-адреса клиента, порта клиента и полученных FTP-команд. В ловушку не помещались реальные учетные данные и конфиденциальные файлы.

Заявленные характеристики [3]:

- ложная цель с низким уровнем взаимодействия: имитирует FTP-сервис для безопасного перехвата и регистрации попыток доступа;
- настраиваемая конфигурация сервера: аргументы командной строки позволяют легко настроить хост и порт;
- подробное ведение журнала событий: регистрирует каждую команду, отправленную на FTP-сервер, что помогает в анализе безопасности;
- взаимодействие в реальном времени: обеспечивает взаимодействие с клиентами в режиме реального времени, собирая учетные данные и команды;
- образовательный и исследовательский инструмент: идеально подходит для изучения моделей атак на основе FTP и для образовательных целей.

Установка требует наличия Python 3.x и библиотеки Twisted. Команды для установки [3]:

```
git clone https://github.com/0xNslabs/ftp-honeypot.git
cd ftp-honeypot
pip install twisted
```

Запуск производится следующей командой:

```
python3 sip.py --host 0.0.0.0 --port 2121
```

Как и заявлено, порт можно изменить, однако для использования стандартных портов необходимы права администратора.

Для тестирования использовалась установка напрямую в систему, однако для реальной эксплуатации целесообразнее использовать виртуальное окружение, например Python venv virtual environments.

Фрагмент журнала событий:

```
2025-10-05 15:05:06+0000 [-] SimpleFTPFactory starting on 2121
2025-10-05 15:06:55+0000 [_main_.SimpleFTPFactory] FTP NEW
Connection Client IP: 127.0.0.1, Port: 35410
2025-10-05 15:07:01+0000 [SimpleFTPProtocol, 0, 127.0.0.1] Received data: b'USER user'
2025-10-05 15:07:08+0000 [SimpleFTPProtocol, 0, 127.0.0.1] Received data: b'PASS password'
2025-10-05 15:07:24+0000 [SimpleFTPProtocol, 0, 127.0.0.1] Received data: b'QUIT'
2025-10-05 15:07:53+0000 [_main_.SimpleFTPFactory] FTP NEW
Connection Client IP: 127.0.0.1, Port: 46374
2025-10-05 15:07:53+0000 [SimpleFTPProtocol, 1,127.0.0.1] Received data: b'USER test'
```

2025-10-05 15:07:53+0000 [SimpleFTPProtocol, 1,127.0.0.1] Received data: b'PASS 1234'

2025-10-05 15:07:53+0000 [SimpleFTPProtocol, 1,127.0.0.1] Received data: b'LIST'

2025-10-05 15:08:05+0000 [SimpleFTPProtocol, 1,127.0.0.1] Connection lost

2025-10-05 15:11:13+0000 [_main_SimpleFTPFactory] FTP NEW Connection Client IP: 192.168.186.129, Port: 58934

2025-10-05 15:11:28+0000 [SimpleFTPProtocol, 2, 192.168.186.129] Received data: b'USER user'

На основе этих данных получены следующие результаты:

- служба успешно запущена на порту 2121;
- зафиксированы тестовые подключения с разных адресов;
- в сессиях получены команды USER, PASS, LIST, QUIT;
- в журнале событий присутствуют введенные потенциальным злоумышленником данные;
- ловушка формировала поведение, позволяющее продолжить сеанс, имитируя реальный сервер (в частности – обработка команды LIST).

Заключение

В результате тестирования подтверждено, что развернутый FTP honeypot надежно фиксирует попытки подключения, введенные учетные данные и базовые команды протокола. Журнал событий содержит достаточно информации для идентификации источников атак и воспроизведения последовательности действий. Это делает ловушку пригодной в качестве источника ранних сигналов о компрометации файловых ресурсов. Ложная цель показала способность имитировать поведение реального FTP-сервера достаточно правдоподобно, чтобы удерживать сессию и собрать дополнительные команды, что важно для накопления телеметрии, позволяющей отличать случайные сканирования от целенаправленной разведки.

Одновременно следует учитывать ограничение: низкоинтерактивная реализация не воспроизводит все аспекты полноценного сервера и может быстро привести к потере интереса потенциального злоумышленника.

Для практического внедрения можно порекомендовать следующие шаги:

- интегрировать журнал событий ловушки в центральную систему мониторинга событий и настроить корреляцию по IP, учетным данным и временным меткам;

– задать пороговые правила оповещений – повторные попытки авторизации и последовательность команд LIST/RETR/STORE должны поднимать приоритет тревоги;

– ограничить сетевое окружение ловушки и исходящий трафик, чтобы исключить ее использование атакующим в качестве плацдарма.

Благодаря тому, что все данные о подключениях и взаимодействии сохраняются в журнал событий в стандартном формате, возможно использование данного метода в составе общего комплекса мониторинга (SIEM) для обнаружения активности потенциальных злоумышленников наряду с другими подобными ложными целями, имитирующими различные информационные ресурсы, такие как базы данных [4].

В итоге, реализованный FTP Honeypot подтверждает теоретическую состоятельность подхода и может служить компонентом комплекса обнаружения компрометации файловых серверов при соблюдении мер безопасности и интеграции с существующими средствами реагирования.

Список литературы

1. 2024 Data Breach Investigations Report [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.verizon.com/business/resources/reports/2024-dbir-data-breach-investigations-report.pdf> (дата обращения: 06.10.2025).
2. Why & How to Replace FTP [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.egnyte.com/guides/file-sharing/ftp-replacement> (дата обращения: 07.10.2025).
3. Simple FTP Honeypot Server [Электронный ресурс]. – URL : <https://github.com/0xNslabs/ftp-honeypot> (дата обращения: 08.10.2025).
4. Применение технологии киберобмана для защиты баз данных / В. В. Алексеев, Д. А. Вислобоков, И. С. Шишкин, Е. С. Маленков // Актуальные проблемы кибербезопасности. Противодействие экстремизму и терроризму в информационной молодежной среде : сб. докл. I межрегион. науч.-практ. конф. – Брянск : БГТУ, 2025. – С. 16 – 21.

*Кафедра «Информационные системы и защита информации»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*О. Ю. Власова**

МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ

Введение

Цифровая экономика выступает ключевой движущей силой трансформации современной урбанистики, определяя вектор устойчивого развития городов. Сегодня города сталкиваются с множеством вызовов, среди которых необходимость повышения качества жизни населения, обеспечение эффективного управления ресурсами, минимизация негативного воздействия на окружающую среду и создание условий для экономического роста. В эпоху цифровизации экономики возникает потребность в разработке комплексных моделей устойчивого развития городских территорий, объединяющих инновационные технологии, современные управленческие практики и междисциплинарные подходы [1].

Основная часть

Сегодня города играют ключевую роль в экономике стран мира, становясь центрами инновационного роста и культурного взаимодействия. Рост численности населения, урбанизация и глобальные изменения климата требуют новых подходов к управлению городскими территориями. Цифровые технологии становятся инструментом повышения устойчивости и жизнеспособности городов.

Устойчивость означает способность сохранять баланс социальных, экономических и экологических аспектов жизнедеятельности в долгосрочной перспективе. Для реализации концепции устойчивого развития необходимы механизмы, обеспечивающие ресурсосбережение, улучшение качества жизни горожан и защиту окружающей среды.

Городская среда должна отвечать таким требованиям устойчивого развития, как использование возобновляемых источников энергии, создание эффективной транспортной сети с приоритетом общественного транспорта, оптимальное управление водными ресурсами и отходами, повышение комфортности проживания за счет улучшения социальной инфраструктуры.

* Работа выполнена под руководством преподавателя Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Дубровиной и кандидата педагогических наук, доцента Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. И. Попова.

Цифровые технологии помогают реализовать указанные цели путем внедрения автоматизированных систем управления транспортом, энергосберегающих устройств, смарт-решений для ЖКХ и здравоохранения.

Современный город должен стать площадкой для инновационных разработок и внедрения новейших технологий.

Развитие цифровой экономики открывает новые возможности для модернизации городских территорий. Широко внедряются инструменты автоматизации и удаленного мониторинга инженерных сетей, позволяющие значительно снизить издержки эксплуатации и оперативно реагировать на возникающие проблемы.

Интеграция цифровых технологий облегчает управление транспортными потоками, снижает загруженность дорог и стимулирует развитие удобных маршрутов передвижения, включая распространение сервисов каршеринга и навигации.

Другим важным направлением цифрового преобразования городской среды является развитие экологически чистого транспорта. Внедрение электротранспорта снижает нагрузку на атмосферу и уменьшает выброс вредных веществ.

Обеспечить прозрачность принятия решений помогают открытые государственные услуги, электронная подача заявлений и свободный доступ к информации, вовлекая граждан в процессы планирования и развития территорий [2].

Москва уверенно движется по пути цифровой экономики, внедряя широкий спектр технологических решений, направленных на улучшение качества жизни горожан и повышение эффективности городских служб. Одним из ключевых достижений стало использование интеллектуальной системы видеонаблюдения с функциями распознавания лиц, что значительно повышает оперативность реагирования на правонарушения и чрезвычайные ситуации. Электронный документооборот упрощает взаимодействие граждан с госорганами, позволяя подавать документы и заявления в электронной форме. Онлайн-сервисы предоставляют жителям оперативную информацию о ремонтных работах, состоянии дорог и коммунальных мероприятиях посредством мобильных приложений и веб-ресурсов. Важно отметить успешную цифровизацию сфер образования и здравоохранения: широкое распространение электронных дневников, дистанционного обучения, телемедицинских консультаций и возможности записи к врачу через Интернет существенно повысили доступность образовательных и медицинских услуг. Все перечисленные инициативы направлены на создание комфортной и безопасной городской среды, формируя фундамент устойчивого развития столичного региона.

Город Казань демонстрирует пример интеграции экологически чистых технологий в повседневную жизнь. Один из значимых проектов – система автономного уличного освещения, использующая солнечные батареи. Эта инициатива направлена на сокращение потребления электроэнергии и снижение выбросов углекислого газа, одновременно улучшая освещение улиц и парков. Таким образом, Казань сочетает энергоэффективность с повышением эстетической привлекательности городских пространств.

Одним из ярких примеров успешной реализации концепции «умного города» является Сингапур. Здесь широко применяются технологии больших данных и сенсоров для мониторинга состояния окружающей среды, транспортной сети и общественных служб. Эти инструменты помогают оптимизировать работу городского хозяйства, снизить нагрузку на коммунальные службы и улучшать качество жизни горожан. Например, автоматизированные системы контроля трафика снижают заторы на дорогах, повышают безопасность передвижения и экономят энергоресурсы.

Перспективы устойчивого развития высоки благодаря расширению государственно-частного партнерства и поддержке инновационных проектов.

Цифровые технологии важны для улучшения качества жизни, роста экономики и охраны природы.

Заключение

Таким образом, устойчивое развитие городов в условиях цифровизации экономики предполагает интеграцию передовых технологий, реализацию принципов инклюзивности и социальной справедливости, формирование благоприятной экологической ситуации и повышение уровня комфорта проживания. Создание эффективных моделей развития должно учитывать уникальные особенности каждого города, способствовать росту благосостояния его жителей и укреплению конкурентоспособности в глобальном пространстве.

Список литературы

2. Красников, А. В. Основы устойчивого развития городов в условиях цифровизации экономики [Электронный ресурс] / А. В. Красников. – URL : https://claw.ru/referatti/enciklopediya-referatov/ekonomicheskaya-teoriya/referaty-referaty-po-ekonomicheskoy-teorii-tehnopolisnaya-koncepciya-razvitiya-ekonomiki_16.html
3. Морозов, О. И. Экоустойчивые технологии в градостроительстве XXI века [Электронный ресурс] / О. И. Морозов, К. С. Барсуков. – URL : <http://example.com/morozov-barsukov-2023>

4. Романова, А. Г. Возобновляемая энергетика и экоустойчивое развитие мегаполисов [Электронный ресурс] / А. Г. Романова. – URL : <https://elar.urfu.ru/handle/10995/128375>

5. Стабильный город – Википедия [Электронный ресурс]. – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki?curid=272081>

Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 004.31

И. А. Киселева*

НЕЙРОМОРФНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ

Введение

Сегодняшнее развитие высоких технологий привело к появлению совершенно новых направлений исследований в компьютерной науке, одним из которых является разработка нейроморфных вычислительных устройств. Эти устройства представляют собой аппаратные системы, спроектированные по принципу функционирования живого мозга, открывающие большие перспективы для создания эффективных и интеллектуальных систем следующего поколения.

Термин «нейроморфные» относится к аппаратному обеспечению, которое подражает функциональности живой нервной ткани. Эта технология способна существенно повысить производительность и эффективность современных компьютеров, устраняя ограничения традиционных цифровых машин.

История развития нейроморфных процессоров и нейрокомпьютеров

Начало развитию нейроморфных процессоров было положено еще в первой половине прошлого столетия, когда ученые начали создавать электронные модели нейронов и синапсов. Основы теории были сформулированы Уорреном Маккалоком и Уолтером Питтсом

* Работа выполнена под руководством преподавателя Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Дубровиной и кандидата педагогических наук, доцента Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. И. Попова.

в их знаменитой статье 1943 года «Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности».

Экспериментирование с подобными устройствами началось в конце XX века, когда появились первые экспериментальные прототипы кремниевых аналогов нейронов и были разработаны концепции гибридных платформ, сочетающих аналоговую и цифровую обработку данных. Позже стали появляться нейроподобные микросхемы, оснащенные мемристорами и транзисторами, обеспечивающими точную симуляцию реальных нервных клеток. Настоящий прорыв произошел в начале XXI века, когда вышли специализированные нейроморфные платформы вроде IBM TrueNorth и Intel Loihi, ставшие эффективными инструментами для решения широкого круга задач – от распознавания изображений до моделирования когнитивных функций мозга.

Принципы работы

Основой функционирования нейроморфных процессоров и нейрокомпьютеров является подражание естественным нейронным сетям головного мозга человека. Вместо традиционных последовательных операций, выполняемых центральным процессором (CPU), нейроморфные устройства работают путем одновременной обработки множества входных сигналов через множество взаимосвязанных нейронов. Каждый нейрон представляет собой элементарный блок, способный принимать сигнал, обрабатывать его и передавать дальше другим нейронам. Таким образом, нейроморфные процессоры способны выполнять огромное количество операций одновременно, что обеспечивает значительное повышение скорости и эффективности вычислений.

Важной особенностью нейроморфных процессоров является их способность к обучению и адаптации. Подобно человеческому мозгу, такие процессоры могут самостоятельно корректировать параметры своих внутренних соединений в процессе обучения, адаптируя свое поведение к изменяющимся условиям среды. Эта особенность открывает широкие перспективы для применения нейроморфных технологий в системах искусственного интеллекта, робототехники и автоматизации производства.

Особенности архитектуры нейроморфных устройств

Архитектуры нейроморфных процессоров основаны на воспроизведении ключевых свойств биологических нейронных сетей. Их основными характеристиками являются:

1. Нейроморфные устройства способны параллельно обрабатывать большое число операций, подобно человеческому мозгу.

2. Возможность легко увеличивать размеры сети и расширять функциональность.

3. Способность менять свое поведение в зависимости от внешнего окружения и полученного опыта.

4. Хранение данных непосредственно в нейронах и синапсах, что снижает необходимость перемещения больших объемов информации внутри системы [4].

Применение нейроморфных процессоров и нейрокомпьютеров

1. Нейроморфные процессоры могут использоваться для быстрой и точной интерпретации медицинских изображений, таких как МРТ и КТ, помогая врачам своевременно обнаруживать патологии и назначать лечение [3].

2. Автономные транспортные средства, оснащенные нейроморфными процессорами, смогут безопасно передвигаться по дорогам общего пользования, принимая быстрые и точные решения в критических ситуациях.

3. Нейроморфные процессоры помогут повысить эффективность производственных процессов, снизить затраты на электроэнергию и улучшить безопасность труда.

4. Нейроморфные процессоры найдут широкое применение в облачных сервисах, центрах обработки данных и интернет-платформах, повышая их производительность и сокращая расходы на энергию.

Возможности и ограничения

Преимущества нейроморфных процессоров и нейрокомпьютеров очевидны и включают:

1. За счет параллельного выполнения операций и способности к самообучению, нейроморфные процессоры демонстрируют значительную экономию электроэнергии и увеличение производительности по сравнению с традиционными процессорами.

2. Поскольку нейроморфные процессоры состоят из множества независимых нейронов, выход одного из них из строя практически не влияет на общую работоспособность системы.

3. Нейроморфные процессоры могут автоматически настраивать свои внутренние параметры, улучшая точность и надежность своей работы.

Ограничения:

1. Сложность программирования и настройки нейроморфных процессоров требует специальных навыков и опыта.

2. Ограниченный спектр задач, для которых подходят нейроморфные процессоры, поскольку они эффективны преимущественно в задачах, требующих обработки больших массивов данных и принятия решений в условиях неопределенности [2].

Перспективы и будущее нейроморфной индустрии

Перспективы нейроморфной индустрии простираются далеко за пределы текущих возможностей. Сегодня мы видим активные внедрения нейроморфных технологий в медицинскую диагностику, транспортную сферу и инфраструктуру городских пространств. Например, нейроморфные процессоры используются для анализа сложных медицинских изображений, позволяя выявлять заболевания на ранней стадии и оперативно реагировать на изменения состояния здоровья пациента. Это имеет большое значение для медицины, так как ранняя диагностика повышает шансы на успешное лечение многих болезней.

В будущем нейроморфные технологии найдут применение и в управлении транспортными средствами, делая дороги безопаснее и эффективнее. Эти технологии также позволят усовершенствовать системы управления энергетическими ресурсами и транспортом в городах, создавая умные и экологически чистые пространства. Помимо этого, важным направлением развития нейроморфных технологий становится создание высокопроизводительных, энергоэффективных и надежных систем обработки данных, что принесет пользу различным отраслям науки и бизнеса. Ожидается, что нейроморфные процессоры станут ключевым элементом развития современного мира, обеспечивающим высокий уровень комфорта и безопасности жителей планеты [1].

Заключение

Подводя итог, можно отметить, что нейроморфные процессоры и нейрокомпьютеры демонстрируют огромный потенциал для революционного изменения подходов к проектированию и эксплуатации вычислительной техники будущего. Развитие этой индустрии сулит улучшение качества жизни, снижение потребления энергии и кардинальное изменение нашего взаимодействия с окружающим миром.

Список литературы

1. Нейроморфные процессоры – TAdviser [Электронный ресурс]. – URL : https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Нейроморфные_процессоры
2. Живая машина: ученые собрали первый процессор из клеток мозга – Voltland [Электронный ресурс]. – URL : <https://voltland.ru/news/jivaia-mashina-ychenye-sobrali-pervyi-processor-iz-kletok-mozga.html>

3. Российские нейроморфные процессоры: что это и почему они важны? – Хабр [Электронный ресурс]. – URL : <https://habr.com/ru/companies/sberbank/articles/916878>

4. Нейрокомпьютер – Большая российская энциклопедия [Электронный ресурс]. – URL : <https://bigenc.ru/c/neirokomp-iuter-b6987d>

Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 004.42

И. С. Недосып*

СИСТЕМЫ ВИДЕОЗАЩИТЫ

Современные технологии для обеспечения безопасности объекта используют системы видеозащиты. Видеонаблюдение является важной опорой в сфере безопасности, став неотъемлемой частью ее инфраструктуры. Ее используют в промышленности, муниципальных и коммерческих организациях, на автостоянках и во многих других местах.

Система видеозащиты (система видеонаблюдения) – это комплекс технических средств, который состоит из аппаратных средств, системы записи и хранения видео, программного обеспечения и мер безопасности. Видеозащита отличается от обычного видеонаблюдения тем, что имеет более сложные технологии, например, такие как анализ поведения и распознавание лиц.

Аппаратные средства видеозащиты включают в себя видеокамеры (внутренние, внешние, цилиндрические, купольные, корпусные, проводные, беспроводные), кабель (коаксиальный, витая пара, оптоволоконный), рекордер (для стандартных аналоговых камер, гибридный АНД, для цифровых камер), монитор или ТВ (отдельный, встроенный в рекордер).

Назначением системы видеозащиты являются поддержка безопасности и контроль за событиями.

Аналоговая система видеозащиты – система, которая функционирует на базе аналогового сигнала и использует коаксиальный кабель для передачи информации от видеокамер к записывающим устройствам.

* Работа выполнена под руководством преподавателя Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Дубровиной.

К преимуществам аналоговой системы видеонаблюдения можно отнести низкую стоимость, отсутствие задержки при передаче изображений к устройствам обработки и хранения, удобство и простоту установки и настройки, надежность, а к недостаткам – низкое качество изображения, устаревание технологии на фоне цифрового оборудования и ограниченную функциональность.

Цифровая система видеозащиты – система на основе IP-технологий. Основными компонентами этой системы являются видеокамеры, сетевые видеорегистраторы, сеть и программное обеспечение.

В отличие от аналоговой системы, она поддерживает более высокое разрешение и качество изображения, позволяет хранить данные на специальных серверах, гарантируя безопасность записей.

Цифровые системы видеонаблюдения обладают гибкостью в установке, которая помогает легко добавлять и менять камеры без проведения сложных ремонтных работ. Также такие системы обладают удаленным доступом к данным, т.е. любое устройство, подключенное к Интернету, может получить доступ к видео. Благодаря этому повышается эффективность системы, позволяя оператору следить за объектом в режиме реального времени.

Гибридная (смешанная) система видеозащиты – система, которая смешала в себе лучшие качества аналоговых и цифровых систем. Благодаря этому она более универсальна в использовании. В основе этой системы находится гибридный видеорегистратор, имеющий различные разъемы для подключения аналоговых и цифровых камер.

Функции, которые взяты из аналоговых систем видеонаблюдения, – это надежность и совместимость с коаксиальными кабелями. Гибридные системы обеспечивают стабильность и упрощают объединение с другими аналоговыми системами.

Функции, которые взяты из цифровых систем видеонаблюдения, – это высокое качество картинки и дистанционное управление. Смешанные системы обеспечивают более четкое изображение и позволяют пользователям управлять камерами через Интернет.

Гибридные камеры могут использоваться на парковках, в торговых центрах, учебных заведениях, промышленных предприятиях и во многих других сферах.

Также камеры отличаются числом каналов, форматом сжатия, наличием программного обеспечения, производителем и разрешением изображения.

Популярными производителями видеорегистраторов являются Samsung, Vivotek и Hikvision. Samsung – южнокорейская компания, которая предлагает аналоговые и цифровые видеорегистраторы, поддерживающие различные методы сжатия данных.

Vivotek – компания, которая предлагает различные решения в области видеонаблюдения, поддерживая широкий спектр форматов записи.

Hikvision – одна из самых востребованных компаний на рынке. Она имеет широкий и ассортимент с высоким качеством надежностью.

Для аналоговых видеокамер используют коаксиальный кабель, для цифровых используют витую пару. При выборе кабеля учитывают материал проводника, сечение, материал изоляции и экранировку. Медь – оптимальный вариант, обеспечивающий хорошую проводимость.

Сечение влияет на дальность передачи сигнала. Чем толще проводник, тем на большее расстояние он передает сигнал.

Материал изоляции оценивает, насколько кабель может противостоять внешним факторам.

Экранировка предохраняет сигнал от электромагнитных помех.

Шифрование играет важную роль в защите данных видеонаблюдения. При передаче изображений и видео по сети возможен их перехват. Шифрование снижает вероятность утечки данных, преобразуя данные в нечитаемый формат.

Для защиты камер от хакерских атак требуется комплексный подход, который включает в себя регулярное обновление, использование сложных паролей, ограничение доступа и анализ безопасности.

Для обеспечения безопасности камеры могут быть расположены в различных местах: как вокруг зданий, так и внутри них, а также в отдельных помещениях. Они позволяют контролировать происходящее в режиме реального времени, сохраняя видеоданные для последующего использования анализа.

Видеозащита используется во многих сферах. Благодаря видеонаблюдению удастся повысить эффективность в борьбе с преступностью. Например, записи с камер могут стать достоверными и основательными доказательствами при расследовании преступлений.

Наличие камер видеонаблюдения, установленных на улицах и в парках, поддерживают общественный порядок, помогая полиции и другим службам быстро и эффективно реагировать на правонарушения.

Видеонаблюдения в аэропортах, на вокзалах и в других транспортных инфраструктурах служат для предотвращения террористических актов, поддерживая порядок и спокойствия среди пассажиров и персонала.

В промышленном производстве системы видеонаблюдения помогают контролировать технологические процессы и минимизируют риски краж на складах и в логических центрах.

Для университетов и школ видеонаблюдение также является важной частью в системе безопасности. С помощью камер можно контролировать территорию и предотвращать конфликтные ситуации.

Также камеры могут использоваться в жилых комплексах. Люди могут следить за своим домом, детьми и домашними животными, находясь на работе или в любом другом месте.

В офисах камеры видеонаблюдения фиксируют и контролируют передвижение персонала и посетителей, предупреждая о несанкционированном проникновении в служебные зоны.

Системы видеонаблюдения в современном мире играют важную роль в области обеспечения безопасности объектов. Они фиксируют и документируют данные, анализируют видео, наблюдают за объектом, контролируют, записывают и хранят видео. Они позволяют обеспечить безопасность объектов, отслеживать правонарушения и происшествя, помогают в раскрытии преступлений и спорных вопросов.

Системы видеозащиты в настоящее время являются неотъемлемой частью системы безопасности информации любой организации и предприятия, входят в состав инженерно-технической защиты информационной безопасности и помогают обеспечить необходимый уровень защиты данных и оборудования.

Список литературы

1. Видеонаблюдение защита данных [Электронный ресурс]. – URL : https://zscomp.ru/news/Videonablyudenie_zaschita_dannih_text_/#zas (дата обращения: 09.10.2025).
2. Виды систем видеонаблюдения [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.bramy.ru/videonablyudenie/vidy-sistem-videonablyudeniya.html?ysclid=mgfcvd34wc654263490> (дата обращения: 09.10.2025).
3. Где используются камеры видеонаблюдения? Их главные задачи [Электронный ресурс]. – URL : <https://lavert.ru/articles/gde-ispolzuyutsya-kamery-videonablyudeniya-ikh-glavnye-zadachi/?ysclid=mgjjxbl7zk628989306> (дата обращения: 09.10.2025).
4. Назначение, функции и типы систем видеозащиты [Электронный ресурс]. – URL : <https://ai.spravochnik.ru/baza-zadach/bazy-dannyh/naznachenie-funkcii-i-tipy-sistem-videozashhity-55099/?ysclid=mfwvqczyhc632589427> (дата обращения: 09.10.2025).

Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «ТГТУ»

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (GIS)

Введение

Геоинформационная система, или ГИС – это система, предназначенная для работы с пространственными данными, а именно: для их сбора, хранения, обработки и визуализации. Данное понятие также часто используется в более узком смысле – под ГИС понимают инструмент, который позволяет пользователю анализировать, искать и редактировать цифровую карту местности и информацию об объектах, которые находятся на ней.

Различные аспекты геоинформационных систем (например, аспекты создания и проектирования) изучаются такой наукой, как геоинформатика [1].

Основные компоненты

Как правило, геоинформационная система включает в себя следующие компоненты:

1. Базы данных дистанционного зондирования Земли и пространственные базы данных. В них находятся данные, необходимые для визуализации объектов на карте: координаты, формы, характеристики.
2. Программное обеспечение. Оно содержит в себе все средства, которые необходимы для пространственного анализа данных, редактирования графики – растровой, векторной и т.д. [1].
3. Аппаратное обеспечение. Сюда относятся серверы, GPS-устройства, рабочие станции и т.д.
4. Пользователи. Не стоит также забывать о работе людей. Ни одна геоинформационная система не сможет исправно функционировать без участия опытных специалистов в областях картографии, геологии, инженерии, метеорологии и многих других [4].

Принцип работы

Принцип работы геоинформационных систем довольно прост. Все действия выполняются здесь последовательно:

* Работа выполнена под руководством преподавателя Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Дубровиной.

1. В первую очередь выполняется сбор пространственных данных. Это происходит посредством использования спутников, GPS и пр.
2. Полученные данные приводятся к одному формату и сохраняются в структурированной форме, например в виде баз данных.
3. Затем проводится анализ данных. Выполняется геостатистический анализ, расчет расстояний и площадей, модуляция процессов.
4. Когда все данные проанализированы, полученный результат визуализируется в виде карт, которые в свою очередь также бывают разными: многослойными, интерактивными, трехмерными и т.д. [4].

Виды

Геоинформационные системы принято классифицировать по следующим признакам:

- 1) по территориальному охвату (глобальные, субконтинентальные, национальные или государственные, региональные, субрегиональные, локальные или местные);
- 2) по предметной области информационного моделирования (городские или муниципальные, недропользовательские, горно-геологические, природоохранные и др.);
- 3) по проблемной ориентации (относятся к прикладным или научным задачам).

Также различают:

- полимасштабные или масштабно-независимые ГИС;
- пространственно-временные ГИС.

Применение и значение

В настоящее время геоинформационные системы имеют большое значение для человека в разных сферах его жизни. Мы затронем те сферы, где применение ГИС наиболее активно.

Экология. С помощью ГИС происходит отслеживание изменений в окружающей среде и оценка ее состояния. Это помогает предотвратить экологические катастрофы и проконтролировать использование природных ресурсов.

Туризм. Использование ГИС стало почти неотъемлемой частью туризма. Благодаря ему можно быстро построить наиболее подходящий маршрут, найти места, которые можно посетить. Также становится удобным поиск отелей, заправок и прочих мест, поиск которых раньше мог вызвать затруднения.

Строительство. Благодаря ГИС стало намного проще планировать постройку новых районов, учитывая при этом все необходимые факторы.

Сельское хозяйство. ГИС позволяет значительно упростить процесс земледелия. Благодаря точным изображениям местности можно отслеживать состояние полей, определять размер посевных площадей, составлять план полива и удобрения.

Государственное и муниципальное управление. Геоинформационные системы служат для обслуживания городов и районов. Также они являются важным инструментом в кадастровом учете: благодаря этим системам процесс определения границ участков, зданий стал гораздо быстрее и проще.

Повседневность. ГИС стала важной частью повседневной жизни человека. Она помогает людям лучше ориентироваться в новой местности, быстрее находить нужные улицы, здания, организации, отслеживать загруженность на дорогах, прокладывать наиболее быстрый маршрут до точки назначения, найти ближайший банкомат нужного банка. Также современные карты часто содержат информацию о различных организациях (например, отзывы горожан, фотографии, рабочее время и выходные) и позволяют узнать маршруты автобусов [4].

Тенденции развития геоинформационных систем

На данный момент геоинформационные системы активно развиваются, что обусловлено перспективами этой технологии. Как и упоминалось ранее, на сегодняшний день ГИС имеют большое значение для жизни человека. Сейчас большая часть информации, используемой человеком, имеет пространственную привязку.

С каждым днем роль ГИС продолжает расти. Люди стремятся сделать технологии более доступными и понятными для большей части населения.

Перечислим тенденции развития геоинформационных систем:

1. Создание интуитивно понятных интерфейсов. Часто новым пользователям или пользователям без специального образования трудно быстро разобраться с технологией из-за ее специфического интерфейса. Внедрение более понятных элементов позволит большинству быстрее и с меньшим стрессом разобраться в системе.

2. Расширение возможностей использования искусственного интеллекта. ИИ уже постепенно внедряется в работу ГИС: он упрощает и ускоряет процесс анализа и обработки данных. В будущем планируется его более обширное использование для повышения эффективности работы геоинформационных систем.

3. Использование новых сенсорных технологий. Такие технологии откроют новые возможности для геоинформационных систем. Благодаря им информация станет более детальной и обширной. Внедрение таких технологий значительно повлияет на те сферы жизни человека, в которых уже используются ГИС.

4. Широкое распространение онлайн-сервисов и мобильных приложений. Это поможет познакомить большее количество людей с ГИС и внедрить их в повседневную жизнь [2].

5. Повышение приватности. Необходимо ввести строгие правила, которые обеспечат приватность жизни людей во время сбора пространственных данных.

6. Создание «умных городов». Данная концепция подразумевает использование информационных технологий, в том числе и ГИС, для повышения эффективности управления городом. Геоинформационные системы в «умных городах» являлись бы фундаментальным элементом. С их помощью станет возможным отслеживание в реальном времени загрязнений воды и воздуха, трафика на дорогах, создание карт преступности, координация работы спасательных служб. Также ГИС поможет в планировании использования ресурсов, составлении маршрутов для общественного транспорта и размещении различных зданий и учреждений. Геоинформационные системы позволят грамотно всем управлять, вовремя реагируя на все возникшие проблемы [3].

Заключение

Таким образом, мы познакомились с понятием «геоинформационные системы», узнали о их основных компонентах и видах, также ознакомились с принципом работы, применением и тенденциями развития данной технологии. С уверенностью можно сказать, что ГИС будет иметь большое значение в будущем и станет неотъемлемой частью нашей жизни.

Список литературы

1. Геоинформационная система – Википедия [Электронный ресурс]. – URL : https://ru.wikipedia.org/wiki/Геоинформационная_система
2. ГИС-технологии для оценки земли: обзор инструментов 2025 [Электронный ресурс]. – URL : <https://zemelyabot.ru/blog/использование-гис-технологий-для-оце/>
3. Тренды Географии 2025: ГИС в урбанистике и городском планировании – Блог знаний [Электронный ресурс]. – URL : <https://all-calc.info/blog/geografiya/geografiya-trendy-89/geografiya-trendy-geoinformatsionnye-sistemy-gis-v-urbanistike-i-planirovanii-3c9617/>
4. Что такое геоинформационные системы и геосервисы [Электронный ресурс]. – URL : <https://pntr.io/chto-takoe-geoinformacionnye-sistemy-i-geoservisy>

Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «ТГТУ»

*А. К. Степанян**

**УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ
PYSCRIPTER (PYTHON) В ОС Windows 11
ДЛЯ НАЧАЛА РАБОТ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САПР КОМПАС-3D (v23)**

Введение

Современные системы автоматизированного проектирования (САПР) предоставляют широкие возможности для автоматизации рутинных операций и создания параметрических моделей с помощью языков программирования. КОМПАС-3D, являясь одной из ведущих отечественных САПР, обладает развитым Application Programming Interface (API), позволяющим взаимодействовать с системой из внешних приложений. В составе КОМПАС-3D(v23) по умолчанию присутствует интегрированная среда разработки (IDE) PyScripter версии 2.5.3.0 (32-бит) и библиотека «Компас-Макро». Однако данная версия IDE является устаревшей, имеет ограниченный функционал и не отвечает современным требованиям к инструментам разработки.

Целью данной работы является описание методики установки и настройки актуальной 64-битной версии среды разработки PyScripter и интерпретатора Python в ОС Windows 11 для создания гибкой и мощной среды автоматизации проектирования, взаимодействующей с КОМПАС-3D через его API.

1. Установка актуальных версий Python и PyScripter

Первым этапом является установка современного интерпретатора Python. Рекомендуется загружать дистрибутив с официального сайта python.org. На момент написания статьи актуальной являлась версия Python 3.13.7 (64-bit). Важным шагом при установке является активация опции «Add Python 3.13 to PATH». Это действие добавляет путь к исполняемым файлам Python в системную переменную окружения PATH, что позволяет запускать интерпретатор и менеджер пакетов pip из любого каталога в командной строке (CMD) или PowerShell без необходимости указания полного пути.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. Г. Мокрозуба.

Следующим шагом является установка современной среды разработки PyScripter. Дистрибутив версии 5.2.3 (64-bit) доступен для загрузки с платформы sourceforge.net. После инсталляции рекомендуется для удобства локализовать интерфейс программы. Это осуществляется через меню «View» -> «Language», где следует выбрать русский язык. Корректность связи PyScripter с Python подтверждается наличием соответствующей пометки (напр., «Python 3.13 (64-bit)») на панели инструментов IDE.

2. Настройка взаимодействия с API

Для обеспечения связи между Python и САПР через технологию Component Object Model (COM) необходима библиотека `pywin32`. Ее установка производится с помощью менеджера пакетов `pip`. В командной строке с правами администратора необходимо выполнить команду: `pip install pywin32`. Библиотека `pythoncom` (входит в состав `pywin32`) предоставляет интерфейс для взаимодействия с COM-объектами в среде Windows, что позволяет Python-скриптам управлять другими приложениями и автоматизировать задачи. Даная настройка, среди прочего, позволяет открывать файлы с расширением `.ru` непосредственно с рабочего стола двойным щелчком, ассоциируя их с КОМПАС-3D.

Ключевым этапом является перенос библиотек типов (Type Libraries) и модулей констант из портативной версии Python, встроенной в систему автоматизированного проектирования, в только что установленную новую версию Python в ОС. Эти библиотеки содержат определения объектов, методов, свойств, функций и констант API КОМПАС-3D, выступая «словарем» для внешних программ.

Для доступа к файлам встроенного Python необходимо отобразить скрытые элементы в проводнике Windows 11 (вкладка «Вид» -> «Показать» -> активировать «Скрытые элементы»). Далее требуется скопировать следующие файлы из директории САПР:

```
C:\ProgramData\ASCON\KOMPAS-3D\23\Python3\AppData\Local\
site-packages\pythonwin
Kompas6API5
KompasAPI7
ksConstants
ksConstants3D
LDefin2D
LDefin3D
MiscellaneousHelpers
```

Указанные файлы необходимо переместить в директорию актуального Python, расположенную по пути:

C:\Users<Имя_Пользователя>\AppData\Local\Programs\Python\Python313\Lib\site-packages\pythonwin,

где <Имя_Пользователя> следует заменить на имя учетной записи пользователя.

3. Проверка работоспособности среды автоматизации

Для проверки корректности настройки предлагается следующий алгоритм:

1. В КОМПАС-3D открыть вкладку «Приложения» и в выпадающем меню выбрать «Компас-Макро» -> «Начать запись». Указать имя файла макроса (напр., «Окружность») и сохранить его в формате .руп на рабочем столе.

2. На главной странице создать новый чертеж. Используя инструмент «Окружность» на панели «Черчение», создать произвольную окружность в поле чертежа. Вернуться в меню «Приложения» -> «Компас-Макро» -> «Остановить запись». Закрыть чертеж без сохранения.

В результате на рабочем столе будет создан файл «Окружность.руп». Далее необходимо создать его копию, которую переименовать в «Окружность.ру» и подтвердить изменение расширения файла. Открытие файла «Окружность1.ру» в среде PyScripter позволит увидеть сгенерированный программный код на Python, который воспроизводит действия пользователя по созданию окружности. Дополнительной проверкой является возможность запуска данного скрипта с расширением .ру прямо с рабочего стола при запущенном КОМПАС-3D, что должно привести к автоматическому выполнению запрограммированных действий в системе.

Заключение

В рамках проведенной работы была успешно решена задача по замене устаревшей интегрированной среды разработки на современную внешнюю IDE PyScripter в связке с актуальной версией Python 3.13.07.

Описанная методика позволяет создать гибкую и мощную среду для автоматизации проектирования в САПР КОМПАС-3D(v23) под управлением Windows 11. Перенос необходимых библиотек обеспечивает полный доступ к функционалу API программы из внешних скриптов, что

открывает широкие возможности для разработки сложных программных комплексов автоматизации, параметрического моделирования и генерации проектной документации. Использование современных инструментов разработки повышает эффективность труда инженера-программиста и расширяет функциональные границы автоматизации в САПР.

Список литературы

1. Кузьмин, С. КОМПАС-3D. Python. Установка питона на чистую ОС для работы с компасом [Электронный ресурс] / С. Кузьмин // YouTube. – 18 авг. 2021. – URL : https://www.youtube.com/watch?v=UVCH_wDIFNU&t=306s (дата обращения: 10.10.2025).

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 004.6

*М. Д. Таранов**

АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ

Введение

В современном обществе социальные сети стали неотъемлемой частью повседневной жизни, оказывая значительное влияние на поведение и восприятие пользователей. Однако с ростом их популярности возникла проблема, связанная с алгоритмами рекомендаций, которые формируют контент, доступный пользователям. Эти алгоритмы могут как обогащать опыт взаимодействия, так и создавать информационные пузыри, ограничивая разнообразие мнений и формируя предвзятости [1].

Цель данной работы заключается в анализе влияния алгоритмов рекомендаций на пользователей социальных сетей, а также в исследовании методов и механизмов их работы. Важно понять, как эти алгоритмы формируют пользовательский опыт и какие последствия это может иметь для общества в целом.

* Работа выполнена под руководством преподавателя Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Дубровиной и кандидата педагогических наук, доцента Многопрофильного колледжа ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. И. Попова.

Ключевыми персонами в данной теме являются разработчики алгоритмов, исследователи в области социальных наук и сами пользователи, чье поведение и предпочтения активно анализируются. Их взаимодействие создает сложную экосистему, в которой каждый элемент влияет на другие, формируя динамику социальных сетей.

Актуальность темы анализа социальных сетей и больших данных не вызывает сомнений как в России, так и в мире. В условиях глобализации и цифровизации общества понимание механизмов работы алгоритмов становится критически важным для формирования здорового информационного пространства и защиты прав пользователей.

Алгоритмы кластеризации

Социальные сети являются одними из наиболее популярных платформ для коммуникации и распространения информации среди пользователей. Благодаря массовому распространению смартфонов и доступности Интернета объем генерируемых пользователями данных стремительно растет. Эта ситуация привела к формированию области исследования, связанной с обработкой и анализом больших массивов данных («Big Data» – это огромные объемы структурированных и неструктурированных данных, которые сложно обработать традиционными методами) [3].

Одной из первых методик, применяемых для изучения социальных сетей, стала кластеризация. Этот подход предполагает объединение объектов на основании общих характеристик. В контексте социальных сетей это позволяет выявить сообщества пользователей, обладающих схожими интересами или стилем поведения. Наиболее известные алгоритмы кластеризации включают k-means, иерархическую кластеризацию и DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise).

1. K-means: Алгоритм итерационно распределяет объекты по заданному числу кластеров таким образом, чтобы минимизировать внутригрупповую дисперсию (сумму квадратов расстояний до центра кластера). Его преимущество заключается в простоте реализации и высокой скорости работы, однако алгоритм чувствителен к выбору начального положения центров кластеров и количеству самих кластеров (k).

2. Иерархическая кластеризация: Подразумевает построение древовидной структуры, отображающей постепенное слияние (агломеративный метод) или разделение (дивизивный метод) кластеров. Результатом является дендограмма, позволяющая визуально оценить оптимальное количество кластеров. Метод удобен своей наглядностью, но требует значительных вычислительных ресурсов при работе с большими объемами данных.

3. DBSCAN: Отличается способностью находить произвольные формы кластеров и устойчивостью к шумовым данным. Основана на определении плотности точек вокруг центрального элемента («ядро»). Однако выбор ключевых параметров (радиус ϵ , минимальное число соседей) критически важен для успешного результата.

Таким образом, каждый из методов имеет свою специфику и подходит для решения разных типов задач анализа социальных сетей. Выбор конкретного подхода зависит от целей исследования, размера и характера набора данных.

Однако стандартные методы кластеризации зачастую оказываются недостаточными для учета сложной природы связей внутри социальной сети. Один из путей улучшения результатов заключается в комбинировании традиционного кластерного анализа с дополнительными метриками оценки качества кластеров, такими как коэффициент Силуэта или силуэт-диаграммы.

Сообщества в социальных сетях часто представляют собой сложные графовые алгоритмы, где узлы соответствуют пользователям, а ребра обозначают связи между ними. Алгоритмы теории графов позволяют эффективно анализировать структуру таких сообществ, находить влиятельных лидеров мнений и определять паттерны поведения. Среди распространенных методов выделяются PageRank, HITS и Centrality Measures.

Применение методов машинного обучения

Применение методов машинного обучения стало критически важным компонентом анализа больших данных социальных сетей. Они помогают автоматизировать обработку огромных объемов информации, распознавать шаблоны и обнаруживать скрытые корреляции. Классические алгоритмы машинного обучения, такие как логистическая регрессия, SVM и случайные леса, активно применяются для задач классификации и регрессии. Но особую значимость приобрели глубокие нейронные сети, способные успешно решать задачи обработки изображений, видео и речи [2].

Кроме того, использование предиктивных моделей машинного обучения позволяет прогнозировать поведение пользователей, динамику роста комьюнити и распространение вирусных явлений в социальных сетях.

Обработка данных

Главной проблемой анализа социальных сетей является необходимость обрабатывать колоссальное количество данных. Традиционные SQL-решения перестают справляться с большими нагрузками, воз-

никает потребность в новых технологиях хранения и обработки данных. Сегодня распространены специализированные решения вроде Apache Hadoop, Spark и NoSQL баз данных, специально разработанные для горизонтального масштабирования и быстрой обработки петабайтных объемов данных.

Дополнительные сложности связаны с необходимостью поддерживать высокую производительность запросов и обеспечивать гибкость инфраструктуры для быстрого реагирования на изменения потоков данных.

Анализ социальных сетей

Методы анализа социальных сетей находят широкое применение в маркетинге, управлении репутацией бренда, мониторинге общественного мнения и политических кампаниях. Например, анализируя эмоциональную окраску комментариев, компания может быстро реагировать на негативные отзывы клиентов, улучшая качество обслуживания [4].

Обработка больших данных социальных сетей поднимает ряд серьезных этических и юридических вопросов. Это касается защиты личной информации пользователей, права на приватность и согласие на сбор персональных данных. Регулирование процессов сбора и анализа данных становится важной задачей для правительственных органов и корпораций, стремящихся соблюдать баланс между свободой действий и защитой частной жизни.

Заключение

Таким образом, развитие технологий анализа социальных сетей тесно связано с совершенствованием нормативно-правовой базы и развитием культуры уважения прав пользователей.

Разработка методов анализа социальных сетей и внедрение технологий обработки больших данных открывают уникальные возможности для научного и коммерческого секторов. Несмотря на достижения последних лет, перед исследователями стоят важные вызовы: повышение эффективности обработки гигантских объемов данных, улучшение механизмов обнаружения скрытой информации и создание универсальных аналитических инструментов. Одновременно важно учитывать этические и юридические последствия внедрения инновационных технологий.

Список литературы

1. Зенкович, К. У. Методы и направления исследования анализа социальных сетей / К. У. Зенкович, Т. А. Устинова // Вестник университета Шакарима. Серия технические науки. – 2022.

2. Модель открытого куба для анализа больших данных в социальных сетях / А. В. Иващенко, Н. М. Шлычкова, В. А. Исайко, П. В. Ситников // Программные продукты и системы. – 2018.

3. Возможности применения технологии Big Data для анализа социальных сетей [Электронный ресурс]. URL: – <https://scienceforum.ru/2021/article/2018025143?ysclid=mgjo8kogly792025024>

4. Алгоритмический подход к анализу профиля пользователя социальной сети на основе мультимодальных темпоральных данных [Электронный ресурс]. – URL : https://elibrary.ru/download/elibrary_42640255_16329171.pdf

Многопрофильный колледж ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 004.056.53

И. С. Шишкин, Д. А. Вислобоков, Е. С. Маленков*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА Tracee ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК НА КОНТЕЙНЕРНЫЕ СРЕДЫ

Введение

Современные облачные и контейнеризированные среды требуют новых подходов к обеспечению безопасности: традиционные антивирусные и сигнатурные системы часто недостаточны для защиты от сложных атак, использующих незаметные векторы проникновения. Особенно актуальной становится защита на уровне времени выполнения (runtime) и мониторинг поведения процессов внутри контейнеров и виртуальных машин [1].

Tracee – это инструмент безопасности на основе eBPF, который отслеживает события на уровне ядра в режиме реального времени, позволяя обнаруживать широкий спектр подозрительных действий – от событий жизненного цикла контейнеров до подробного отслеживания выполнения процессов.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры ИСиЗИ ФГБОУ ВО «ТГТУ» В. Е. Дидриха.

Технологическая основа Tracее

Tracее использует технологию eBPF (extended Berkeley Packet Filter, расширенный фильтр пакетов университета Беркли). Она внедряет eBPF-программы, которые прослушивают большое число системных вызовов и другие события ядра. Эти события включают, помимо стандартных системных вызовов, «нестандартные события безопасности», которые могут быть связаны с подозрительной активностью. Так что его необходимо запускать от имени суперпользователя [1].

Механизм загрузки и выполнения программ (eBPF) в ядре Linux позволяет безопасно загружать и исполнять «программы» в пространстве ядра, ограничивая их возможности по доступу и ресурсам. Изначально eBPF задумывался для сетевых фильтраций, но позднее его возможности были расширены: его используют для трассировки, мониторинга, безопасности и других задач. eBPF имеет высокую производительность, так как работает в контексте ядра с минимальными производительными расходами. Благодаря верификации (проверки) можно убедиться, что код не повредит систему вследствие чего выполняются условия, обеспечивающие безопасное исполнение.

Программы eBPF, используемые в Tracее, могут перехватывать не только сетевые пакеты или системные вызовы, но и другие важные события ядра:

- обращения к файловой системе;
- операции с процессами (fork, exec, clone);
- изменения прав доступа, работу с памятью (mmap, mprotect);
- взаимодействие между процессами (IPC, signals);
- события загрузки модулей ядра и динамических библиотек.

Это позволяет строить целостную картину поведения процессов, охватывающую не только системные вызовы, но и низкоуровневые операции ядра. Поскольку Tracее работает через eBPF, она не требует стандартных модулей ядра, из-за чего она является более безопасной и портируемой по сравнению с решениями, которые модифицируют ядро напрямую.

Системные вызовы являются основным каналом взаимодействия приложений с ядром – это и открытие файлов, и вызов сетевых функций, и загрузка динамических библиотек. Tracее использует eBPF с момента своего создания и собирает 330 системных вызовов (и других событий, не связанных с системными вызовами) сразу после установки [2].

Пример использования

Для примера был использован контейнер `nginx`. Tracее позволяет наблюдать за процессами, просмотреть привилегии внутри контейнера (например, если контейнер запущен с флагом `--privileged`), запущенными внутри контейнера `nginx`.

Ниже приведен пример нескольких первых событий из трассировки контейнера с запущенным `nginx`.

Запуск контейнера:

```
$ docker run -it --rm nginx
```

Для трассировки событий `cap_capable` используем Tracее с флагом:

```
root@desk$ ./tracee.py -c -e cap_capable
TIME(s) UTS_NAME UID EVENT COMM PID PPID RET ARGS
125.000 c8520fe719e5 0 cap_capable nginx 6 1 0 CAP_SETGID
125.000 c8520fe719e5 0 cap_capable nginx 6 1 0 CAP_SETGID
124.964 c8520fe719e5 0 cap_capable nginx 1 3500 0 CAP_SYS_AD-
MIN
```

Зная, какие привилегии необходимы контейнеру для работы приложения, можно, следуя принципу минимума полномочий, указать в среде выполнения лишь необходимые привилегии. Либо убрать все привилегии, после чего добавить необходимые.

Для того чтобы обнаруживать запуск исполняемых файлов внутри контейнера, применяется технология `eBPF`. Для примера также был взят контейнер с `nginx`, так как в обычных условиях процессы, которые можно встретить в этом контейнере, должны принадлежать `nginx`. Запустив Tracее в отдельном окне терминала, был запущен контейнер `nginx`:

```
$ docker run --rm -d --name nginx nginx
```

После запуска контейнера Tracее показывает, как запускается исполняемый файл `nginx`:

```
EVENT ARGS
execve /usr/sbin/nginx
```

Теперь отправим в контейнер команду `ls`, чтобы увидеть ее вывод в Tracее:

```
$ docker exec -it nginx ls
```

Вывод в терминале Tracее:

```
EVENT ARGS
execve /usr/sbin/nginx
execve /bin/ls
```

Команда ls сразу выводится в терминале с Tracее. Данный пример демонстрирует, что с помощью Tracее и eBPF можно заметить запуск исполняемых файлов, которые злоумышленник мог поместить в контейнер, например программу по добычи криптовалюты.

Разработка правил для Tracее

Поскольку Tracее позволяет писать новые правила на языках Rego и Golang, это открывает множество вариантов для создания набора правил, подходящего для конкретной среды [3].

Создадим для Tracее правило, которое срабатывает при каждом доступе к файлу сокета Docker из контейнера. Это может означать, что злоумышленнику удалось смонтировать его внутри контейнера и он пытается повысить свои привилегии на хосте или атаковать другие контейнеры.

Для начала проверим, может ли Tracее обнаруживать события такого типа. Tracее может предоставить список возможных событий с помощью флага -l. Наиболее подходящим из списка является событие security_socket_connect.

После определения возможного события необходимо убедиться, что оно будет работать – использовать функцию режима необработанной трассировки Tracее (при условии, что используется обновленное ядро, поддерживающее BTF), чтобы вывести экземпляры этого события, происходящие без каких-либо привязанных правил безопасности. Эта команда будет использовать Tracее для отображения экземпляров события security_socket_connect:

```
$ docker run --rm --pid=host --privileged -v /tmp/tracее:/tmp/tracее  
-it aquasec/tracее:latest trace --trace event=security_socket_connect
```

После запуска Tracее используем команду docker info для генерации некоторых событий:

TIME	UID	COMM	PID	TID	RET	EVENT
14:17:24:405875	0	snapped	1832024	1832050	0	security_socket_connect
14:17:24:346858	1000	docker	2608941	2608941	0	security_socket_connect
14:17:24:380853	1000	docker-app	2601199	2601199	0	security_socket_connect

ARGS

```
10, remote_addr: {'sa_family': 'AF_UNIX', 'sun_path': '/run/systemd/notify'}  
3, remote_addr: {'sa_family': 'AF_UNIX', 'sun_path': '/var/run/nscd/socket'}  
3, remote_addr: {'sa_family': 'AF_UNIX', 'sun_path': '/var/run/docker.sock'}
```

Из вывода видно, что есть и другие случаи доступа к сокету, которые мы, вероятно, хотим избежать в качестве предупреждений. Важно,

что предоставлены аргументы, связанные с событием. Из них видно, что аргумент `remote_addr` содержит имя сокета, что позволит сопоставить только те случаи, когда происходит доступ к файлу `docker.sock`.

Необходимо заполнить метаданные правила. Установить уникальный идентификатор, краткое описание правила и соотнести с фреймворком MITRE Container ATT&CK

```
__rego_metadoc__ := {  
  "id": "RMM-1",  
  "version": "0.0.1",  
  "name": "Docker Socket Access Detected",  
  "description": "A container accessed the Docker socket, allowing  
for control of the container daemon and possible privilege escalation",  
  "tags": ["container"],  
  "properties": {      "Severity": 0,  
    "MITRE ATT&CK": "Container Administration Command"  }}
```

После необходимо указать источник события. Ключевыми элементами являются названия событий, которые были определены ранее. Установка этого параметра в значении `container` означает, что будут отображаться только события, которые были сгенерированы внутри контейнера.

```
eventSelectors := [ {      "source": "tracee",      "name": "secu-  
rity_socket_connect",      "origin": "container"  } ]
```

Далее укажем, что предупреждение должно срабатывать, когда переменная `remote_addr` содержит строку `docker.sock`, чтобы не получать ложные срабатывания от других подключений к сокету внутри контейнера.

```
tracee_selected_events[eventSelector] {  eventSelector := eventSe-  
lectors[_]}tracee_match {  input.eventName == «secu-  
rity_socket_connect»  addr := helpers.get_tracee_argument(«re-  
mote_addr»)  contains(addr,»docker.sock»)}
```

Теперь можно протестировать правило, оно отработает и выведет в терминал предупреждение об обнаружении угрозы.

Заключение

Основным преимуществом Tracее является способность обнаруживать угрозы в режиме реального времени. Поскольку инструмент функционирует на уровне ядра, он фиксирует события с минимальной

задержкой и высокой точностью. Использование eBPF позволяет достигать высокой производительности при низких накладных расходах, а открытая архитектура обеспечивает возможность адаптации под конкретные задачи безопасности.

Список литературы

1. Liz Rice, Fundamental Technology Concepts that Protect Containerized Applications // Container Security. (2021). 203 – 206.
2. Aqua Tracee: Runtime eBPF threat detection engine [Электронный ресурс]. – URL : https://www.aquasec.com/products/tracee/#block_2 (дата обращения: 07.10.2025).
3. Tracee Runtime Security Series: Writing Custom Tracee Rules [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.aquasec.com/blog/runtime-security-tracee-rules/> (дата обращения: 08.10.2025).

*Кафедра «Информационные системы
и защита информации» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК [681.39:338.1]:[697.1004.6:0014.18]

*М. А. Гришкин**

СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Системы отопления – один из важнейших элементов поддержания жизнедеятельности современных городов, от стабильности которого напрямую зависят задачи обеспечения национальной безопасности и социальной стабильности. В то же время эти системы функционируют в условиях значительной неопределенности, обусловленной как изменчивостью внешней среды (климатические факторы, экономические колебания), так и внутренними дестабилизирующими процессами (износ оборудования, аварии, человеческий фактор). Серьезные аварии на объектах теплоснабжения, которые регулярно происходят в зимний период, наглядно показывают, что традиционные подходы к управлению, основанные на строгих детерминированных алгоритмах и оперативном вмешательстве оператора, исчерпали свой потенциал и не способны гарантировать требуемый уровень надежности [1].

Аварии на объектах возникают по разным причинам, например, эксплуатация тепловых сетей в постоянном режиме высоких температур и давлений неизбежно приводит к старению материалов, что влияет на появление коррозии металла и увеличивает риск появления трещин [2]. Серьезную угрозу повреждения также представляют внешние факторы, которые могут возникнуть во время обслуживания труб, а также строительных и дорожных работ [2]. Кроме того, существует множество проблем, вызванных человеческим фактором: ошибки, допущенные на этапе проектирования – неправильный расчет нагрузки или выбор материалов, – являются основой для будущих аварий [2]. Во время эксплуатации могут возникать неисправности из-за неточных режимов работы (температуры и давления), настроек оборудования и несанкционированного вмешательства в систему. Этому также способствует резкое изменение климата. Сильные морозы, внезапное похолодание или

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Информационные системы и защита информации» ФГБОУ ВО «ГПТУ» В. В. Алексеева.

наводнение создают дополнительную нагрузку на теплосеть, что может привести к повреждению и выходу системы из строя [2]. Таким образом, аварии на объектах теплоснабжения можно классифицировать по нескольким группам, которые представлены на рис. 1.

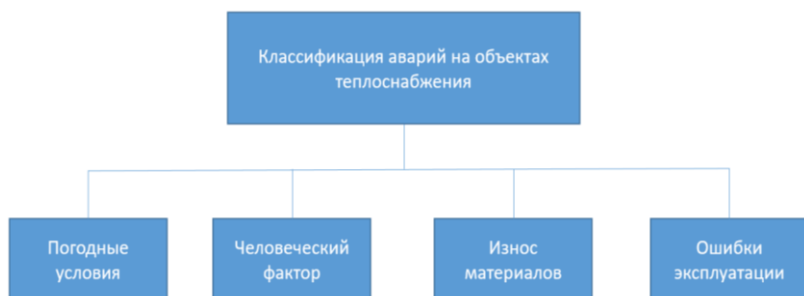


Рис. 1. Классификация аварий на объектах теплоснабжения

В связи с этим задача управления сводится к оптимизации нескольких целевых функций:

- энергоэффективность – минимизация расходов топлива и электроэнергии;
- экономика – снижение эксплуатационных затрат;
- надежность – обеспечение и поддержание качества материалов объекта;
- производственные нарушения – сокращение ошибок при эксплуатации.

Данная задача является многокритериальной, которая требует адаптивных и прогнозных методов управления в ситуациях неопределенности, что возможно решить с использованием машинного обучения.

Процесс машинного обучения основан на знаниях, которые позволяют нам выявлять ценные модели самоидентификации. Оно использует заранее подготовленные данные различных типов для самообучения, что позволяет предсказывать будущее поведение процесса или объекта. Эта дисциплина тесно связана с искусственным интеллектом, поскольку она включает общие задачи и методологические инструменты [3].

Российский рынок искусственного интеллекта демонстрирует положительный рост. В 2021 году темпы роста составили 28% и являются самыми высокими за пять последних лет. При этом темпы роста российского рынка ИИ в 2021 году в 6 раз превышают темпы роста ВВП России (рис. 2) [4].

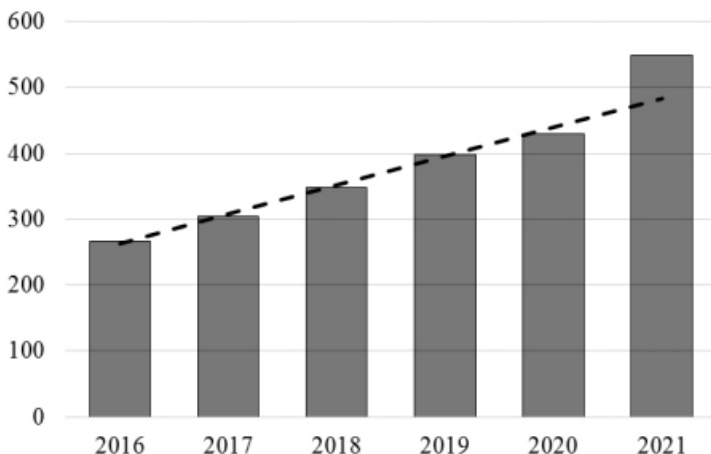


Рис. 2. Объем рынка искусственного интеллекта в России

По данным ИТ-компании Nuhа за 2025 год эксперты ожидают роста до 2,1 млрд долларов, что составит 45% прироста, а к 2027 году вырастит еще больше.

В текущей реальности методы машинного обучения часто применяют в условиях нестабильной внешней среды различных сфер деятельности: в бизнесе (прогнозирование спроса, оценка кредитоспособности заемщиков), в медицине (прогнозирование заболеваний, наблюдение за пациентом), на промышленных предприятиях (оценка качества, прогноз поломки оборудования). Но, несмотря на успешный опыт в этих областях, сфера теплоэнергетики и особенно управления отопительными приборами продолжает придерживаться консервативного подхода. Традиционный подход к управлению основан на жестких графиках и реактивном реагировании на уже произошедшие события в соответствии с их потенциалом, за счет чего трудоемко противостоять сложным последствиям неопределенности.

В условиях нестабильности алгоритмы машинного обучения позволяют спрогнозировать потенциальные аварии на объектах теплоснабжения:

1. Для противодействия авариям из-за погодных условий алгоритмы искусственного интеллекта, проанализировав исторические данные потребления тепла и отрицательного воздействия разных температур на объекты, способны предсказать нагрузку на несколько часов вперед, что позволит избежать ситуации перерасхода топлива и дополнительных затрат на его закупку.

2. Чтобы избежать ошибок человеческого фактора, ML-модели способны обнаружить и предупредить оператора об аномальных сочетаниях параметров при проектировании и планировании работ на объектах, таким образом снизив часть контролирующей нагрузки с ответственного сотрудника и риск возникновения аварий.

3. Для противодействия авариям из-за износа материалов алгоритмы способны предупреждать о надвигающейся поломке в связи с окончанием срока эксплуатации, что заметно снизит затраты на преждевременную замену деталей и предупредит о надвигающемся обслуживании объекта.

4. Для предотвращения ошибок эксплуатации ML-модели способны найти неоптимальные для человека настройки системы, что позволит предотвратить некорректную ручную настройку параметров и достигнуть оптимальный уровень энергопотребления.

Машинное обучение позволяет перейти от решения отдельных задач к комплексному подходу. Он устанавливает прямую взаимосвязь между оценкой рисков и целью управления системой, что позволяет выполнять ее работу на других этапах разработки: от реагирования на результаты до предотвращения потенциальных проблем. Такой подход создает сильное влияние, которое повышает эффективность, надежность и финансовую стабильность инфраструктуры теплоснабжения.

Список литературы

1. Сазонов, В. С. Анализ причин возникновения аварий на теплоэлектростанциях / В. С. Сазонов, Д. В. Савельев // Меридиан. – 2022.
2. Гобокан, Е. Н. Аварии в системах теплоснабжения / Е. Н. Гобокан // Молодежь и системная модернизация страны. – 2024. – С. 423 – 425.
3. Арьков, В. Ю. Оценивание неопределенности в машинном обучении / В. Ю. Арьков, А. М. Шарипова, Г. Г. Куликов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. – 2023. – С. 48 – 58.
4. Гурьянов, А. И. Анализ рынка искусственного интеллекта Российской Федерации / А. И. Гурьянов, Э. А. Гурьянова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2023. – С. 61 – 71.

*Кафедра «Информационные системы и защита информации»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*Н. С. Толстошеин, Д. А. Михин**

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙНОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Современные организационно-технические системы становятся гетерогенными и сложными как в применении, так и в техническом обслуживании. Неправильные действия человека могут привести эту систему в состояние, в котором она может нанести ущерб пользователю. Чтобы минимизировать этот ущерб, необходимо разрабатывать системы поддержки принятия решений. Существенную роль в системах поддержки принятия решений является интерфейс. Анализ литературы [1, 2] показал, что разработка пользовательских интерфейсов (UI) систем поддержки принятия решений (СППР) требует специализированного программного обеспечения, которое позволяет создавать интуитивные, интерактивные и масштабируемые интерфейсы. Классификация программного обеспечения для разработки пользовательских интерфейсов представлена на рис. 1.



Рис. 1. Классификация программного обеспечения для разработки пользовательских интерфейсов

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Информационные системы и защита информации» ФГБОУ ВО «ПГТУ» В. В. Алексеева.

Программное обеспечение для дизайна позволяет разработчикам создавать макеты и интерактивные прототипы UI, которые помогают визуализировать концепции, тестировать идеи и получать обратную связь от пользователей на ранних этапах. Самое распространенное программное обеспечение для дизайна UI представлено на рис. 2.



Рис. 2. Программное обеспечение для дизайна UI

Figma – онлайн-платформа для создания дизайнов, которая работает прямо в браузере. Это цифровой холст, где можно рисовать, проектировать интерфейсы, создавать презентации и воплощать визуальные идеи.

Adobe XD (Experience Design) – программа для дизайна пользовательских интерфейсов и прототипирования, разработанная компанией Adobe. Предназначена для создания интерактивных макетов и прототипов веб-сайтов и мобильных приложений, часть экосистемы Adobe Creative Cloud, что позволяет использовать ее в связке с другими продуктами Adobe, такими как Photoshop и Illustrator.

Sketch – векторный графический редактор для macOS, разработанный голландской компанией Bohemian Coding. Используется для проектирования интерфейсов мобильных приложений и веб-сайтов. Поддерживает возможность создания интерактивных прототипов.

Balsamiq – программное обеспечение для создания низкоточных прототипов и макетов пользовательских интерфейсов. Он позволяет дизайнерам и разработчикам визуализировать идеи и концепты, не тратя много времени и ресурсов команды на разработку.

Каждое программное обеспечение отличается по своей структуре, функциональным возможностям и простоте применения. В связи с этим для выбора программного обеспечения для дизайна пользовательского интерфейса СИПР с точки зрения системного анализа необходимо учитывать критерии, представленные на рис. 3.

Результат сравнения приведенного программного обеспечения по перечисленным критериям представлен на рис. 4. При сравнении программного обеспечения использовалась пятибалльная система, в которой «1» – это полное несоответствие по данному критерию, а «5» – полное соответствие.

Возможности визуализации данных

Интеграция с библиотеками и возможность создания кастомных визуализаций.

Интерактивность и динамичность

Поддержка анимации, переходов, фильтров, параметров и других интерактивных элементов.

Адаптивность и персонализация

Возможность динамически менять интерфейс в зависимости от роли пользователя или других факторов.

Поддержка API и плагинов для расширения возможностей

Наличие плагинов для работы с данными, диаграммами, графиками.

Интеграция с данными

Возможность подключения к источникам данных и работы с реальными данными в прототипе.

Создание сложных форм и валидация

Удобство создания форм и реализации валидации данных в прототипе.

Гибкость и кастомизация

Легкость внесения изменений и адаптации интерфейса к новым требованиям.

Рис. 3. Критерии выбора программного обеспечения для дизайна пользовательского интерфейса [2]

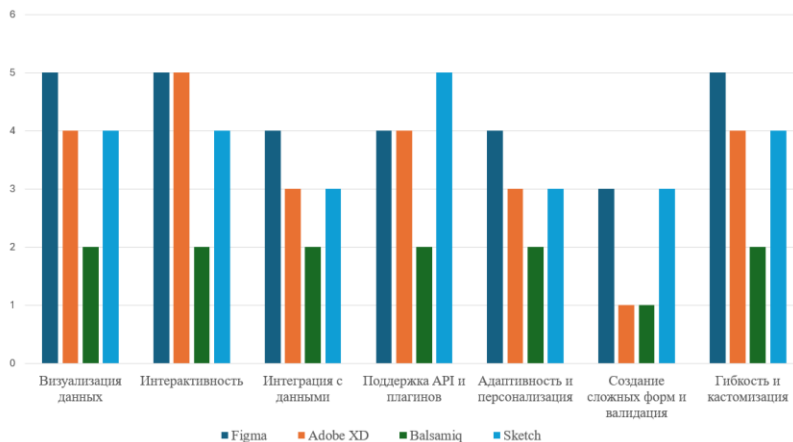


Рис. 4. Результаты сравнения программного обеспечения

Figma отличается отличной поддержкой плагинов для графиков, возможностью создания кастомных визуализаций, продвинутым прототипированием, интерактивными компонентами, множеством плагинов для работы с данными и их визуализацией. Недостатками является

сложная работа с реальными данными, валидация требует плагинов или ручной работы.

Adobe XD предлагает хорошие возможности для UI-дизайна и прототипирования, с акцентом на анимацию и визуальные эффекты, но в целом эта область немного менее развита, чем в Figma.

Sketch предлагает эффективные инструменты для создания векторной графики и управления дизайн-системами, но работающий исключительно на операционной системе macOS.

Balsamiq предназначен для быстрой визуализации концепций и идей без акцента на UI-дизайне или интерактивности. Balsamiq можно использовать на ранних этапах проектирования СППР для определения базовой структуры интерфейса и функциональности. Однако он не подходит для создания высококачественных прототипов, которые можно использовать для тестирования с пользователями.

Таким образом, лучший выбор для разработки дизайна интерфейса пользователя для СППР будет Figma благодаря широким возможностям визуализации данных, интерактивности и интеграции. Благодаря своей облачной природе идеально подходит для командной работы. Способен поддерживать интеграцию с API, необходимую для работы с реальными данными. Также может подойти Adobe XD для создания визуально привлекательных интерфейсов и анимации, но данное программное обеспечение менее гибкое в плане интеграции с данными и требует больше разработки. Данный выбор позволит создавать более простые и понятные интерфейсы систем поддержки принятия решений, тем самым увеличит степень понимания организационно-технической системы и минимизирует ущерб при ее применении.

Список литературы

1. Иванов, А. Н. Технологическое решение REAL-IT: автоматизированная разработка пользовательского интерфейса информационных систем / А. Н. Иванов, С. С. Стригун // Системное программирование. – 2005. – Т. 1. – С. 124 – 147.
2. Каднова, А. М. К вопросу оценки удобства пользовательских интерфейсов программных систем защиты информации / А. М. Каднова // Общественная безопасность, законность и правопорядок в III тысячелетии. – 2020. – № 6-2. – С. 232 – 235.

*Кафедра «Информационные системы и защита информации»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*Д. А. Михин, Н. С. Толстошеин**

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Организационно-технические системы (ОТС) являются сложными комплексами, функционирование и эффективность которых напрямую зависят от состояния технических компонентов и их своевременной модернизации. В связи с этим эффективное управление ОТС требует постоянного мониторинга состояния элементов и оперативного принятия решений о необходимости их обновления или замены, что в современном мире все чаще возлагается на информационные системы.

Традиционные подходы, ядром которых является сбор данных с сенсоров, и анализ эксплуатационных отчетов часто оказываются недостаточными, в связи с тем, что не позволяют учитывать при работе большие объемы инновационной информации, в частности: научные исследования, статьи из авторитетных источников, новые подходы и т.д.

В этих условиях перспективным решением является внедрение в ОТС модуля семантического анализа текстовой информации, который позволит извлекать смысловую информацию из документов, выявлять ключевые признаки необходимости модернизации элементов или их состава в рамках ОТС.

Методы семантического анализа позволяют обрабатывать как структурированные, так и неструктурированные данные [1], выявлять ключевые термины, тематические связи и скрытые паттерны, которые невозможно обнаружить вручную. Основные методы автоматизированного семантического анализа представлены на рис. 1.



Рис 1. Основные методы семантического анализа

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Информационные системы и защита информации» ФГБОУ ВО «ГПТУ» В. В. Алексеева.

Методы векторного представления (wordembeddings) – данный вид семантического анализа основан на представлении слов в виде векторов, которые отражают их значение, он помогает находить синонимы и группировать похожие понятия, что особенно полезно при анализе больших массивов текстовой информации. Наиболее известными примерами метода векторного представления служат Word2Vec, GloVe, ELMo и BERT.

Метод TF-IDF (TermFrequency–InverseDocumentFrequency, Частота слова–Обратная частота документа) – позволяет определить наиболее важные термины в документах и выявлять повторяющиеся проблемы, часто используется в задачах семантического анализа текстовых массивов и информационного поиска.

Метод тематического моделирования – позволяет выявить скрытые темы в большом массиве документов, что позволяет видеть, какие компоненты системы чаще всего упоминаются в контексте проблем или модернизации для использования этой информации в рамках задачи принятия решений. Примером метода тематического моделирования является Латентное размещение Дирихле (LDA).

Для наглядного сравнения методов семантического анализа была составлена табл. 1.

1. Сравнение основных методов семантического анализа

		Векторное представление	Тематическое моделирование
Преимущества	Прост в реализации, быстро работает на больших объемах текстов	Учитывает семантику, позволяет работать с синонимами	Позволяет выявлять тренды и тематические группы
Ограничения	Не учитывает контекст, синонимы и омонимы	Требует больших обучающих корпусов	Модель чувствительна к настройкам, требует предобработки
Применимость к ОТС	Выделение ключевых слов в отчетах и документации	Группировка терминов, выявление скрытых связей между проблемами компонентов	Анализ текстовых отчетов, выявление областей системы с высокой частотой упоминаний проблем

Использование описанных выше методов в рамках задачи мониторинга компонентов организационно-технических систем позволяет выделять ключевые признаки из текстов для связи с конкретными элементами системы, формируя тем самым основу для принятия решений о модернизации или изменении состава ОТС.

Анализ результатов сравнения показывает, что для успешного выполнения задач мониторинга и модернизации организационно-технических систем лучшие результаты будут достигнуты при комбинировании различных методов. TF-IDF хорошо работает для быстрой фильтрации ключевых терминов, метод векторного представления позволяет учитывать синонимы и скрытые связи, а тематическое моделирование выявляет общие темы и паттерны. Их совместное использование повышает точность выявления элементов системы, требующих модернизации или замены, на основе используемых текстовых данных.

Внедрение семантического анализа в систему поддержки принятия решений (СППР) для ОТС может быть реализовано в рамках соответствующего модуля. На вход системы поступают данные о состоянии имеющихся элементов организационно-технической системы из отчетов, регламентов, технической документации, а также массив научных публикаций, специализированных статей и подобных им материалов, касающихся технических аспектов функционирования системы, для корректной и своевременной оценки потенциала возможных изменений компонентов ОТС или их состава.

Алгоритмы обработки текстов на основании семантического анализа выявляют признаки проблем и имеющиеся направления модернизации, которые передаются в модуль принятия решений для сопоставления с конкретными элементами ОТС, определения приоритетов модернизации и формирования рекомендаций. Такой подход автоматизирует работу экспертов, ускоряет обработку информации и повышает обоснованность принимаемых решений. Схема получения рекомендаций по модернизации ОТС представлена на рис. 2.



Рис 2. Схема получения рекомендаций по модернизации ОТС

Перспективы дальнейшего развития описываемого подхода включают дополнительную интеграцию семантического анализа с нейронными сетями и моделями машинного обучения. Нейронные сети могут быть использованы для классификации текстов и выявления скрытых паттернов, что снизит время обработки входных данных, также их использование может оказать благоприятное влияние на оценку потенциального воздействия рекомендуемых изменений на функционирование организационно-технической системы в рамках СППР.

Совмещение технологий нейронных сетей с методами семантического анализа позволяет создавать более адаптивные системы поддержки принятия решений, способные непрерывно анализировать поступающую информацию, выявлять, какие элементы системы требуют модернизации, и предлагать наилучшие варианты их обновления.

Дополнительным перспективным направлением является интеграция методов семантического анализа с технологиями прогнозной аналитики и цифровых двойников ОТС. Такой подход позволяет не только анализировать текущее состояние системы и ее компонентов, но и моделировать потенциальные сценарии изменения состояния при различных вариантах модернизации. В результате СППР сможет не только выявлять элементы, требующие обновления, но и прогнозировать последствия предлагаемых изменений, оценивая риски и ресурсоемкость модернизации.

В заключение отметим, что совмещенное применение методов семантического анализа в задачах мониторинга состояния и модернизации организационно-технических систем демонстрирует высокую эффективность и наличие потенциала для дальнейшего развития. Интеграция семантического анализа в систему поддержки принятия решений (СППР) позволяет обрабатывать не только внутренние отчеты и регламенты, но и внешние научные публикации и статьи, что дает возможность более обоснованно оценивать потенциал изменений и формировать рекомендации на основе передового опыта в рамках системы поддержки принятия решений.

Список литературы

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учеб. пособие / Е. И. Большакова, Э. С. Клышинский и др. – М. : МИЭМ, 2011. – 272 с.

*Кафедра «Информационные системы и защита информации»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*И. А. Чупахин, М. С. Демидов**

СТЕНД ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПИЛОТИРОВАНИЮ БПЛА

Обучение пилотированию беспилотных летательных аппаратов действительно сопряжено с целым рядом серьезных трудностей, и главные из них – это неизбежный риск повреждения дорогостоящего оборудования и вопрос обеспечения безопасности окружающих людей и объектов. Каждое учебное занятие в реальных условиях – это потенциальная авария, которая может привести к потере дрона, повреждению имущества или даже травмам. Решением этой сложной проблемы становится специализированный учебный стенд, который кардинально меняет подход к подготовке операторов, позволяя отрабатывать ключевые навыки в полностью контролируемой и абсолютно безопасной среде.

Внешне такой стенд представляет собой прочную и жесткую раму, на которой специальным образом, с использованием динамических элементов и подвесов, закреплен настоящий серийный дрон (рис. 1). Ключевая технологическая особенность заключается в том, что аппарат лишен возможности свободно летать и перемещаться в пространстве, но при этом его двигатели, пропеллеры и все бортовые системы активны и функционируют в штатном режиме. Обучающийся использует самый обычный настоящий пульт управления, и при выполнении любой команды дрон реагирует точно так же, как и в полете: его моторы изменяют обороты, корпус активно наклоняется, пытаясь выполнить задуманный маневр, но уйти со своего места он не может благодаря продуманной системе креплений [1]. Это создает у пилота полное, абсолютно реалистичное ощущение реального пилотирования, включая характерный звук работающих моторов, вибрацию и крен, но без малейшего риска разбить аппарат о препятствие, столкнуться с другим дроном или безвозвратно потерять его из-за потери связи.

Для наглядной демонстрации траектории и ориентации полета были разработаны специальные и крайне практичные решения, которые переводят абстрактные данные полетного контроллера в понятную визуальную форму.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента кафедры «Мехатроника и технологические измерения» ФГБОУ ВО «ГГТУ» Н. М. Гребенниковой.



Рис. 1. Внешний вид стенда

Одним из самых эффективных является система с двумя подвижными кольцами или рамками, установленными вокруг дрона по осям крена и тангажа. Эти кольца не статичны – они кинематически или через сервоприводы соединены с электронной начинкой дрона, его полетным контроллером. Когда пилот отдает команды с пульта, заставляя дрон менять угол наклона, поворачиваться или кивать, эти механические кольца в точности, в реальном времени, повторяют все его угловые движения. В результате ученик видит не просто неподвижно висящий корпус, а живую, постоянно меняющуюся пространственную ориентацию аппарата. Это довольно понятным образом преобразует абстрактные микродвижения, которые он отдает джойстиком, в понятное и наглядное визуальное движение, что позволяет мгновенно осознать прямую причинно-следственную связь между своими действиями и поведением машины в трехмерном пространстве, быстро формируя правильную моторную память.

Перспективным направлением развития таких тренажеров является оснащение их расширенной системой датчиков, которые позволяют не только имитировать полет, но и детально анализировать работу всех систем дрона в реальном времени [2]. На раму устанавливаются

высокоточные датчики тока и напряжения, которые отслеживают энергопотребление каждого двигателя. Тензометрические датчики измеряют реальное усилие, создаваемое винтами, а датчики вибрации контролируют состояние подвесов и балансировки. Все эти данные в реальном времени выводятся на отдельный монитор инструктора, создавая полную цифровую картину работы силовой установки. Это позволяет не просто обучать пилотированию, но и отрабатывать энергоэффективные режимы полета, распознавать ранние признаки отказа двигателей и понимать, как те или иные маневры влияют на общую нагрузку на аппарат.

Особую ценность стенду придает возможность моделирования сложных погодных условий. Система создания воздушных потоков, состоящая из нескольких программируемых вентиляторов, расположенных по периметру рамы, может создавать направленные порывы ветра различной силы. Для полного погружения в условия непогоды современные стенды оборудуются системой имитации осадков. Над дроном устанавливаются форсунки, способные создавать как мелкую морось, так и интенсивный ливень. Одновременно с этим датчики влажности начинают отслеживать потенциально опасное попадание воды на электронные компоненты.

Практическая и экономическая ценность такого тренажера неопределима для любого учебного центра или корпоративной программы подготовки. На нем можно до автоматизма, без спешки и стресса, отработать все базовые навыки: плавный взлет и мягкую посадку, точное зависание в заданной точке, выполнение сложных фигурных маневров, таких как «восьмерка» или полет по квадрату [3]. Инструктор получает мощный инструмент для моделирования нештатных ситуаций: он может программно имитировать внезапный отказ одного из двигателей, резкий порыв ветра, потерю GPS-сигнала или разряд батареи, а обучающийся будет учиться быстро и хладнокровно парировать эти угрозы, не опасаясь катастрофических последствий ошибки. Это идеальная платформа для глубокой отработки мышечной памяти, зрительно-моторной координации и навыков принятия быстрых решений в стрессовой обстановке. Экономический эффект также очевиден и легко подсчитывается: сотни учебных часов, которые в реальных условиях неизбежно привели бы к многочисленным поломкам винтов, двигателей, рам или всего корпуса, проходят без единой царапины на дорогостоящем оборудовании, что многократно окупает первоначальные вложения в тренажер.

Таким образом, современный стенд для обучения пилотированию БПЛА – это уже не просто наглядное учебное пособие, а высокотехнологичный тренажер, который кардинально ускоряет, удешевляет и повышает безопасность подготовки квалифицированных операторов. Он эффективно закрывает тот критический разрыв, который всегда существовал между сухой теоретической подготовкой и первыми рискованными вылетами, полными непредсказуемости. Благодаря таким комплексам пилоты получают возможность выходить на свои первые реальные задания не робкими новичками, а уверенными пользователями с уже сформированными и доведенными до интуитивного уровня навыками управления беспилотником, что в конечном счете повышает надежность и эффективность всей отрасли в целом.

Список литературы

1. Основы робототехники / Н. В. Василенко, К. Д. Никитан, В. П. Пономарев, А. Ю. Смолин. – Томск : МГП «РАСКО», 1993. – 470 с.
2. Хоровиц, П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл ; пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Издательство БИНОМ, 2014. – 704 с.
3. Юревич, Е. И. Основы робототехники – 2-е изд., перераб. и доп. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.

*Кафедра «Мехатроника и технологические изменения»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 621.9

*Д. А. Егоров**

**ОСОБЕННОСТИ НАСТРОЙКИ БЛОКА
УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ НА СТАНКЕ С ЧПУ**

В статье рассмотрен уникальный эффект, при котором повторный запуск одного и того же блока управляющей программы на станке с ЧПУ приводит к непредсказуемому результату в достижении точности обработки.

Большинство инженерных проектов предусматривает многократное исполнение одних и тех же операций, особенно в ситуациях, когда требуется довести качество обработки до нужного уровня. Казалось бы, повторный запуск уже отработанного чистового блока программы должен принести исключительно пользу, но практика показывает обратное. Случаи, когда повторный запуск приводит к дополнительному удалению материала, далеко не редкость и требуют внимательного изучения [1].

Обычно, когда резец снимает нужный слой материала (например, 0,2 мм), оператор удовлетворен результатом. Но бывают ситуации, когда слой удалился не полностью, и необходимо запустить программу повторно. Предположительно, повторный запуск должен «досрочно» восстановить нужное значение, скажем, снять лишние 0,02 мм. Однако практика показывает, что при повторном запуске та же самая программа внезапно удаляет гораздо больше материала, например 0,04 мм, что нарушает допуски и бракует деталь.

Для понимания проблемы важно осознать, что каждый новый запуск происходит уже в иных условиях, чем предыдущий. Главные причины расхождений:

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ «ТГТУ» М. В. Соколова.

- поверхность детали стала гладкой, следовательно, сопротивление инструмента изменилось;
- глубина съема зависит от распределения внутренних напряжений, которые претерпели изменения после первого прохода;
- температура и давление влияют на химико-физические свойства материала, приводя к неучтенным факторам.

Наблюдения показали, что:

- дополнительное снятие материала происходит только на повторном запуске, на третьем эффект либо минимальный, либо отсутствует вовсе;
- совершенно одинаковые условия воспроизвести невозможно.

Весомые аргументы в пользу наличия данного феномена.

Аргумент 1. «Нулевой» припуск и легкость снятия материала.

«Припуском на обработку называется слой металла, подлежащий удалению с заготовки для получения готовой детали» [2]. После первого прохода резец оставил гладкую и чистую поверхность. Такая поверхность обладает меньшей прочностью сцепления частиц материала, особенно если сравнивать ее с грубой поверхностью исходной заготовки. Грубо говоря, проще удалять тонкие слои материала с гладкой поверхности, нежели глубокие с шероховатой. То есть после первого прохода создавшаяся идеально ровная поверхность снижает трение и внутреннее сопротивление материала, облегчая повторное срезание.

Аргумент 2. Деформационный отклик материала.

Материал, подвергнувшийся первому проходу инструмента, испытал внутренний стресс и изменение структуры кристаллической решетки. Этот процесс ослабляет связь атомов в зоне воздействия инструмента. Второй проход попадает именно туда, где материал уже подготовлен к легкому отделению.

Аргумент 3. Тепловой фактор.

Температура существенно влияет на механические свойства материалов, воздействуя на их прочность, пластичность, твердость и вязкость. При повышении температуры у большинства материалов снижается прочность и твердость, в то время как их пластичность и вязкость обычно возрастают. Это связано с увеличением колебаний и подвижности атомов при высоких температурах, которые облегчают движение дислокаций и снижают сопротивление деформации. И наоборот, при более низких температурах материалы становятся более хрупкими и менее вязкими, поскольку движение атомов ограничено, а дислокации менее

подвижны. Понимание этих изменений в зависимости от температуры имеет решающее значение для выбора материала в приложениях, подвергающихся воздействию различных температурных условий [3]. Хотя тепло отводится охлаждающими жидкостями, некоторый след тепловой истории остается, смягчая поверхность и облегчая второе отделение материала.

Данный эффект изучался специалистами и производителями станков с ЧПУ, но преимущественно в форме частных замечок и отдельных публикаций в технической литературе. Полноценных академических исследований и общепринятых классификаций пока недостаточно, однако известно следующее:

Специалисты-практики многократно отмечали этот эффект в сфере металлообработки, особенно при чистовых операциях, где требуются малые припуски и высокая точность.

Научные публикации затрагивали отдельные аспекты этого феномена, связывая его с изменениями внутренней структуры материала, состоянием инструмента и влиянием нагрева.

Международные стандарты и руководства по эксплуатации станков предлагают ограниченное число советов по управлению подобными ситуациями, чаще сводя их к профилактической проверке и запасам припусков.

Влияние материала на толщину повторно удаляемого слоя представлено в табл. 1.

**1. Влияние материала
на толщину повторно удаляемого слоя**

Материал	Толщина первого слоя, мм	Толщина повторно удаляемого слоя, мм	Коэффициент увеличения, %
Сталь	0,2	0,015	+7,5
Алюминий	0,2	0,02	+10
Бронза	0,2	0,02	+10
Титан	0,2	0,01	+5

Примечание. Коэффициент увеличения рассчитан как процент отношения разницы между повторно удаленным слоем и ожидаемым дополнением (0,02 мм) к плановому значению (0,02 мм).

$$A = \frac{B}{0,02} \cdot 100\%,$$

где A – коэффициент увеличения, %; B – толщина повторно удаляемого слоя, мм.

Повторный запуск управляющей программы на станках с ЧПУ приводит к значительной проблеме. Второй запуск неожиданно удаляет больше материала, чем запланировано. Этот эффект объясняется сочетанием факторов, включая изменение поверхности детали, деформационные процессы и тепловое воздействие. Дальнейшее изучение этого явления крайне важно для повышения точности и качества обработки на предприятиях, использующих станки с ЧПУ [4].

Список литературы

1. Егоров, Д. А. Причины изменения тенденций молодых инженеров в области машиностроения / Д. А. Егоров // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов // ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024. – Вып. XVI. – С. 58 – 61.
2. Безъязычный, В. Ф. Основы технологии машиностроения : учебник / В. Ф. Безъязычный. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 2016. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL : <https://e.lanbook.com/book/107152> (дата обращения: 8.10.2025). – URL : для авториз. пользователей. – С. 257.
3. Как температура влияет на свойства материалов? Ключевые моменты для выбора материала). – URL : <https://ru.kindle-tech.com/faqs/how-does-temperature-affect-the-mechanical-properties-of-materials#:~:text=способным%20поглощать%20энергию.,Тепловое%20расширение,вызывая%20напряжение%20и%20возможное%20растрескивание>
4. Цифровое машиностроение : учеб. пособие / М. Н. Краснянский, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, М. В. Соколов и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – 266 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*А. И. Лаврин**

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ

С высокими темпами развития промышленности в мире у современного общества все чаще стала появляться востребованность в контроле газовых выбросов в атмосферу. Контролировать такие выбросы помогают газоанализаторы – высокоточные приборы, позволяющие проводить качественные и количественные составы газов. На сегодняшний день в мире существует большое количество таких приборов, которые различаются по способу действия, анализируемому газу и т.д. Один из наиболее широко распространенных видов газоанализаторов являются приборы, работающие по принципу химической люминесценции. Принцип действия таких приборов основан на регистрации свечения, возникающего в результате химической реакции анализируемого газа с реагентом, таким как озон (O_3). На рисунке 1 представлена схема работы хемилюминесцентного газоанализатора оксида азота (NO).

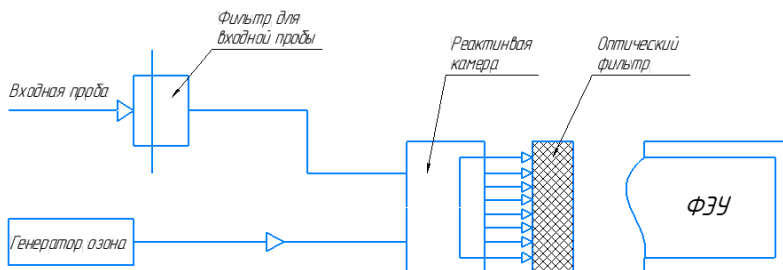


Рис. 1. Схема работы хемилюминесцентного газоанализатора

Входная проба анализируемого газа через фильтр поступает в реактивную камеру, находящуюся под низким давлением, где происходит ее смешение с озоном, в результате которого образуется газофазная люминесценция – нетепловое свечение. Световые потоки, образовавшиеся в камере, проходят через оптический фильтр, который пропускает световые волны на фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) только такой

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, заведующего кафедрой «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ» С. В. Карпова.

длины волны, которая возникает в результате химической реакции анализируемого газа с реагентом.

Такие газоанализаторы применяются для высокоточного измерения концентраций оксидов азота, серы и других активных компонентов в выбросах технологических установок и атмосфере. Принцип работы основан на регистрации светового излучения, возникающего при химической реакции исследуемого газа с реагентом. Интенсивность хемилюминесценции прямо связана с количеством анализируемого вещества, поэтому конструкция реакционной камеры и стабильность оптического тракта определяют точность всего прибора.

Реактивная камера предназначена для обеспечения равномерного протекания реакции и стабильного распределения потока газовой смеси в зоне регистрации. В практике приборостроения использовались цилиндрические, конические, сферические и тороидальные камеры, однако сравнительные эксперименты показали, что наилучший результат достигается при сфероцилиндрической форме с плавными переходами между участками. Такая геометрия обеспечивает равномерное распределение скоростей и отсутствие застойных зон, где возможно неполное протекание реакции или локальное переизлучение света [1].

Моделирование потока в программных комплексах CFD показало, что при радиусе кривизны переходов не менее 15 мм и длине активной зоны около 50 мм турбулентность снижается на 25...30%, а уровень оптических шумов уменьшается на 10...12%. В результате повышается повторяемость измерений и снижается чувствительность прибора к изменению скорости подачи газа. Для снижения влияния внешних вибраций корпус камеры выполняется из алюминиевого сплава или нержавеющей стали с внутренним демпфированием.

Внутренняя поверхность камеры должна обладать высокой химической инертностью, термостойкостью и отражательной способностью. Эти требования обусловлены тем, что значительная часть излучения многократно отражается перед регистрацией. Наиболее подходящими считаются покрытия из алюминия или серебра, нанесенные вакуумным напылением с последующей пассивацией. Тонкий слой оксида (толщиной порядка 30...50 нм) предотвращает коррозию и сохраняет зеркальную отражательную способность до 90%. В качестве альтернативы используют кварцевое или фторопластовое покрытие, обладающее низкой химической активностью и устойчивостью к воздействию агрессивных сред [1].

Практика показала, что использование анодированных алюминиевых поверхностей снижает чувствительность прибора из-за сорбции влагосодержащих молекул на микропористом анодном слое. Поэтому предпочтительно химическое полирование и пассивирование

зеркальных поверхностей, обеспечивающее их чистоту и стабильность при длительной эксплуатации.

Одним из дополнительных факторов точности является поддержание стабильной температуры реакционной камеры. Небольшие температурные колебания ($\pm 1^\circ\text{C}$) могут изменять интенсивность свечения до 5%. Для компенсации этого эффекта камера снабжается термостабилизирующим контуром на основе Пельтье-элемента и датчика обратной связи. Корпус выполняется из алюминиевого сплава с высокой теплопроводностью, обеспечивающей равномерное распределение температуры. Это решение особенно важно при длительных измерениях в переменных климатических условиях.

Фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) преобразует световой сигнал в электрический. Его высокая чувствительность требует надежной защиты от электромагнитных наводок и статических разрядов. Нарушение экранирования приводит к появлению шумов и ложных всплесков сигнала. Эффективная защита достигается размещением ФЭУ в герметичном кожухе из магнитомягкого материала – пермаллоя или мю-металла. Многослойная структура экрана, включающая медный слой, позволяет одновременно экранировать электрические и магнитные поля [3].

Для подавления высокочастотных помех в цепях питания ФЭУ применяются фильтры низких частот, а вводы кабелей выполняются через ферритовые втулки. Корпус заземляется в одной точке, что предотвращает образование паразитных токов. Конструкция кожуха предусматривает лабиринтные уплотнения на стыках, исключающие прямое прохождение электромагнитного излучения.

Испытания опытного образца модернизированного газоанализатора показали, что применение сфероцилиндрической камеры с зеркальным покрытием и термостабилизацией позволило повысить чувствительность прибора на 18%, а воспроизводимость результатов – на 12%. Экранирование ФЭУ уменьшило уровень фоновых шумов в среднем на 40%. Совокупно это обеспечило повышение точности измерений концентраций оксидов азота до 2...3%, что превышает показатели традиционных конструкций [4].

Повышение точности хемилюминесцентных газоанализаторов достигается оптимизацией геометрии реактивной камеры, выбором инертных и отражающих покрытий, внедрением системы термостабилизации и эффективным экранированием ФЭУ. Комплексное применение указанных решений обеспечивает улучшение метрологических характеристик без значительного усложнения конструкции и увеличения себестоимости прибора.

Список литературы

1. Modification of a commercial NO_x detector for high sensitivity / A. C. Delany, R. R. Dickerson, F. L. Melchior, A. F. Wartburg // Rev. Sci. Instrum. – 1 December 1982. – No. 53(12). – P. 1899 – 1902. – URL : <https://doi.org/10.1063/1.1136901>
2. Пат. № 2290721 С2 Российская Федерация, МПК H01L 31/06, G01T 1/24, H01L 27/144. Кремниевый фотоэлектронный умножитель (варианты) и ячейка для кремниевого фотоэлектронного умножителя / Долгошеин Б. А., Попова Е. В., Клемин С. Н., Филатов Л. А. ; № 2004113616/28 ; заявл. 05.05.2004 ; опубл. 27.12.2006.
3. Орехов, М. С. Применение тестовых методов повышения точности измерений промышленных автоматических газоанализаторов сигнализаторов / М. С. Орехов, А. Г. Шумихин // Вестник ПНИПУ. Химическая технология и биотехнология. – 2009. – URL : [https:// cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-testovykh-metodov-povysheniya-tochnosti-izmereniy-promyshlennykh-avtomaticheskikh-gazoanalizatorov-signalizatorov](https://cyberleninka.ru/article/n/primeneniye-testovykh-metodov-povysheniya-tochnosti-izmereniy-promyshlennykh-avtomaticheskikh-gazoanalizatorov-signalizatorov) (дата обращения: 14.10.2025).

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 620.3

О. С. Линкер, Е. А. Вольф*

РАЗРАБОТКА СПОСОБА ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НЕПОЛЯРНЫХ МАТРИЦ

Углеродные наноматериалы (УНМ) представляют собой целый класс структур, к которому относят углеродные нанотрубки с различной формой и числом слоев, наноалмазы, фуллерены, графен, мало- и многослойные нанопластинки и др. Все эти разновидности характеризуются большим многообразием свойств, что должно способствовать их широкому применению в технике и технологиях. Однако, как и все наноразмерные частицы, обладающие высокой поверхностной энергией, УНМ склонны к агрегации в различных матрицах и раствори-

* Работа выполнена под руководством доктора химических наук, профессора, профессора кафедры «Техника и технологии производства нанопроductов» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Т. П. Дьячковой.

телях, что приводит к снижению положительного эффекта от использования этих материалов в качестве наполнителей композитов, а иногда даже к снижению полезных свойств. В случае углеродных нанотрубок (УНТ) диспергирование в различных средах дополнительно затруднено из-за химической инертности поверхности этих частиц.

Для усиления взаимодействия УНМ с полимерами и растворителями и более равномерного распределения в объеме композитов применяются различные способы функционализации [1], под которой подразумевают формирование на поверхности наночастиц функциональных групп различной природы или ее покрытие модифицирующими слоями поверхностно-активных или других веществ.

Первым этапом ковалентной функционализации УНМ, как правило, является окисление [2], способствующее формированию кислородсодержащих групп (карбоксильных, лактонных, кетонных, фенольных и др.). Как правило, это способствует усилению взаимодействия нанотрубок или других подобных материалов с полярными средами. В частности, окисленные УНТ образуют довольно устойчивые коллоидные растворы в водных и спиртовых средах, а также хорошо распределяются в полярных полимерах, например в эпоксидной смоле.

При этом в неполярных средах, которые, как известно, являются основой смазочных композитов, окисленные УНТ интенсивно агрегируют. То же самое можно сказать и о графеновых нанопластинках (ГНП), полученных посредством химической эксфолиации и уже изначально характеризующихся значительным содержанием кислорода.

Для того, чтобы решить эту проблему, необходимо подвергнуть окисленный наноматериал вторичным превращениям в целях формирования функциональных групп, обеспечивающих взаимодействие с неполярными средами. Чаще всего к УНМ стремятся «пришить» алкильные группы посредством этерификации или амидирования карбоксильных групп. Многочисленные предлагаемые в литературе методы алкилирования УНМ довольно сложны в реализации, являются многостадийными, требуют применения дорогостоящих и(или) токсичных реагентов, а также специфического оборудования. В связи с этим масштабирование таких способов становится практически нереальным. Целью настоящего исследования явилась разработка простого метода получения олеофильных наполнителей композиционных материалов из окисленных УНТ и полученных посредством химической эксфолиации ГНП. Следует отметить, что исходные материалы (ГНП и окисленные УНТ) являются массово производимыми продуктами. Обычно их получают в виде пасты, при высушивании которой перед вторичным превращением происходит практически необратимая агломерация

материала. Предлагаемый нами способ не требует высушивания пасты, при его реализации происходит перевод углеродного материала из гидрофильного в олеофильное состояние, а вода удаляется в результате осуществления процесса при температуре выше 120 °С. Основа данного подхода была изложена в патенте [3], где предлагается способ получения маслорастворимых углеродных точек. В нашем исследовании мы апробировали способ перевода окисленных УНТ и ГНП в форму, способную равномерно распределяться в толуоле, ксилоле, керосине и вазелине.

Объектом исследования являлись углеродные нанотрубки типа «Таунит-М» диаметром 8...15 нм, длиной ≥ 2 мкм, характеризующиеся цилиндрической формой графеновых слоев. Окисление УНТ проводили посредством кипячения в азотной кислоте квалификации «х.ч.» в течение 5 ч, после чего материал отмывали на фильтре дистиллированной водой до нейтрального pH фильтрата (контроль по лакмусовой бумаге). Таким образом, была получена водная паста, содержащая 5 масс. % окисленных УНТ.

Также в качестве объекта исследования использовались малослойные графеновые пластинки толщиной 6...8 нм, полученные окислительным интеркалированием расширенного графита с последующей ультразвуковой обработкой, содержащие 10 масс. % элементарного кислорода. Материал представляет собой водную пасту, в которой содержится 9 масс. % ГНП.

Функционализация окисленных УНТ и ГНП по предлагаемому нами способу включала: 1) взятие навески пасты, содержащей необходимое количество УНМ; 2) совмещение пасты УНМ с неводным агентом (вазелин, керосин, ксилол); 3) введение в полученную смесь октадециламина (в массовом соотношении 1:0,75); 4) нагревание смеси при перемешивании при температуре выше 130 °С в течение 5 ч.

Исходные материалы и экспериментальные образцы функционализированных УНМ исследовались комплексом методов физико-химического анализа.

Спектры комбинационного рассеяния (КР) регистрировались на приборе DXR Raman Microscope Thermo Scientific при длине волны возбуждающего лазера 532 нм. Они имеют вид, характерный для углеродных материалов. На них присутствуют пики D и G. После окисления относительная интенсивность пика D на спектре КР увеличилась из-за того, что сформировавшиеся кислородсодержащие группы по сути представляют собой дефекты графеновых слоев. После модифицирования октадециламином качественных изменений общего вида спектров КР УНТ и ГНП не произошло.

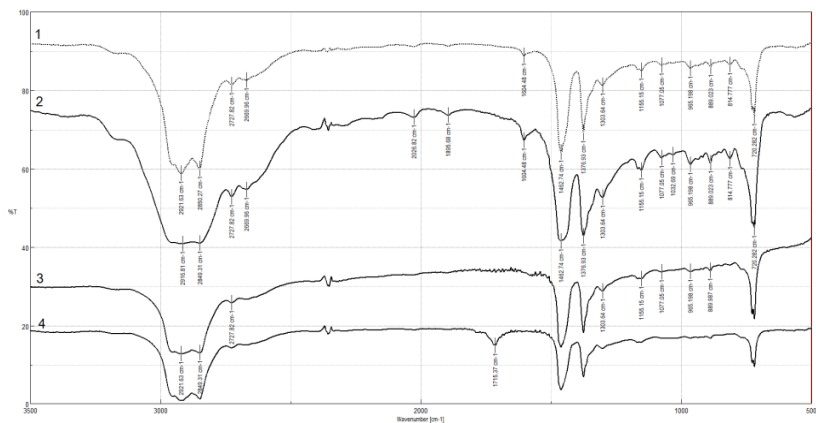


Рис. 1. ИК-спектры чистого вазелина (1) и вазелиновых дисперсий, содержащих 1 масс. % окисленных УНТ (2), функционализированных октадециламином УНТ (3), функционализированных октадециламином ГНП (4)

На приборе Jasco FT/IR 6700 были сняты ИК-спектры дисперсий различных образцов в вазелине (рис. 1), которые позволяют судить об эффективности взаимодействия кислородсодержащих групп УНМ с октадециламином. Наиболее интенсивными во всех случаях являются пики, характерные для вазелина, который из всех компонентов дисперсии наиболее оптически активен в ИК-диапазоне. При введении окисленных УНТ наблюдается уширение полосы в области 2800...2900 см^{-1} , что обусловлено снижением прозрачности образца. Более интенсивным становится пик при 1604 см^{-1} , который обычно объясняют наличием связей $\text{C}=\text{O}$ в карбоксилированных УНТ. После взаимодействия с октадециламином этот пик на ИК-спектре пропадает, что может являться доказательством эффективной функционализации. Также этот пик отсутствует на ИК-спектре ГНП после взаимодействия с октадециламином.

Благодаря реализации предлагаемого способа функционализации УНТ и ГНП приобретают способность эффективно диспергироваться в неполярных растворителях, что было доказано на примере ксилольных, толуольных, керосиновых и вазелиновых дисперсий, сохраняющих агрегативную устойчивость в течение более 1 месяца.

В настоящее время идут трибологические испытания вазелиновых композиций, содержащих от 0,1 до 1,0 масс. % УНМ в различных формах на машине трения МТУ-01, определяются зависимости коэффициента трения от нагрузки. По предварительным данным, функционализи-

рованные УНМ имеют перспективы применения в качестве присадок в смазочных композициях, обладающих улучшенными антифрикционными свойствами.

Список литературы

1. Дьячкова, Т. П. Методы функционализации и модифицирования углеродных нанотрубок / Т. П. Дьячкова, А. Г. Ткачев – М. : Издательский дом «Спектр», 2013. – 152 с.

2. Features of oxidative functionalization of multiwalled carbon nanotubes / T. P. Dyachkova, E. N. Tugolukov, E. A. Burakova, et al. // Journal of Advanced Materials and Technologies. – 2021. – V. 6, No. 2. – P. 91 – 100.

3. Пат. № 2711490 С1 Российская Федерация, МПК С01В 32/192, В82У 40/00. Способ получения графена, растворимого в неполярных растворителях / Ткачев А. Г., Мележик А. В., Осипов А. А. и др. ; № 2019101783 ; заявл. 23.01.2019 ; опубл. 17.01.2020 ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»).

*Кафедра «Техника и технологии производства нанопродуктов»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 537.531

*И. А. Костяев, В. В. Попов**

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ АКТИВИРОВАННЫХ КОМПОЗИТНЫХ СЛОИСТЫХ НАНОЧАСТИЦ СТРУКТУРЫ «СФЕРИЧЕСКИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КОР–ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА»

Плазмоника имеет большое значение в современной науке, так как она открывает новые возможности для создания сверхминиатюрных оптических устройств и улучшения фотонных технологий. Актуальность этой области подтверждается последними исследованиями,

* Работа выполнена под руководством преподавателя цикла боевой подготовки Ф. Н. Третьякова, Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный).

направленными на увеличение эффективности и снижение потерь в плазмонных устройствах. Тенденции в области плазмонных нанолазеров указывают на стремление к интеграции с кремниевой фотоникой, что может привести к созданию нового поколения интегрированных оптических схем. Инновации в этой области продолжают расширять границы возможного, обещая революционные изменения в информационных технологиях, биомедицине и энергетике.

В данной работе рассмотрена модель спазера с металлическим ядром и диэлектрической оболочкой при невырожденном электронном газе оболочки. Для указанных случаев рассчитаны частоты спазирования и пороги генерации. Описывается использование частиц с внедренными в них молекулами красителя в принципиально близкой спазеру системе в качестве активного ядра.

Слоистый композит с металлической оболочкой и кором из активной среды представляет собой генератор плазмонных колебаний в оболочке. В данной же работе в качестве спазера рассматривается инвертированная система, когда сердцевина нанокompозита представляет собой металлический или полупроводниковый шар, а оболочка – диэлектрический слой с активируемыми двухуровневыми молекулами.

Методика нахождения ω_{sp} для определения пороговой инверсии для генерации заключалась в решении следующего уравнения графическим способом:

$$\text{Im} \frac{\varepsilon(\omega_{sp}) \left(1 - \frac{C^\pm}{R_1^3}\right) / \left(1 + \frac{2C^\pm}{R_1^3}\right) - \varepsilon_{1m}}{-i + \frac{\omega_{sp}^2 - \omega_0^2}{2\omega_{sp}\Gamma}} = 0; \quad \text{Im} F(\omega_{sp}) = 0. \quad (1)$$

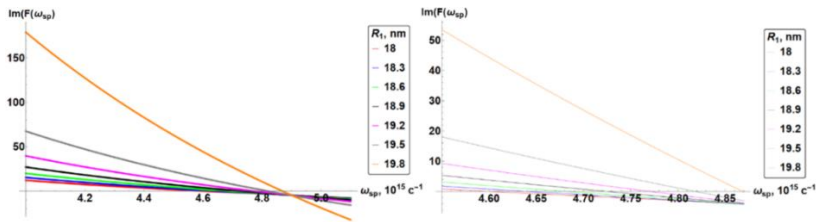


Рис. 1. Определение частоты спазирования ω_{sp}

Полученные частоты спазирования ω_{sp} вносятся в уравнение (1) и получаем искомые значения пороговой инверсии генерации спазера. Далее частоты спазирования ω_{sp} вносятся в уравнение (2) и рассчитываются искомые значения пороговой инверсии генерации спазера (табл. 1).

$$D_{thresh} = \frac{\omega_{sp}}{\omega_0} \left(1 + \left(\frac{\omega_{sp}^2 - \omega_0^2}{2\omega_{sp}\Gamma} \right)^2 \right) \operatorname{Re} \left[\frac{\varepsilon(\omega_{sp}) \left(1 - \frac{C^\pm}{R_1^3} \right) \left/ \left(1 + \frac{2C^\pm}{R_1^3} \right) - \varepsilon_{1m} \right.}{-i + \frac{\omega_{sp}^2 - \omega_0^2}{2\omega_{sp}\Gamma}} \right]. \quad (2)$$

1. Частоты спазирования ω_{sp} и соответствующие им значения пороговой инверсии генерации D_{th}

$R_1, \text{ нм}$	$\omega_{sp}, 10^{15} \text{ с}^{-1}$	D_{th}
18,0	4,6035	7,6595
18,3	4,6415	9,1277
18,6	4,6835	11,2068
18,9	4,7254	14,4472
19,2	4,7694	20,0869
19,5	4,8188	32,3066
19,8	4,8684	80,9580

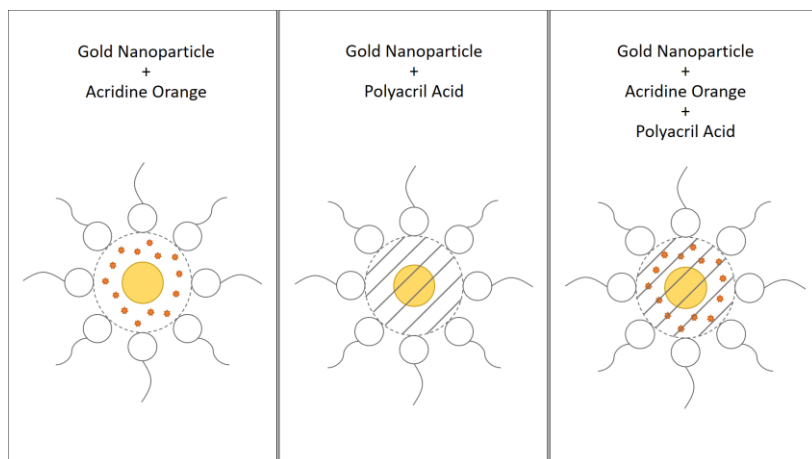


Рис. 2. Схематическое изображение планируемого варианта действующего спазера

Разработанная методика включает в себя приготовление двух растворов. Первый несет в себе сами наночастицы золота, краситель с концентрацией 10^{-3} М , а также олеиламин и акриловую кислоту. Второй

раствор состоит из воды, пероксодисульфата калия и олеиламина. Олеиламин в обоих растворах служит агентом образования мицелл. Растворы перемешивали в течение 10 мин для достижения максимального взаимодействия между реагентами. Далее из каждого раствора брали по 30 мкл и вносили по каплям в заранее приготовленные емкости с гептаном по 15 мл каждая. Полученная смесь с гептаном перемешивалась в течение 10 мин при закрытой крышке, чтобы избежать улетучивания гептана. Затем полученные растворы сливали в одну емкость и производили барботирование N_2 10 мин. Потом итоговую смесь перемешивали при температуре $70^\circ C$ с обратным холодильником. Схема эксперимента приведена на рис. 3.

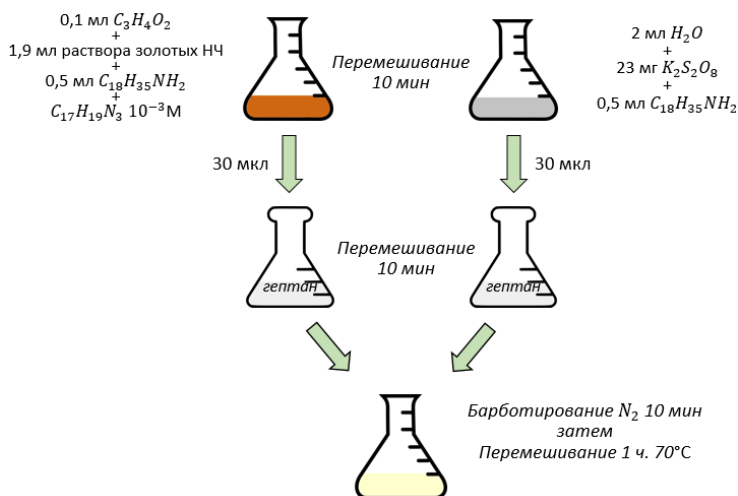


Рис. 3. Схема эксперимента по получению слоистой наноструктуры вида «ядро–оболочка»

*Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ
(учебный и испытательный)*

*И. А. Костяев, В. В. Попов, Д. А. Порфирьев**

СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И ГИБРИДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ

Полимеры, наполненные электропроводящими частицами, являются перспективным материалом для получения принципиально новых композитов, обеспечивающих снижение воздействия электромагнитных полей на электронные компоненты вычислительной техники и биологические объекты. Высокая стойкость к внешним воздействиям позволяет применять их в качестве деталей бытовых приборов, конструкционных блоков и узлов в аппаратуре воздушного, морского и наземного применения.

Одним из наиболее перспективных наполнителей электропроводящих композиционных полимеров являются углеродные наноматериалы благодаря высокой электропроводности, химической стойкости и эффективности.

Согласно анализу литературных источников, результаты исследования электропроводности полимерных композитных систем, армированных УНТ и ГНП могут быть обобщены следующим образом:

- на порог образования перколяционного контура в полимерных нанокompозитах оказывают большое влияние тип полимерной матрицы и ее взаимодействие с наполнителем, функционализация наполнителя, равномерность распределения наполнителя и его склонность к агломерации;
- синергетический эффект в электропроводности возникает только при использовании оптимального соотношения УНТ:ГНП. В результате композиция, содержащая гибридный наполнитель, приобретает лучшие электрические характеристики по сравнению с другими нанокompозитами с таким же содержанием одного типа нанонаполнителя;
- на электрические свойства композитов, наполненных углеродными нанотрубками и графеном, также оказывают влияние способы их получения;

* Работа выполнена под руководством преподавателя цикла боевой подготовки Ф. Н. Третьякова, Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный).

– потенциальные возможности нативных МУНТ по повышению электропроводности композитов исчерпаны.

В настоящей работе в качестве полимерной матрицы был выбран сверхвысокомолекулярный полиэтилен.

Таким образом, в настоящем исследовании цель работы заключалась в разработке методики создания, проектирования технологической схемы получения функциональных антистатических композитов на основе СВМПЭ, содержащих гибридные наполнители МУНТ/ГНП и МУНТ + ГНП с повышенной электропроводностью.

Технологическая линия производства нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и гибридного наполнителя

В общем виде процесс производства нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и гибридного наполнителя, содержащего графеновые нанопластины и йодированные углеродные нанотрубки, состоит из следующих основных операций (рис. 1):

- 1) смешивание МУНТ с кристаллизированным йодом;
- 2) сушка полученной смеси;
- 3) смешение смеси МУНТ и кристаллизованного йода с СВМПЭ, ГНП и изопропиловым спиртом;
- 4) прессование готовой смеси;
- 5) отправка на упаковку.

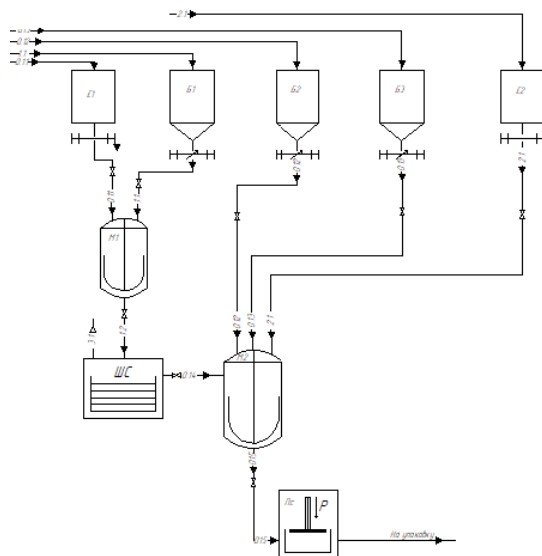


Рис. 1. Функциональная схема линии приготовления нанокompозита

Условные обозначения материальных потоков функциональной схемы представлены на рис. 2, а перечень технологического оборудования – на рис. 3.

<i>Условное обозначение</i>	<i>Наименование среды в трубопроводе</i>
— 0.11 — 0.11 —	Водная паста МУНТ
— 11 — 11 —	Кристаллический йод
— 0.13 — 0.13 —	СВМПЭ
— 0.12 — 0.12 —	ГНП
— 2.1 — 2.1 —	Изопропиловый спирт
— 0.14 — 0.14 —	Смесь водная паста МУНТ и кристаллический йод
— 0.15 — 0.15 —	Смесь водная паста МУНТ+ кристаллический йод+СВМПЭ+ГНП
— 3.1 — 3.1 —	Пар

Рис. 2. Обозначение и наименование материальных потоков

<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол.</i>
E1	Емкость водная паста МУНТ	1
E2	Емкость изопр спирт	1
B1	Бункер йод	1
B2	Бункер ГНП	1
B3	Бункер СВМПЭ	1
M1	Аппарат с мешалкой	1
M2	Аппарат с мешалкой	1
Пс	Прес	1
Шс	Шкаф сушильный	1

Рис. 3. Перечень технологического оборудования линии получения наномодифицированной эпоксидной смолы

В аппарате с мешалкой (поз. М1) производится смешивание МУНТ с кристаллизованным йодом при непрерывном перемешивании. Полученную смесь отправляют на сушку в сушильный шкаф (поз. ШС). Продолжительность операции 120 мин. Температура смеси поддерживается в пределах 120 °С охлаждением далее в аппарате с мешалкой (поз. М2) производится смешивание смеси МУНТ и кристаллизованного йода с СВМПЭ, ГНП и изопропиловым спиртом. Полученную смесь прессуют при 170 °С (поз. Пс). После проведения процесса пресования (поз. Пс) производится отправка на упаковку.

*Измерение электропроводности нанокompозитов на основе
сверхвысокомолекулярного полиэтилена и гибридного наполнителя*

Для измерения электропроводности использовалась система RMS-EL/RMS-EL-Z, разработанная для измерения сопротивления полупроводниковых пластин, слитков и напыленных пленок на различные подложки по технологии четырех точек.

Система имеет источник постоянного тока, вырабатывающий постоянный ток между 10 нА и 99,99 мА и цифровой вольтметр RM3000+, измеряющий напряжения от 0,01 до 1250 милливольт.

Диапазоны измерения:

1 МОм/□ до 500 МОм/□ (поверхностное сопротивление), где □ – площадь пленочного резистора квадратной формы любых размеров.

1 МОм·см до 1 Мом·см (объемное удельное сопротивление).

Единицы измерения: мВ, Ом/площадь, Ом·см.

Ток: обратимый для проверки хороших контактов и измерений.

Точность: 0,3%, самая высокая точность 0,1%.

Возможность введения данных по толщине подложки и интервал измерений.

Также электрическую проводимость нанокompозитов измеряли по ГОСТ P50499–93 с помощью тераомметра E6-13A.

Величину электрической проводимости рассчитывали по формуле

$$\sigma = 4h/\pi d^2 R,$$

где h , d – толщина и диаметр образца соответственно; R – электрическое сопротивление.

Таким образом, разработана оригинальная методика создания и спроектирована технологическая схема получения нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена и гибридного наполнителя, содержащего графеновые нанопластины и йодированные углеродные нанотрубки. Реализация разработанной технологии приводит к более раннему формированию перколяционного контура у нанокompозитов по сравнению с контрольными образцами. Получены зависимости электропроводности нанокompозитов на основе СВМПЭ от концентрации и состава гибридного наполнителя. Из анализа зависимостей электропроводности впервые определены значения объемной доли наполнителя, соответствующей порогу перколяции и критического показателя электрической проводимости для нанокompозитов на основе СВМПЭ, содержащих углеродные нанотрубки и графен с различным соотношением компонент.

*Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ
(учебный и испытательный)*

*Д. В. Третьяков**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «ЗАВКОМ»

Актуальность темы исследования. Современное машиностроение и химическое производство требуют высокой надежности сварных соединений, от которых напрямую зависят безопасность, долговечность и эксплуатационные характеристики оборудования. Для АО «ЗАВКОМ», специализирующегося на проектировании и производстве сложных технологических систем, точность и эффективность контроля сварных швов имеет первостепенное значение. Применение капиллярного метода неразрушающего контроля позволяет выявлять поверхностные и подповерхностные дефекты без повреждения изделия. Однако на практике точность контроля часто снижается из-за неверного подбора проникающих составов, условий очистки поверхностей и человеческого фактора. В связи с этим возникает необходимость в разработке усовершенствованной методики, адаптированной под специфику производства АО «ЗАВКОМ».

Цель: повышение эффективности и точности выявления дефектов сварных соединений капиллярным методом.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие методы капиллярного контроля, применяемые в промышленности;
- определить основные факторы, влияющие на чувствительность контроля;
- исследовать влияние параметров температуры, влажности и состава пенетранта на результат;
- разработать оптимальную методику проведения контроля для условий АО «ЗАВКОМ»;
- провести экспериментальное сравнение существующего и предложенного подходов;
- подготовить рекомендации по внедрению обновленного метода в систему качества предприятия.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ «ТГТУ» М. В. Соколова.

Объект исследования – сварные соединения технологических аппаратов и трубопроводов, изготавливаемых АО «ЗАВКОМ».

Предмет исследования – параметры, процессы и факторы, влияющие на точность и достоверность результатов капиллярного метода контроля.

Методологическая база исследования. Исследование опирается на:

- стандарты ГОСТ 18442–80, ГОСТ Р ИСО 3452–2–2013, регламентирующие метод капиллярного контроля;
- методы сравнительного анализа чувствительности индикаторных систем;
- экспериментальные исследования с использованием флуоресцентных и цветных пенетрантов;
- корреляцию данных капиллярного метода с результатами ультразвукового и магнитопорошкового контроля.

Практическая часть предполагает проведение серии испытаний на образцах сварных швов, изготовленных по типовым технологиям предприятия.

Научная новизна. Впервые для условий производства АО «ЗАВКОМ» предлагается комплексный подход к оптимизации капиллярного контроля, включающий подбор пенетрантов повышенной контрастности и разработку алгоритма цифровой фиксации результатов с использованием компьютерного анализа изображений. Новизна заключается в сочетании традиционного метода с современными средствами визуализации, что позволяет минимизировать влияние субъективного фактора.

Практическая значимость. Разработанная методика позволит:

- повысить точность выявления микротрещин и пор до 20%;
- сократить время диагностики примерно на 15...25%;
- улучшить прослеживаемость результатов за счет цифровой регистрации;
- сократить затраты на ремонт и снизить риск отказов оборудования.

Методика может быть интегрирована в действующую систему контроля качества АО «ЗАВКОМ» и рекомендована для других предприятий машиностроительного профиля.

Как будут проводиться исследования. Исследования планируются проводить в три этапа:

1. **Аналитический этап** – изучение нормативной базы, оценка применяемых на предприятии технологий контроля.

2. **Экспериментальный этап** – подбор пенетрантов различного состава, проведение серии испытаний на анализ чувствительности и воспроизводимости.

3. **Интерпретация данных и внедрение результатов** – статистическая обработка данных, разработка алгоритма оптимального проведения контроля, оформление методических рекомендаций для производственного персонала.

Для подтверждения эффективности предложенных решений результаты капиллярного контроля будут сопоставлены с результатами магнитопорошкового и ультразвукового методов.

Список литературы

1. ГОСТ 18442–80. Контроль неразрушающий. Методы капиллярные.
2. ГОСТ Р ИСО 3452-2–2013. Испытания неразрушающие. Контроль проникающими веществами.
3. Кузнецов, В. Н. Неразрушающие методы контроля сварных соединений / В. Н. Кузнецов. – М. : Машиностроение, 2018.
4. Техническая документация АО «ЗАВКОМ». – Тамбов, 2023.
5. Лисицын, Д. А. Повышение достоверности методов неразрушающего контроля / Д. А. Лисицын // Контроль. Диагностика. – 2020. – № 3.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 621.941.08

А. Н. Трунов*

РАЗРАБОТКА МЕТОДА СБОРА АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛООБРАБОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА

Инструмент, находящийся под нагрузкой на станке, испытывает износ. На большинстве предприятий, где применяются металлообрабатывающие станки, анализ инструментального износа, как правило,

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. В. Соколова.

происходит визуально, а чаще всего из-за этого режимы резания, используемые при механической обработке со срезом слоя материала, не назначаются выше минимально рекомендованных из справочных значений [1].

Другим применяемым на практике способом является лазерное измерение кромки инструмента, но это оборудование предназначено для измерения одного и того же резца для одной операции, так что оно нецелесообразно в использовании на предприятиях, не выпускающих продукцию с массовым или крупносерийным типом производства.

Но износ резца можно измерять не только прямым, как это делают все вышеописанные методы, но и косвенным образом с помощью акустического метода прогнозирования [2 – 5]. Инструмент испускает тепло, звуковые волны, вибрацию во время обработки, которые зависят довольно значительно в том числе и от радиуса скругления его режущей кромки.

Устройство, созданное для анализа части этих сторонних величин и соотносящее их статистически со степенью износа, будет дешевле лазерного аналога, сохраняя адекватную степень точности.

Для единичного станка без постоянных посторонних шумов снятие фильтрованного по частоте звука, получаемого от процесса резания, достаточно для определения износа работающего инструмента, так как амплитуда звуковой волны, испускаемая резцом, прямо пропорциональна степени его износа [2 – 5].

Оборудованием для сбора физических и акустических данных будут являться: микроскопы МИС-11 и УИМ-21 – для измерения шероховатости заготовки и степени износа резца соответственно; микрофон U510 с диапазоном частот 100 Гц...10 кГц, токарный станок 1И6МП, Персональный компьютер с программным обеспечением Audacity для записи, измерения амплитуды и частоты звука и OBS Studio для записи видеоряда.

Для того, чтобы провести эксперименты для сбора данных, необходимо изначально задать их граничные факторы и условия проведения.

В работе будут проводиться эксперименты с записью акустических характеристик с помощью проходного резца с пластиной для чистового точения Т15К6. Закрепляемая заготовка – круглый прокат сталь 40Х диаметром 30 мм и длиной от 40 до 60 мм. Режимы резания, назначаемые на операции, будут идентичными – подача 0,12 мм/об; глубина резания 0,3 мм; частота вращения шпинделя 600...1500 об/мин.

Примем некоторые упрощения, способствующие более точному анализу параметров: резец считается острым при радиусе скругления его кромки в 0,1 мм, затупленным – при недостижении им шероховатости поверхности Ra 1,6 во время обработки, тупым – либо при недостижении им шероховатости на поверхности заготовки Ra 3,2, либо при радиусе скругления в $2,0 \pm 0,1$ мм, неиспользуемым – при недостижении на поверхности заготовки шероховатости Ra 6,3. Единовременный эксперимент считается завершенным при достижении заточенным резцом неиспользуемого статуса. Если не проводить данное разделение, полученные результаты будут отдалены от практических показателей – не будет понятно, при каком значении амплитуды звуковой волны может получаться то или иное качество поверхности, что уничтожает даже столь ничтожную пользу от получения желаемых параметров.

Из-за потери скорости изменения износа при увеличении радиуса скругления резца эксперимент будет проходить при различных промежутках времени в зависимости от вышеописанных характеристик инструмента и заготовки – при остром резце остановки на проверку качеств будут проходить каждые пять минут, при затупленном – каждые восемь, при тупом – каждые десять, до окончания единовременного эксперимента. Во время каждой паузы кончик кромки инструмента и поверхность заготовки будут измеряться на микроскопе, значения первого будут сравниваться с предыдущим измерением – для определения величины износа, вторая будет измеряться на шероховатость для определения субъективной степени затупленности резца. Часть записанного звука, отвечающая последнему отрезку эксперимента, будет отфильтрована по частоте (1...10 кГц [1]) и переведена в спектрограмму, найдены и усреднены арифметически точки максимума амплитуды.

Видеозапись, при наличии, будет крупным планом показывать работающий резец, что вместе с прикрепленной при монтаже спектрограммой будет служить наглядности, использоваться не в качестве источника для научного материала, а для презентации процесса.

Стоит уточнить, что микрофон во время записи изначально будет крепиться на станине около шпинделя станка. Если входящий звук из-за слишком значительной громкости не будет регистрироваться прибором, устройство будет отведено от зоны резания до достижения удовлетворительного результата.

Получившиеся параметры эксперимента будут внесены в табл. 1 при использовании изначально нового или заточенного токарного резца до номинальных параметров, соответствующих состоянию резца как «острый».

1. Таблица с результатами экспериментов за одну заточку

Разница значений l_i и l_{i+1} , мкм	Шероховатость заготовки по средней линии Ra, мкм	Максимальная амплитуда на измеряемом участке времени, дБ	Улавливаемый диапазон частот, кГц	Время измерения

Примечание: l – расстояние от нуля микроскопа до точки соприкосновения с крайней от державки кромки резца; i – номер итерации эксперимента.

После внесения некоторого количества строк (около десяти) в вышеописанную таблицу, части результатов первого и третьего столбцов по критерию затупленного резца будут приведены к среднему арифметическому значению и внесены уже в табл. 2

2. Таблица среднеарифметических параметров

Степень затупленного резца	Диапазон износа, мкм	Максимальная амплитуда на участке, дБ

По значениям из табл. 2 можно будет выявить зависимость амплитуды резца от степени его износа. Для улучшения точности получаемых данных можно разбить критерии остроты инструмента на большее число ступеней при сохранении количества проводимых экспериментов.

Однако ограничиться одними звуковыми зависимостями при создании изделия, используемого на практике, крайне проблематично. Обычно в цеху станки по металлообработке стоят очень близко друг к другу, и из получающегося результирующего шума от их совместной работы крайне тяжело вычленить звук, издаваемый одним инструментом. Для получения возможности использования этих величин на практике нужно либо глушить посторонний шум звуковой волной с противофазой, либо, если станок не является универсальным, ставить записывающее устройство внутрь рабочей зоны станка с защитой от стружки и СОЖ.

В данной работе был выведен метод сбора акустических данных точения стального круга проходным резцом из твердого сплава, приведена актуальность данной темы и некоторые серьезные недостатки подхода на практике при измерении только звуковых волн.

Список литературы

1. Трунов, А. Н. Машинное вычисление возникающих сил и мощности на основе выбранных режимов резания / А. Н. Трунов // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов / ФГБОУ ВО «ТГТУ». – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2024. – Вып. XVI. – С. 74 – 76.
2. Соколов, М. В. Прогнозирование износа токарных резцов акустическим методом : монография / М. В. Соколов. – Изд-во : LAP LAMBERT Academic Publishing, Саарбрюккен, Германия, 2019. – 87 с.
3. Соколов, М. В. Акустический метод прогнозирования износа инструмента при токарной обработке / М. В. Соколов, Ф. Д. Усман // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн (ВМПД – 2017) : матер. VI Междунар. науч.-прак. конф. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2020. – Вып. 4, Т. 1. – С. 246 – 251.
4. Усман, Ф. Д. Экспериментальная установка для исследования износа токарного резца акустическим методом / Ф. Д. Усман, М. В. Соколов // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2021 : сб. тр. IV Междунар. науч.-техн. форума : в 10 т. – Рязань, 2021. – С. 129 – 132.
5. Цифровое машиностроение [Электронный ресурс, мультимедиа] : учебное пособие / М. Н. Краснянский, В. Г. Мокрозуб, В. А. Немтинов, М. В. Соколов и др. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – 267 с.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 620.179.16

Д. И. Холодилин*

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛА ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Статья посвящена вопросам автоматизации и механизации процессов ультразвуковой дефектоскопии листового металлопроката. Рассматриваются современные методы повышения эффективности

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Компьютерно-интегрированные системы в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ» М. В. Соколова.

контрольных операций, минимизации человеческого фактора и улучшения качества продукции. Описаны передовые технологии, применяемые на крупных металлургических предприятиях России и мира.

Металлопрокат является одним из важнейших видов сырья в промышленности. Качество листового проката напрямую влияет на надежность изделий машиностроения, строительства и многих других отраслей экономики. Одним из ключевых методов оценки состояния материала является ультразвуковая дефектоскопия, позволяющая выявить внутренние дефекты, трещины и пороки структуры металла [1].

Ультразвуковая дефектоскопия – это метод неразрушающего контроля материалов и изделий, использующий ультразвуковые волны для обнаружения дефектов внутри материала. Этот метод основан на способности ультразвука проникать глубоко внутрь материала и отражаться от границ раздела сред различной плотности (например, от трещин, пор, расслоений). При проведении ультразвуковой дефектоскопии специальный прибор – дефектоскоп – генерирует ультразвуковые импульсы, которые направляются в исследуемый объект. Эти импульсы проходят сквозь материал и частично отражаются обратно, если встречаются с дефектами или границами слоев. Полученный сигнал обрабатывается аппаратурой, позволяя определить наличие, форму и размеры дефектов. Ультразвуковая дефектоскопия обладает рядом преимуществ по сравнению с другими методами неразрушающего контроля, такими как рентгенография, магнитная дефектоскопия и визуальный контроль. Вот некоторые ключевые плюсы.

1. *Глубокая проникающая способность.* Ультразвук способен обнаруживать дефекты глубоко внутри материала, обеспечивая проверку толщин вплоть до десятков сантиметров. Это особенно важно для крупногабаритных конструкций и массивных элементов.

2. *Чувствительность к различным видам дефектов.* Метод эффективно выявляет трещины, поры, расслоения, включения посторонних веществ и другие внутренние нарушения структуры материала. Это обеспечивает комплексную оценку состояния изделия.

3. *Неразрушаемость.* Контроль осуществляется без повреждения контролируемого объекта, что позволяет многократно проверять изделие на разных этапах производства и эксплуатации.

4. *Отсутствие радиационного воздействия.* В отличие от рентгенографии, ультразвуковая дефектоскопия не требует специальных мер защиты персонала от излучения, что снижает риски для здоровья операторов и упрощает организацию работ.

5. *Высокая скорость обследования.* Процесс дефектоскопии занимает относительно немного времени, что значительно ускоряет производство и техническое обслуживание оборудования.

6. *Универсальность.* Подходит практически для любых твердых материалов: металлов, пластмасс, композитов, керамики и даже бетона. Это расширяет область применения метода в различных отраслях промышленности.

7. *Компактность оборудования.* Современные приборы компактны и мобильны, что облегчает проведение обследований непосредственно на месте установки оборудования или строительных площадках.

Эти преимущества делают ультразвуковую дефектоскопию одним из наиболее востребованных методов контроля качества продукции и техники в современном мире.

Ультразвуковая дефектоскопия способна выявить широкий спектр внутренних и поверхностных дефектов, включая: трещины (продольные и поперечные трещины, возникающие вследствие механических нагрузок, усталости металла или температурных воздействий) и микротрещины, невидимые визуально, но представляющие потенциальную угрозу прочности конструкции; пористость (наличие мелких воздушных полостей в материале, образующихся в процессе литья, сварки или обработки давлением); расслоение (нарушение однородности материала, приводящее к образованию пустот между слоями или зернами кристаллической решетки); включения (присутствие посторонних частиц (шлак, песок, оксиды и др.) внутри материала, снижающие его прочность и долговечность; полости и раковины (объемные дефекты, вызванные неравномерностью заполнения расплава или газовой выделением при затвердевании материала; неправильная структура сварного шва (недостаточная проплавленность, прожоги, подрезы и прочие отклонения от нормативных требований; каверны и коррозионные повреждения (разрушения материала, обусловленные химическими реакциями с агрессивными веществами внешней среды).

Ультразвуковая дефектоскопия сварных швов позволяет выявить целый ряд распространенных дефектов, которые могут существенно повлиять на надежность и безопасность соединения. Рассмотрим подробнее, какие именно проблемы могут быть обнаружены данным методом, например несплавление.

Это одна из наиболее опасных категорий дефектов, возникающих в результате недостаточного нагрева зоны плавления. Типичные виды несплавлений включают:

- несплавление основного металла – отсутствие полного слияния наплавленного металла с основным материалом;
- несплавление кромок – неполное соединение свариваемых поверхностей друг с другом.

Непровары возникают, когда металл недостаточно проварился в глубине шва. Такие дефекты снижают механическую прочность и устойчивость конструкции к нагрузкам. Выделяют два основных типа.

1. Поверхностный непровар – локализуется ближе к поверхности сварного шва.

2. Корневой непровар – расположен глубже, часто на границе корня шва.

Пористость – это присутствие газовых пузырьков в металле шва, снижает качество соединения. Они образуются в результате попадания воздуха, влаги или примесей в зону сварки. Можно различить:

- отдельные поры – единичные полости небольшого размера;
- цепочки и скопления пор – группы отверстий, ухудшающие механические свойства.

Свищи – это крупные сквозные отверстия, возникшие в результате проникновения газов или шлака через весь шов. Свищи ослабляют конструкцию и приводят к утечкам жидкостей или газов.

Шлаковые включения проявляется образованием неоднородностей в структуре шва из-за остатков шлаков, которые не были удалены вовремя. Шлак снижает прочность соединения и повышает риск разрушения под нагрузкой.

Расслоения и отслаивания представляют собой нарушение адгезии (прилипания) сварочной ванны к основному металлу. Могут возникать при неправильном подборе электродов, нарушениях технологии сварки или несоответствии режима сварки требованиям материала.

Дефекты геометрического характера также определяются с помощью ультразвукового контроля, хотя чаще фиксируются визуально или измерительными приборами. Например: перегрев – локальное изменение свойств металла, вызванное избыточным нагревом в зоне сварки. Деформации – искривления профиля шва, волнистость, коробление.

Использование ультразвука позволяет избежать дорогостоящих разрушений и отказов конструкций, обеспечивая надежную диагностику внутренних дефектов, не видимых глазу. Особенно актуально применение этого метода в критически важных областях, таких как строительство мостов, кораблей, самолетов и промышленных установок.

Ультразвуковая дефектоскопия отлично подходит для обнаружения трещин в сварных швах. Метод основан на использовании высокочастотных звуковых волн, которые способны проникнуть глубоко внутрь материала и отразиться от границ раздела различных плотностей, включая границы трещин. Специальный датчик посылает ультразвуковые волны в направлении проверяемого участка сварного шва,

если на пути распространения звука встречается трещина, волна отражается от нее и возвращается назад к датчику. Анализируя изменения в сигнале (амплитуду, фазу, направление), оператор получает информацию о наличии и размере трещины.

Какие трещины можно обнаружить:

- поперечные трещины – перпендикулярные направлению нагрузки, часто являются следствием усталостных процессов;
- продольные трещины – идущие вдоль направления сварного шва, возникают при несоблюдении технологических режимов сварки;
- радиальные трещины – исходящие от центральной части шва наружу;
- тепловые микротрещины – мелкие дефекты, формирующиеся при быстром охлаждении сварного соединения.

Своевременное выявление трещин помогает предотвратить аварии и продлить срок службы конструкций. Ультразвуковая дефектоскопия незаменима там, где визуальный осмотр невозможен либо недостаточен для надежного анализа состояния сварного соединения.

Существует четыре основных этапа процесса:

1. Подготовка поверхности: поверхность изделия очищается от загрязнений и покрывается контактной жидкостью (чаще всего маслом или гелем) для улучшения передачи ультразвуковых волн.
2. Генерация сигнала: дефектоскоп излучает ультразвуковые колебания определенной частоты.
3. Регистрация эхосигнала: улавливание отраженных сигналов и преобразование их в электрические сигналы.
4. Анализ результатов: оценка амплитуды и формы полученных сигналов позволяет сделать выводы о наличии и характере дефектов.

Преимущество ультразвуковой дефектоскопии заключается в том, что это высокая чувствительность к внутренним дефектам, так же есть возможность исследования толстых конструкций и сложных форм деталей, безопасность для оператора и окружающей среды, быстрота и точность диагностики.

Метод широко используется в промышленности, строительстве, авиации, машиностроении и энергетике для проверки качества сварных швов, трубопроводов, корпусов судов, мостов и других объектов. Таким образом, ультразвуковая дефектоскопия является важным инструментом обеспечения надежности и безопасности конструкций путем выявления скрытых дефектов.

Современные требования рынка требуют высокого уровня точности диагностики дефектов и минимальной зависимости результатов измерений от квалификации оператора. Для достижения поставленных

целей применяются автоматизированные системы и роботизированные комплексы.

Однако традиционные подходы имеют ряд недостатков: высокое влияние человеческого фактора, необходимость ручного перемещения датчиков, невысокая производительность.

Для устранения указанных проблем используются механизмы автоматизации и компьютерные программы анализа сигнала. Это позволяет существенно повысить эффективность контроля, снизить трудоемкость работ и обеспечить высокое качество диагностики [2]. Одним из наиболее перспективных направлений развития является применение мобильных роботов и автоматических линий проверки листов большого формата.

Роботизированные системы контроля – это когда автоматизированные линии оснащаются передвижными тележками, закрепленными датчиками и системой управления перемещением. Подобные установки позволяют контролировать поверхность металлического листа без участия оператора непосредственно на этапе производства.

Наиболее эффективными являются автоматизированные сканеры, способные проводить детальное обследование всего объема проверяемого изделия. Роботы способны анализировать сигналы в режиме реального времени, определяя точное местоположение дефектов, их размеры и характеристики [3]. Особое внимание уделяется внедрению самообучающихся алгоритмов обработки ультразвуковых изображений. Современные программы позволяют выявлять аномалии даже при наличии шумов и помех.

Применение роботизированных комплексов значительно повышает скорость прохождения контроля, снижает количество брака и улучшает общий уровень технологической дисциплины на предприятии.

Одной из тенденций развития механических систем ультразвукового контроля является интеграция интеллектуальных модулей анализа. Например, использование искусственных нейронных сетей и машинного обучения помогает сократить затраты на обучение операторов и минимизировать число ошибок, возникающих вследствие недостаточной подготовки персонала [4 – 7].

Кроме того, внедряются беспроводные датчики и мобильные устройства передачи данных. Они облегчают эксплуатацию оборудования и снижают эксплуатационные расходы.

Еще одной важной задачей являются повышение чувствительности аппаратуры и разработка новых типов преобразователей, способных обнаруживать микродефекты, невидимые традиционными методами.

Механизация и автоматизация процессов ультразвукового контроля металлста способствует повышению производительности труда, снижению количества бракованной продукции и улучшению общих экономических показателей предприятия. Современное оборудование и программное обеспечение обеспечивают высокий уровень надежности и стабильности контроля, сокращая риски возникновения аварийных ситуаций и повышая безопасность конечных продуктов.

Список литературы

1. Клейнер, Г. Б. Ультразвуковой контроль сварных соединений и листового проката / Г. Б. Клейнер, Б. М. Минц // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2024. – № 10.
2. Федорович, А. В. Автоматизация ультразвукового контроля металлов / А. В. Федорович, Ю. А. Романов // Металлургическое производство и технология литейных цехов. – 2023. – № 8.
3. Яценко, Н. И. Использование мобильных роботов в системах ультразвукового контроля / Н. И. Яценко, Д. С. Половцев // Автоматика и телемеханика. – 2022. – № 12.
4. Романцов, А. А. Цифровая радиография радиационного контроля в современных тенденциях развития цифровых систем [Электронный ресурс] / А. А. Романцов, С. В. Лавырев // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития : сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов. Тамб. гос. техн. ун-т. – Тамбов : Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2023. – Вып. XV. – С. 35 – 38.
5. Романцов, А. А. Инженер по радиационному контролю от А до Я: Программы подготовки и уровни квалификации / А. А. Романцов, В. В. Айдаров, М. В. Соколов // Инженер настоящего и будущего: практика и перспективы развития партнерства в высшем техническом образовании–ППРП-2025 : материалы XX Всерос. науч.-практ. конф. Донецкий национальный технический университет. – 21–22 мая 2025 г.
6. Романцов, А. А. Цифровой радиационный контроль: революция в контроле качества сварных швов / А. А. Романцов, М. В. Соколов // Тинчурунские чтения – 2025 «Энергетика и цифровая трансформация» : материалы Междунар. молодеж. науч. конф. – 23 – 25.04 2025 г.
7. Lavyrev, S. V. Ultrasonic and radiographic testing of welded joints in modern flaw detection / S. V. Lavyrev, A. A. Romantsov, A. V. Vostrikov // The world of science without borders. Tambov state technical university. 26 april 2024 year. – Tambov, 2024. – P. 238 – 241.

*Кафедра «Компьютерно-интегрированные системы
в машиностроении» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 615.47

*Е. П. Евстигнеева**

**«ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ» ДИАГНОСТИКИ:
ЩЕЛЕВАЯ ЛАМПА В ОФТАЛЬМОЛОГИИ**

Организация эффективной работы офтальмологического кабинета напрямую зависит от его правильного оснащения. Оснащение должно соответствовать установленным нормативным требованиям, обеспечивать возможность проведения необходимого объема диагностических и лечебных мероприятий, а также гарантировать безопасность как пациента, так и медицинского персонала. В Российской Федерации основным документом, регламентирующим минимальный перечень оборудования и инструментария, является Приказ Министерства здравоохранения РФ от 29 декабря 2014 г. № 926н «Об утверждении Порядка оказания медицинской помощи по профилю «офтальмология». Данный приказ определяет стандарт оснащения для кабинета, являющегося первичным звеном оказания офтальмологической помощи.

Щелевая лампа по праву считается важнейшим и незаменимым инструментом в современной офтальмологической практике, составляя основу диагностического процесса. Будучи биомикроскопом, она позволяет проводить детальный осмотр всех структур глаза, включая веки, конъюнктиву, роговицу, переднюю камеру, хрусталик и стекловидное тело, с многократным увеличением и высочайшей точностью. Именно поэтому ее наличие является обязательным пунктом в стандарте оснащения офтальмологического кабинета любого уровня – от первичного смотрового до специализированных клиник (рис. 1). Без этого аппарата невозможно ни постановка точного диагноза, ни динамическое наблюдение за течением заболевания, что делает его фундаментальным элементом в работе каждого врача-офтальмолога.

При подборе щелевых ламп (рис. 2) специалисты руководствуются рядом ключевых критериев, которые обеспечивают покупателю исчерпывающее понимание эксплуатационных качеств и функционала устройства.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента кафедры «Биомедицинская техника» «ТГТУ» Т. А. Фроловой.

№ п/п	Код вида номенклатурной классификации медицинских изделий	Наименование вида медицинского изделия в соответствии с номенклатурной классификацией медицинских изделий	Наименование оснащения (оборудования)	Количество, шт.
1	206320	Набор пробных очковых линз	Набор пробных линз с пробными оправками и принадлежностями	1
2	118500	Проектор для проверки остроты зрения	Автоматический проектор знаков с принадлежностями	1
3	118390	Таблица для проверки остроты зрения электронная	Таблица для исследования остроты зрения вблизи	1
4	336080	Рефрактокератометр, автоматический	Автоматический кераторефрактометр	1
5	105070	Лампа щелевая офтальмологическая, смотровая	Щелевая лампа стационарная с принадлежностями	1
6	142450	Офтальмоскоп прямой, с питанием от батареи	Электрический офтальмоскоп	1

Рис. 1. Стандарт оснащения офтальмологического кабинета

Среди основных параметров выделяют коэффициент увеличения окуляров, характер осветительной системы, межзрачковую дистанцию, величину мультипликационного эффекта, размеры поля обзора и апертурный диаметр окулярных линз, гибкость регулировки ширины и протяженности щелеобразного светового потока, диапазоны осевого перемещения столика и латерального смещения оптической оси.



Рис. 2. Щелевая лампа ЛЩ-1/ЛЩ-2, Орион Медик

Однако многопараметрический анализ, требующий глубоких специфических знаний, может существенно затруднять и пролонгировать процесс формирования корректного технического задания и последующего выбора оборудования (рис. 3).

1.	Окуляры
2.	Диаметр оптических элементов в окулярах, мм
3.	Диоптрийная регулировка окуляров, Дптр
4.	Диапазон межзрачкового расстояния, мм
5.	Увеличение, крат
6.	Поле зрения, мм
7.	Поворот щели, градусов
8.	Регулировка ширины щели, мм
9.	Регулировка длины щели, мм
10.	Источник света
11.	Максимальная яркость щели, Люкс
12.	Встроенные защитные и диагностические фильтры
13.	Диаметр отверстия юстировочной палочки, мм
14.	Фиксационная метка
15.	Диапазон продольного горизонтального перемещения, мм
16.	Диапазон бокового горизонтального перемещения, мм
17.	Диапазон вертикального перемещения, мм
18.	Диапазон перемещения подбородника, мм

Рис. 3. Часть основных характеристик щелевой лампы

В качестве инструмента для стандартизации и оптимизации данной процедуры используется официальный ресурс федерального уровня – Официальный сайт Единой информационной системы в сфере закупок (zakupki.gov.ru). Алгоритм работы с ресурсом предполагает последовательную навигацию по разделам: «Каталог», «Медицинская техника», «Классификация», где осуществляется поиск по уникальному числовому коду (классификационному шифру) товарной позиции, присвоенному конкретной номенклатуре медицинских изделий.

Итогом является идентификация актуального и стандартизированного технического задания, размещенного в системе в рамках ранее проведенных закупочных процедур (рис. 4).

Источник освещения (характеристика является обязательной для применения) ?	Галогеновый
	Светодиодный
Максимальное увеличение щелевой лампы, крат (характеристика является обязательной для применения) ?	≥ 10.0 и ≤ 16.0
	≥ 20.0 и ≤ 25.0
	≥ 25.6 и ≤ 33.0
	≥ 35.0 и ≤ 40.0
Стол электроподъемный (характеристика не является обязательной для применения) ?	Да
	Нет
Тип лампы (характеристика является обязательной для применения) ?	Стационарная
	Ручная
Увеличение окуляров, крат (характеристика является обязательной для применения) ?	≥ 10.0 и ≤ 16.0
	≥ 10.0 и ≤ 18.0
	≥ 10.0 и ≤ 25.0

Рис. 4. Усеченное техническое задание

Данное техническое задание используется организатором закупки в качестве основы для проведения конкурентных процедур (аукциона), в рамках которых осуществляется поиск и привлечение не менее трех производителей или дилеров, соответствующих установленным требованиям.

Список литературы

1. Фролова, Т. А. Information models of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
2. Фролова, М. С. Оптимальный выбор изделия медицинской техники с использованием информационных систем в здравоохранении /

М. С. Фролова, С. В. Фролов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 553 – 561.

3. Современные тенденции развития рынка медицинских информационных систем / С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, С. В. Семенова, С. Г. Фареев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 681.3: 616.89

А. В. Кузнецова, И. Э. Петров*

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТА УМНЫХ ОЧКОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Создание умных очков для глухих и слабослышащих людей актуально потому, что эта технология способна существенно повысить качество жизни людей с нарушением слуха. Такие устройства позволят пользователям получать важную информацию о звуковой среде визуально, облегчат коммуникацию и взаимодействие с окружающим миром. Рост числа людей с проблемами слуха создает устойчивый спрос на подобные инновационные продукты, делая проект социально значимым и коммерчески привлекательным. Технические достижения современности делают реализацию идеи возможной и доступной, открывая новые перспективы для помощи нуждающимся.

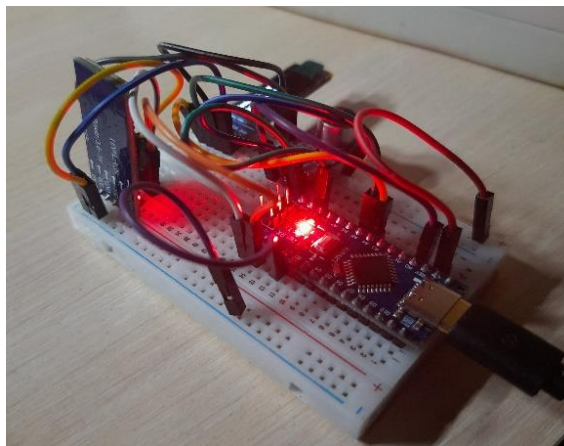
В данный момент ведутся работы над созданием прототипа умных очков для людей с нарушением слуха. Устройство состоит из платы микроконтроллера, модуля дисплея RSI 0.96" с OLED-экраном, модуля Bluetooth, микрофонного усилителя. В качестве программной части прототипа будет выступать приложение в операционной системе Android, выполняющее функцию связи с сервером Yandex Cloud.

Микрофон улавливает звук, который передается в приложение через модуль Bluetooth, где речь преобразуется в текст с помощью Yandex API. Текст передается на микроконтроллер через Bluetooth и отображается на OLED-дисплее.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ» С. В. Фролова.

Предлагается создать концепт умных очков для людей с нарушением слуха для обучения студентов. Предполагается, что работа с аппаратной установкой поможет обучающимся приобрести важные практические навыки в сферах электроники, программирования, проектирования аппаратных комплексов, мобильного и веб-разработки и организации проектных работ.

Прототип концепта умных очков для глухих и слабослышащих людей представлен на рис. 1.



**Рис. 1. Прототип концепта умных очков
для глухих и слабослышащих людей**

При работе с концептом умных очков студенты начнут с изучения архитектуры микроконтроллеров, что позволяет понять принципы их функционирования и особенности программирования на низком уровне. Обучающиеся освоят работу со средой разработки Arduino IDE, изучат структуру программы и методы взаимодействия с аппаратурой.

Студенты также учатся писать код непосредственно для устройства, используя языки C/C++ или Python, адаптированные для микроконтроллеров. На этапе подключения периферии обучающиеся приобретают практические навыки пайки, монтажа и настройки оборудования. Далее изучаются способы работы с сигналами, поступающими от сенсоров и модуля Bluetooth, их фильтрацию и обработку.

Этап программирования встраиваемых систем будет включать в себя изучение специфики протоколов BLE, UART, I²C и SPI, позволяющие эффективно организовывать передачу данных между различными компонентами системы [1].

Ознакомление с принципами работы микрофонных усилителей, фильтрации шума и выделение полезных компонентов, цифровой обработкой сигналов, алгоритма предварительной обработки звука являются неотъемлемой частью обучения посредством занятий с концептом умных очков. Студенты поработают с основными схемами усиления и фильтрации звука, необходимыми для качественного приема звуков окружающей среды, овладеют способами очистки аудиосигнала от посторонних шумов и помех, выделяя полезные элементы звучания, важные для последующего анализа, а также осvoят создание программных решений для подготовки аудио перед передачей его на сервер для расшифровки [2].

Заключительным этапом работы с концептом умных очков для людей с нарушением слуха являются разработка мобильного приложения и интеграция облачных сервисов в него. Студентам предстоит освоить принцип работы современных инструментов и фреймворков для Android, изучить возможности облака Yandex, особенности настройки серверов и баз данных для хранения данных, обработки запросов, организации потокового анализа речи и синтеза голосовых сообщений.

Необходимо также понимание принципов взаимодействия мобильного устройства с концептом посредством Bluetooth, реализации распознавания речи и преобразования текста в речь непосредственно в приложении.

Разрабатываемый концепт умных очков для людей с нарушением слуха представляет собой инновационное решение, направленное на повышение уровня доступности и комфорта коммуникации для целевой аудитории. Этот проект позволит студентам приобрести важные компетенции в сфере цифровой инженерии, разработки программного обеспечения и интеграции облачных сервисов [3].

Список литературы

1. Development of Augmented Reality Based Smart Glasses for Assistance of Deaf People / S. S. Ramachandran, U. Karni, A. K. Veeraraghavan, K. Sivaraman // ResearchGate. – 2020. – P. 7.
2. Kim, D. Applications of Smart Glasses in Applied Sciences: A Systematic Review // D. Kim, Y. Choi // Applied Sciences. – 2021. – No. 11. – P. 7.
3. The Use of Smart Glasses for Lecture Comprehension by Deaf and Hard of Hearing Students / A. Miller, J. Malasig, B. Castro, V. L. Hanson // ResearchGate. – 2020. – P. 7.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СПЯЩЕГО РЕБЕНКА

Крепкий и здоровый сон младенца – один из важнейших факторов его гармоничного развития и спокойствия всей семьи. Однако постоянный контроль за спящим ребенком, особенно в ночное время, становится для родителей источником стресса и хронического недосыпа. Современные технологии предлагают решение этой проблемы в виде специализированных трекеров сна, но существующие коммерческие аналоги часто имеют ряд недостатков: высокую стоимость, необходимость контакта с кожей ребенка или недостаточную точность измерений. Ответом на этот вызов стала разработка программно-аппаратного комплекса для бесконтактного мониторинга сна, который будет сочетать в себе доступность, эффективность и удобство использования.

Основой разработанного прототипа стал микроконтроллер NodeMCU. Для отслеживания состояния ребенка используются три ключевых датчика: инерционный датчик MPU6050, фиксирующий движения тела, звуковой модуль KY-037, реагирующий на плач и модуль ESP8266, обеспечивающий Wi-Fi-подключение мобильного и аппаратного устройств. Важным преимуществом системы является ее бесконтактность – датчики располагаются под матрасиком кровати ребенка, не причиняя малышу никакого дискомфорта. Для взаимодействия с пользователем был создан Telegram-бот, через который производится как первоначальная настройка Wi-Fi-подключения, так и получение всех уведомлений. Схема аппаратной составляющей представлена на рис. 1.

Особое внимание было уделено интеллектуальной обработке данных. Простые алгоритмы, основанные на фиксации превышения пороговых значений, часто приводят к ложным срабатываниям – например, на случайное вздрагивание ребенка во сне или посторонний шум за окном. Чтобы минимизировать эту проблему, в прототипе реализована система фильтрации с использованием временных окон. Так, сигнал от акселерометра анализируется с задержкой в 200 мс, что отсекает кратковременные помехи. Аналогичным образом обрабатывается и звуковая информация, где установлен порог в 500 условных единиц и временное окно в 100 мс.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента кафедры «Биомедицинская техника» «ТГТУ» Т. А. Фроловой.

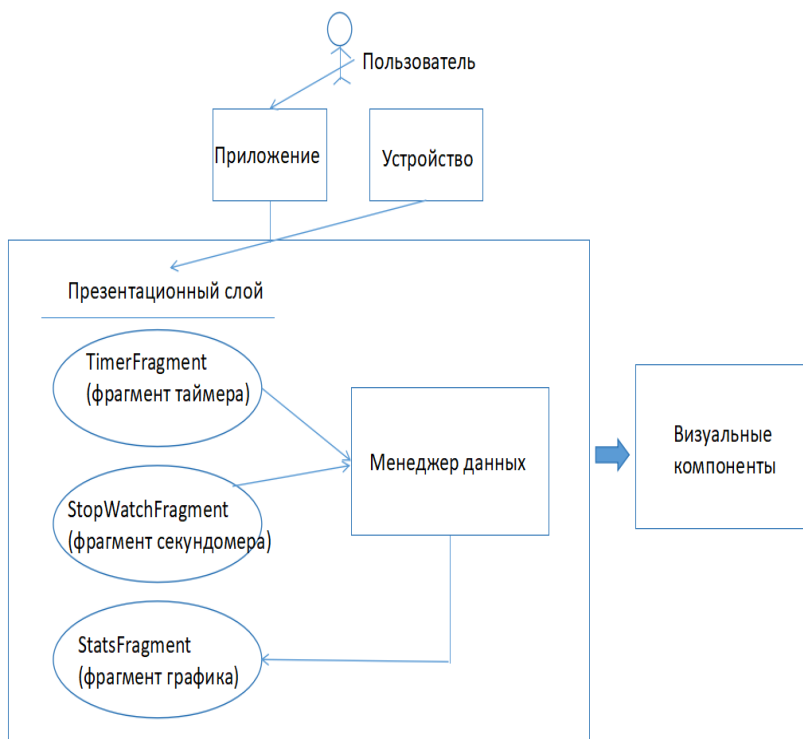


Рис. 2. Общая схема работы программной части

Особое внимание в проекте уделено эргономике и простоте использования. В отличие от сложных медицинских приборов, требующих специальной подготовки, данный комплекс интуитивно понятен в эксплуатации. Оптимальной систему делают минимизация ручных настроек, автоматический запуск мониторинга и наглядность уведомлений.

Таким образом, разработанный комплекс представляет собой работоспособное решение, готовое к практическому применению. Его ключевые преимущества – доступность, бесконтактность и продуманный пользовательский интерфейс – делают его востребованным для современных родителей. Дальнейшее развитие проекта в направлении интеллектуального анализа данных и персонализации позволит создать новое поколение устройств для заботы о здоровье ребенка, основанных на передовых достижениях биомедицинской инженерии и искусственного интеллекта.

Список литературы

1. Фролова, Т. А. Information models of a medical device for its evaluation / Т. А. Фролова, М. С. Фролова, И. А. Толстухин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2015. – Т. 21, № 4. – С. 587 – 591.
2. Фролова, М. С. Оптимальный выбор изделия медицинской техники с использованием информационных систем в здравоохранении / М. С. Фролова, С. В. Фролов // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2013. – Т. 19, № 3. – С. 553 – 561.
3. Современные тенденции развития рынка медицинских информационных систем / С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, С. В. Семенова, С. Г. Фареев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

Кафедра «Биомедицинская техника» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 637.144.5

*Д. Д. Вяткина, М. А. Котова, Н. В. Шумкина**

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗЛАКТОЗНОГО ТВОРОЖНОГО СЫРА

Важное место в питании значительной части россиян занимают разнообразные виды молочных продуктов, традиционно включаемые в ежедневный рацион. Рекомендуемая нутрициологами норма потребления данной продукции составляет до 300 кг в год, из которой 30% может приходиться на долю творога и творожных продуктов. Они являются источниками важных для организма нутриентов, таких как полноценные белки, легкоусвояемые триглицериды молочного жира, витамины, минеральные элементы [1].

На рынке творожной продукции присутствуют низко- и безлактозные продукты, ориентированные на приверженцев здорового образа жизни и лиц с диагностированной лактазной недостаточностью. Согласно статистическим данным, в Российской Федерации распространенность наиболее часто встречающейся формы дисахаридазной недостаточности составляет около 16...18%. При патологическом состоянии, вызванным снижением уровня фермента лактазы, потребление молочной продукции сопровождается затруднениями ее переваривания. Лактаза участвует в пристеночном пищеварении кишечника человека, но с возрастом или вследствие внешних факторов ее активность может снижаться и утрачиваться. Терапевтическая стратегия, рекомендуемая гастроэнтерологами в таких случаях, включает применение препаратов лактазы и использование безлактозных молочных продуктов [2].

Основными российскими производителями безлактозной молочной продукции являются «Останкинский молочный комбинат», компания «Братья Чебурашкины», молочный комбинат «Ставропольский», «Лактовит» (г. Иркутск), Parmalat (Белгородская область) и компания Unagrande (Брянская область). Ассортимент российских безлактозных

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ» О. В. Зюзиной.

и низколактозных продуктов представлен такими категориями, как питьевое молоко, сливки, сыры, творог, творожные и кисломолочные продукты.

Важным аспектом технологии получения низколактозной и безлактозной продукции является снижение или полное удаление молочного сахара в исходном молочном сырье. В промышленных условиях этого достигают с применением физических, микробиологических и ферментативных методов, а также их комбинаций. Для действующих предприятий малой мощности, имеющих линии по производству творога и творожных продуктов, целесообразно использовать биохимический метод с применением лактазы для получения безлактозной продукции. Использование ферментации лактозы доступно благодаря расширению спектра препаратов с β -галактозидазной активностью, полученных путем глубоинной ферментации на основе культур микроорганизмов – грибов *Mucormiehei*, *Cryphonectria (Endothia) parasitica*, *Rhizomucormiehei*, молочных дрожжей *Kluveromyces lactis*.

Ферментный препарат, содержащий лактазу, вносится в предварительно обработанное в приемно-аппаратном отделении молоко-сырье. Известно, что лактаза (β -галактозидаза) относится к классу гидролаз и действует на О-гликозильные связи в молекуле субстрата, отщепляя концевой нередуцированный остаток β -D-галактозы с образованием свободных моносахаридов. Преимуществом ферментативного расщепления молочного сахара можно считать сохранение состава исходного молока и минимизацию потерь питательных веществ, что позволяет обеспечить высокое качество конечного продукта [3]. Ферментативный метод гидролитического разложения лактозы на глюкозу и галактозу отличается доступностью при реализации в производственных условиях, не требует включения в технологическую линию дорогостоящего оборудования.

В целях расширения ассортимента продукции, вырабатываемой на региональном молочном предприятии, а также для удовлетворения спроса на специализированные продукты питания, были выполнены работы по разработке технологии безлактозного творожного сыра на основе ферментированного творога. Ключевым технологическим приемом являлось внесение фермента лактазы на одном из этапов производства, что обеспечивает гидролиз молочного сахара и делает продукт доступным для потребителей с лактазной недостаточностью. Согласно действующей нормативной документации, предлагаемый продукт относится к категории молокосодержащих продуктов, производимых из творога или продуктов переработки молока с последующей термической обработкой (рис. 1).

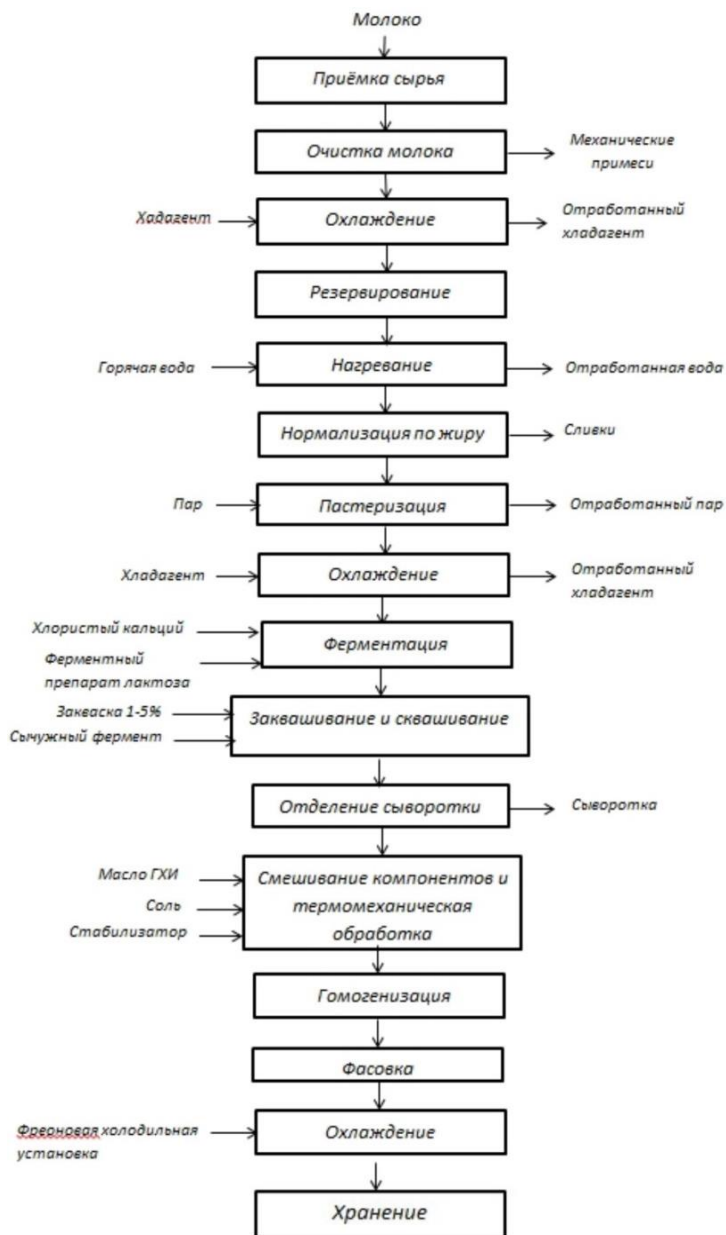


Рис. 1. Схема получения безлактозного творожного сыра

Технология изготовления творожного сыра предусматривает изготовление творога кислотно-сычужным способом из нормализованного молока после предварительной ферментации ферментным препаратом Mayalact 5000. Основные этапы изготовления продукта включают в себя: предварительную обработку молока-сырья на установке УПМ-10.0, пастеризацию с использованием пастеризационно-охлаждающей установки ОПК-5МВ 5. После сепарирования пастеризованное обезжиренное молоко закачивается в творожную ванну и соединяется с ферментным препаратом для предварительного гидролиза лактозы. Затем проводят нормализацию молока по жиру термообработанными сливками и вводят технологические добавки для кислотно-сычужного сквашивания. В этот промежуток технологического цикла одновременно протекают биохимические реакции с участием химозина и лактазы. Полученный после отделения сыворотки безлактозный творог служит основой для составления рецептурной смеси творожного сыра. Изменение содержания массовой доли жира осуществляется с использованием масла ГХИ, в составе которого отсутствует лактоза. Для структурообразования рекомендуется введение незначительного количества стабилизатора. Смесь в эмульсаторе КС 13 подвергается термомеханической обработке, что обеспечивает микробиологическую стабильность при хранении и реализации продукта в торговой сети.

Преимуществом разработанной технологии является применение специфических ферментов микробиологического происхождения, которые обеспечивают контролируемый процесс ферментации молока и позволяют получать продукт с заданными потребительскими характеристиками.

Список литературы

1. Уткина, О. С. Технология производства творожного сыра на основе термокислотного свертывания молока // О. С. Уткина, Е. В. Ачкасова, В. М. Головкина / Вестник КрасГАУ. – 2021. – № 1. – 166 с.
2. Технологические и методические аспекты производства низко- и безлактозных молочных продуктов / Ю. В. Никитина, Е. В. Топникова, О. В. Лепилкина, О. Г. Кашникова // Пищевые системы. – 2021. – Т. 4, № 2. – С. 144 – 153.
3. Зюзина, О. В. Исследование технологических параметров гидролиза молочного сахара / О. В. Зюзина // Материалы XI Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием. – Тамбов, 2024. – С. 193 – 195.

Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ

УДК 628.336.6

*Т. К. Петров**

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ РАВНОВЕСНОЙ АДсорбЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

При анализе результатов численных расчетов процессов получения высокочистых газов, в частности, водорода, как правило, рассматривают влияние учета тепловых эффектов, условий массообмена, размерности модельного пространства на точность получаемых решений [1, 2]. Вопросы точности определения коэффициентов, входящих в уравнения модели или других используемых уравнений связи, в частности, уравнения состояния, исследуются существенно реже.

Целью данной работы является изучение влияния вида применяемого уравнения состояния на точность расчета давления адсорбции и, соответственно, точность расчета величины равновесной адсорбции $a^*(P_g, T_g)$, где P_g – давление адсорбции, Па, T_g – температура адсорбции, Па.

Используемые уравнения для описания состояния газов и смесей исходят из различных допущений. Газовая фаза может рассматриваться как идеальный или реальный газ. Уравнение состояния идеального газа имеет вид

$$P_g V_g = n_g R T_g, \quad n_g = m_g / M_g, \quad (1)$$

где V_g – объем газовой смеси, м³; n_g – количество газовой смеси, моль; m_g – масса газовой смеси, кг; M_g – молярная масса газовой смеси, кг/кмоль.

В моделях реальных газов предполагается, что частицы газа имеют внутреннюю структуру и протяженные размеры (частицы представляют собой эллипсоиды или сферы, соединенные упругими связями – например, двухатомные молекулы) [3].

В случае высоких давлений (более $5 \cdot 10^5$ Па) считается целесообразным применение полуэмпирического термического уравнения

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, доцента кафедры «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ» Е. И. Акулинина.

состояния Ван-дер-Ваальса, в котором учитывается притяжение между молекулами:

$$\left(P_g + \frac{A_1 n_g^2}{V_g^{*2}} \right) (V_g^* - A_2 n_g) = n_g R T_g, \quad (2)$$

где поправка A_1 учитывает силы притяжения между молекулами; поправка A_2 – суммарный объем молекул газа.

Наряду с уравнением Ван-дер-Ваальса может быть использовано уравнение Дитеричи для описания реальных газов, в которых частицы имеют конечные размеры и взаимодействуют друг с другом. Уравнение Дитеричи имеет вид

$$P_g = \frac{n_g R T_g}{V_g - n_g A_2} \exp \left(- \frac{n_g A_1}{R T_g V_g} \right). \quad (3)$$

Считается, что уравнение Дитеричи описывает состояние газа в области давлений менее $5 \cdot 10^5$ Па лучше, чем уравнение Ван-дер-Ваальса, а для областей высоких давлений непригодно [4].

Дальнейшие модификации уравнения (2) связаны с попытками улучшить точность описания поведения реальных газов, особенно в области двухфазных состояний. Например, предложено уравнение Редлиха–Квонга [5]:

$$P_g = \frac{n_g R T_g}{V_g - n_g A_2} - \frac{n_g^2 A_1}{T_g^{0.5} V_g (V_g + n_g A_2)}. \quad (4)$$

Анализ схем организации процессов адсорбционного разделения газов методом короткоциклового адсорбции (КЦА) и получения высокочистого водорода [6, 7] показал, что рабочие параметры процессов КЦА могут лежать в следующих пределах при разделении водородсодержащей газовой смеси: $T_g = [293...373]$; $P_g = [0,2...35] \cdot 10^5$ Па. Состав смеси может включать: CO_2 , CO , CH_4 , H_2 в концентрациях от десятых долей до десятков процентов.

Поскольку значение равновесной адсорбции a^* зависит от текущего P_g , точность расчета будем оценивать по величине максимального расхождения значений P_g , рассчитанных с использованием уравнений (1) – (4), по формуле

$$\Delta = (P^{\max} - P^{\min}) / P^{\min} \cdot 100\%, \quad (5)$$

где $P^{\max}$, $P^{\min}$ – максимальное и минимальное значение давлений, рассчитанных по формулам (1) – (4) для T_g , концентрации компонента c_i .

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

1. Результаты расчета давления водородсодержащей газовой смеси по различным уравнениям состояния

n_g , МОЛЬ	T_g , К	c , об. %	P_g , Па, рассчитанное по уравнению состояния				Δ , %
			(1)	(2)	(3)	(4)	
CO ₂							
35	293	50	1 903 367,5	1 897 068,2	1 905 169,8	1 898 045,3	0,43
	373		2 423 058,3	2 423 058,3	2 425 358,4	2 418 826,0	0,27
5	293		271 909,6	271 909,6	27 2167,1	271 149,3	0,38
	373		346 151,2	346 151,2	346 479,8	345 547,1	0,27
0,2	293		10 876,4	10 876,4	10 886,7	10 846,0	0,38
	373		13 846,0	13 846,0	13 859,2	13 821,9	0,27
CO							
35	293	20	761 347,0	760 966,0	761 609,6	761 253,7	0,08
	373		969 223,3	969 223,3	969 558,5	969 211,8	0,04
5	293		108 763,9	108 763,9	108 801,4	108 750,5	0,05
	373		138 460,5	138 460,5	138 508,4	138 458,8	0,04
0,2	293		4350,6	4350,6	4352,1	5539,8	0,03
	373		5538,4	5538,4	5540,3	4350,2	0,03
CH ₄							
35	293	20	761 347,0	760 736,7	761 636,5	761 024,7	0,12
	373		969 223,3	969 223,3	969 592,8	969 016,2	0,06
5	293		108 763,9	108 763,9	108 805,2	108 717,8	0,08
	373		138 460,5	138 460,5	138 513,3	138 430,9	0,06
0,2	293		4350,6	4350,6	4352,2	4348,7	0,08
	373		5538,4	5538,4	5540,5	5537,2	0,06
H ₂							
35	293	100	3 806 735,0	3 805 125,4	3 811 210,9	3 809 282,9	0,16
	373		4 846 116,5	4 846 116,5	4 851 828,8	4 849 588,1	0,12
5	293		543 819,3	543 819,3	544 458,7	544 183,3	0,12
	373		692 302,4	692 302,4	693 118,4	692 798,3	0,12
0,2	293		21 752,8	21 752,8	21 778,3	21 767,3	0,16
	373		27 692,1	27 692,1	27 724,7	27 711,9	0,07
	373	1384,6	1384,6	1384,7	1384,7	0,01	

может быть использовано при описании адсорбции CO , для подавляющего большинства случаев использования CH_4 , некоторых режимов для H_2 (табл. 1). Описание адсорбции CO_2 при заданных требованиях к чистоте водорода требует использования уравнения Ван-дер-Ваальса или Редлиха–Квонга.

Список литературы

1. To the problem of forming the equation system for pressure swing adsorption mathematical model. Chemical Product and Process Modeling / O. Golubyatnikov, E. Akulinin, S. Dvoretzky, D. Dvoretzky. – 2021.
2. Computational fluid dynamics modeling in a fixed adsorbent layer during separation of gas mixtures / E. I. Akulinin, O. O. Golubyatnikov, D. S. Dvoretzky, S. I. Dvoretzky // Journal of Physics: Conference Series. VI International Scientific and Practical Conference “Virtual Simulation, Prototyping and Industrial Design 2019, VSPID-2019”. – 2020. – P. 012004.
3. Белоконь, Н. И. Основные принципы термодинамики / Н. И. Белоконь. – М. : Недра, 1968. – 110 с
4. Сивухин, Д. В. Общий курс физики : в 2-х т. / Д. В. Сивухин. – 3-е изд., испр. и доп. – М. : Наука, 1990. – 592 с.
5. Redlich, O. On the three-parameter representation of the equation of state / O. Redlich // Industrial and Engineering Chemistry Fundamentals. – 1975. – V. 14, No. 3. – P. 257 – 260.
6. Современные подходы к разработке гибких короткоцикловых адсорбционных установок для разделения водородсодержащих газовых смесей / С. И. Дворецкий, Д. С. Дворецкий, Е. И. Акулинин и др. // Теоретические основы химической технологии. – 2024. – Т. 58, № 6. – С. 703 – 726.
7. Новый подход к разработке методологии интегрированного проектирования циклических адсорбционных процессов и установок разделения многокомпонентных газовых смесей / С. И. Дворецкий, Д. С. Дворецкий, И. А. Авцинов, Е. И. Акулинин // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2024. – Т. 30, № 3. – С. 364 – 387.

*Кафедра «Технологии и оборудование пищевых
и химических производств» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 537.9

*Р. Р. Батыршин, И. С. Лакунов, С. В. Щегольков**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ НА «НАСЫЩЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ»

Изучение взаимодействия света с полупроводниками является одним из важных вопросов современной физики. Создание мощных источников когерентного оптического излучения, а также полупроводниковых лазеров сделало данную проблему еще более актуальной и стимулировало развитие нового направления по исследованию взаимодействия полупроводников с сильным одночастотным электромагнитным полем. Одним из важнейших эффектов сильного поля является эффект насыщения поглощения, т.е. ослабления поглощения с ростом поля.

Описание взаимодействия полупроводника с сильным электромагнитным полем возможно с использованием замкнутой системы скоростных уравнений, представляющей собой уравнения для плотности фотонов N_Ω и концентрации электронов $\bar{f}[1]$:

$$\begin{aligned}\frac{\partial N_\Omega}{\partial t} &= -\alpha(\bar{f}, \Omega)N_\Omega - \frac{N_\Omega}{\tau_0}; \\ \frac{\partial \bar{f}}{\partial t} &= \alpha(\bar{f}, \Omega)N_\Omega - \frac{\bar{f}}{\tau_r}.\end{aligned}$$

Здесь τ_0 – время релаксации носителей заряда; τ_r – время рекомбинации неравновесных носителей. В этом приближении неравновесное состояние электронов характеризуется только квазиуровнем Ферми или связанной с ним концентрацией электронов $\bar{f}$.

Для определения коэффициента поглощения в сильных полях будем исходить из стационарных уравнений (1) и (2):

* Работа выполнена под руководством начальника цикла боевой подготовки Г. А. Лахно, Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный).

$$\frac{\bar{f}}{\tau_r} = \alpha(\bar{f})N_\Omega;$$

$$\alpha(\bar{f}) = \alpha_0 \left[1 - 2f \left(\frac{\Omega}{2} - E_F \right) \right],$$

где E_F – энергия Ферми.

Толщина образца считается малой, чтобы можно было пренебречь изменением N_Ω в пространстве.

Если скорость рождения электронов (дырок) $\alpha_0 N_\Omega$ превосходит скорость рекомбинации $\bar{f}/\tau_r$, то электроны (дырки) начинают заполнять дно c -зоны (потолок v -зоны) до квазиуровня Ферми (см. рис. 1) [1].

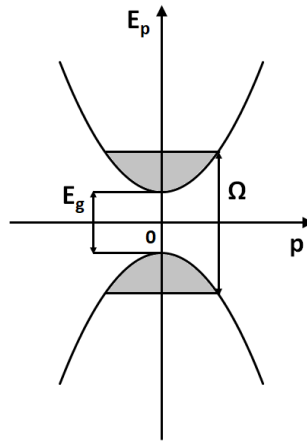


Рис. 1. Полупроводник в состоянии насыщения:

закрашенные области соответствуют неравновесным электронам и дыркам

Когда E_F приближается к $\Omega/2$, функция $f(\Omega/2 - E_F)$ стремится к $1/2$, а $\alpha(\bar{f})$ – к нулю. Если бы рекомбинация отсутствовала полностью, то поглощение стало бы равно нулю и выполнялись бы соотношения [1]

$$\frac{\Omega}{2} = E_F^{(0)}; f \left(\frac{\Omega}{2} - E_F^{(0)} \right) = \frac{1}{2}; \alpha(\bar{f}, \Omega) = 0.$$

Отсутствие поглощения связано с тем, что числа электронных переходов их v -зоны в c -зону и обратно в точности одинаковы, так как

$$f_c \left(\frac{\Omega}{2} - E_F^{(0)} \right) = \frac{1}{2}.$$

Таким образом, эффект насыщения в этом приближении обусловлен заполнением электронами состояний до энергии, соответствующей энергии перехода. Он аналогичен эффекту Бурштейна, но на неравновесных электронах.

Учтем теперь рекомбинацию. Очевидно, что равенства (5) заменяются следующими:

$$\frac{\Omega}{2} \gg \frac{\Omega}{2} - E_F > 0; \quad f\left(\frac{\Omega}{2} - E_F\right) \leq \frac{1}{2}.$$

Концентрация электронов стремится к предельному значению $\bar{f}_0$ [1]:

$$\bar{f}_0 = \sum_p f(E_F^{(0)}).$$

Учитывая (3), из (8) находим

$$\alpha = \frac{\bar{f}_0}{\tau_r N_\Omega} \quad \text{при} \quad \alpha_0 N_\Omega \gg \frac{\bar{f}_0}{\tau_r},$$

т.е. α уменьшается с ростом N_Ω : $\alpha \sim N_\Omega^{-1}$. Соответственно Q стремится к постоянному пределу (рис. 2) [1]:

$$Q_0 = \frac{\bar{f}_0}{\tau_r}.$$

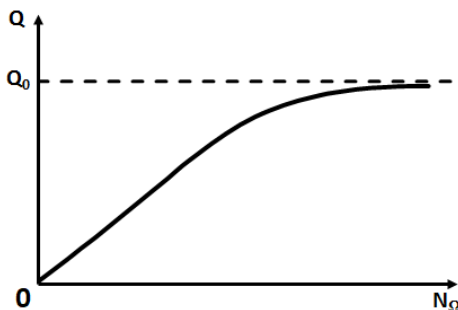


Рис. 2. Зависимость поглощаемой в единицу времени энергии Q от плотности фотонов

Для экспериментального исследования зависимости коэффициента поглощения $\alpha(\Omega)$ от мощности электромагнитного излучения P использовался GaAs ($E_g = 1,5$ эВ, $N_{im} \leq 4 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$). Эксперимент

проводился на азотном криостате при температуре $T = 77$ К. В качестве источника использовался GaAsP, частота излучения $\Omega = 1,5$ эВ, полная мощность источника излучения 1,9 Вт. Площадь облучаемой поверхности $7,3 \cdot 10^{-6} \text{ см}^2$, а полная мощность составила $3 \cdot 10^5 \text{ Вт/см}^2$. На рисунке 3 представлена зависимость коэффициента поглощения от мощности электромагнитного поля. Видно, что начиная с мощности $6 \cdot 10^4 \text{ Вт/см}^2$ $\alpha(\Omega)$ уменьшается в соответствии с выражением (9).

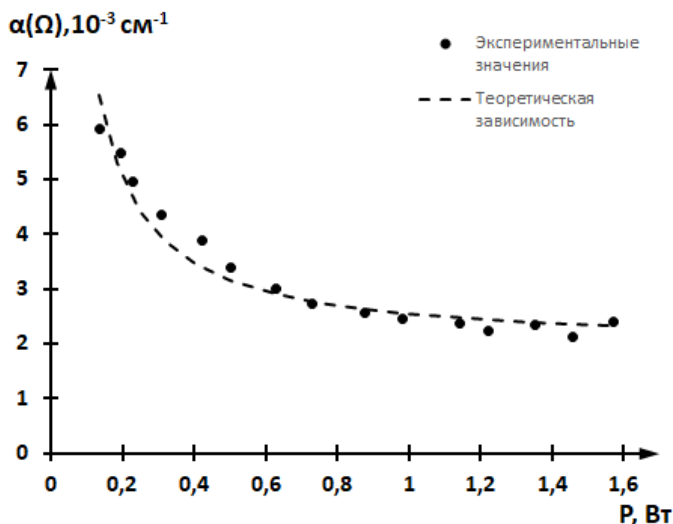


Рис. 3. Эффект насыщения поглощения – уменьшение коэффициента поглощения α с ростом мощности P . Экспериментальные значения представлены черными точками, теоретическая зависимость представлена черной пунктирной линией

При больших интенсивностях дальнейшее уменьшение α замедляется из-за начала генерации в облучаемом образце. В ходе эксперимента также измерялась концентрация неравновесных электронов $\bar{f}$. После достижения значения $\bar{f} = 5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$ концентрация оставалась постоянной в соответствии с теорией.

Список литературы

1. Галицкий, В. М. Резонансное взаимодействие электромагнитных полей с полупроводниками / В. М. Галицкий, В. Ф. Елесин. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 192 с.

2. Spontaneous and stimulated Carrier Lifetime in High-Purity, Surface-Free GaAs Epitaxial Layer / P. Dapkus, H. Holonyak, R. J. Nolson, et al. // J. Appl. Phys. – 1970. – V. 41. – P. 4194 – 4199.

3. Ландау, Л. Д., Квантовая механика / Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц. – М : Физматгиз, 1963. – 704 с.

*Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ
(учебный и испытательный)*

УДК 629.4.052.3

В. К. Ведерников, Е. Н. Мизев*

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРИЕМА ПОТОКОВОГО ВИДЕОВЕЩАНИЯ

Одной из ключевых особенностей современных технических устройств является передача видеопотока в режиме реального времени. Однако качество и стабильность такого видеовещания критически зависят от используемых радиотехнических систем, которые часто сталкиваются с проблемами помех, задержек и ограниченной пропускной способности каналов связи. Поэтому разработка специализированного программно-аппаратного обеспечения для радиотехнического комплекса, обеспечивающего прием и обработку потокового видео, представляет собой актуальную задачу.

Существующие решения, такие как аналоговые системы или стандарты цифровой передачи, не всегда удовлетворяют требованиям по низкой задержке, устойчивости к помехам и адаптивности в динамически меняющихся условиях. Это особенно важно в профессиональных сценариях, где даже кратковременный сбой видеопотока может привести к потере контроля над устройством или критическим ошибкам в данных.

Целью данного исследования является создание программно-аппаратного обеспечения, предназначенного для приема и декодирования видеопотоков с технических устройств, обеспечивающего мини-

* Работа выполнена под руководством начальника цикла боевой подготовки С. М. Каданцева, Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ (учебный и испытательный).

мальную задержку, высокую надежность и адаптацию к переменным параметрам радиоканала, кроме того, система должна быть совместима с различными типами оборудования и поддерживать интеграцию со станциями управления.

Первостепенной задачей радиотехнического комплекса является непрерывный прием в различных диапазонах потокового видеовещания, преобразование полученного сигнала в трансляцию и отправка на рабочее место оператора. Остальными задачами являются:

- обеспечение стабильного приема видеопотока в условиях динамически меняющейся электромагнитной среды, включая подавление помех, борьбу с затуханием сигнала и минимизацию пакетной потери данных;
- декодирование видеоданных в реальном времени с использованием современных кодеков для сохранения качества изображения при низкой пропускной способности канала;
- снижение задержки передачи данных;
- интеграция с различными типами радиооборудования через универсальные интерфейсы, обеспечивающие совместимость с разнородным оборудованием;
- мониторинг и диагностика состояния системы в реальном времени, включая анализ качества сигнала, обнаружение сбоев и автоматическое восстановление соединения.

Эти задачи направлены на создание надежной, гибкой и высокопроизводительной системы, способной работать в сложных эксплуатационных условиях.

Аппаратно-программный модуль радиотехнического комплекса проверяет наличие радиосигнала в заданных диапазонах или же настраивается на определенную частоту, указанную оператором.

При выявлении сигнала видеопотока аппаратно-программный модуль отправляет полученный поток на регистратор.

От регистратора данные отправляются прикладным протоколом на программное обеспечение оператора комплекса. Данный модуль в свою очередь осуществляет взаимодействие с аппаратно-программным модулем, отправляет команды изменения исследования диапазона частот, тип обхода и т.п. Модули радиотехнического комплекса осуществляют взаимодействие через общий коммутатор.

Радиотехнический комплекс состоит из следующих блоков:

- аппаратно-программный модуль – необходим для обнаружения видеопотока в заданном диапазоне;
- регистратор – применяется для разбора принятого видеопотока;

- программное обеспечение – используется для отображения принятого видеопотока, а также позволит пользователю управлять радиотехническим комплексом с помощью графического интерфейса;
- коммутатор – необходим для организации сетевого взаимодействия всех модулей.

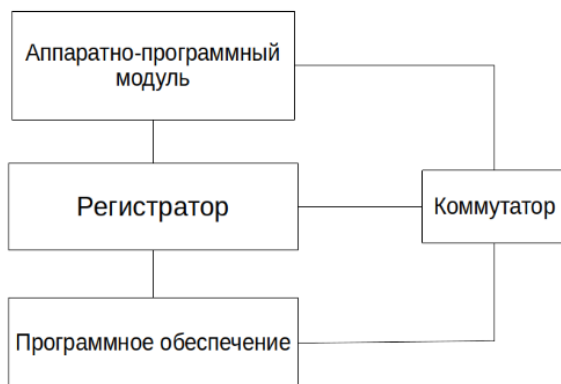


Рис. 1. Модульная структура радиотехнического комплекса

Основной процесс работы заключается в настройке пользователем необходимого диапазона частоты сканирования через графический интерфейс, передаче по общей сети параметров работы аппаратно-программному модулю, приему найденных и разобранных видеоданных на экране пользователя.

Функциональные блоки комплекса:

- блок управления – центральный модуль проекта, с помощью него управляются остальные блоки проекта;
- блок графики – блок, отвечающий за создание интерфейса программы;
- блок работы с трансляциями – модуль, отвечающий за отображение получаемых от комплекса видеоданных;
- блок данных – модуль, отвечающий за хранение рабочей информации комплекса;
- блок логирования – запись и мониторинг всех проводимых операций в комплексе;
- блок операций – блок отправки сигналов управления между модулями аппаратно-программного обеспечения и программным обеспечением оператора.

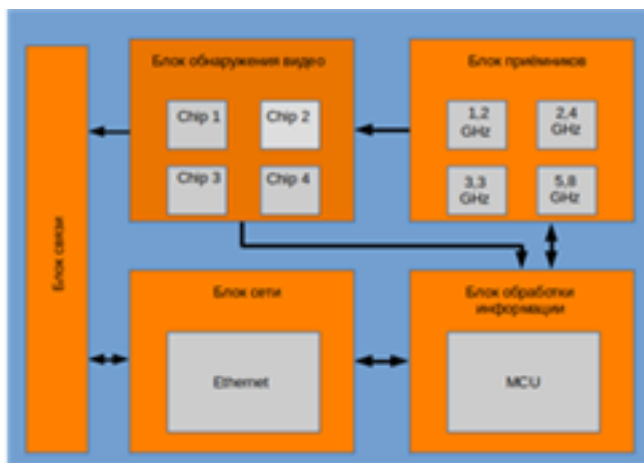


Рис. 3. Блочная структура аппаратно-программного модуля

На рисунке 3 представлена блочная структура аппаратно-программного модуля. Аппаратно-программный модуль состоит из следующего набора блоков:

- блок связи – используется для передачи видеосигнала с приемников, а также для организации взаимодействия блока с другими блоками через блок сети;
- блок приемников – состоит из четырех приемников радиосигнала, работающих на различных частотах;
- блок обнаружения видео – состоит из четырех микросхем, позволяющих детектировать наличие видео на каждом из приемников и генерирующих необходимые сигналы для блока обработки информации;
- блок сети – используется для передачи информации о работе блока и настройке его работы с помощью внешних устройств;
- блок обработки информации – необходим для конфигурации приемников, обработки получаемых сигналов от модуля обнаружения видео и обмена информацией с блоком сети.

В качестве вычислительного блока применяется микроконтроллер STM32F401. Для организации взаимодействия микроконтроллера с внешними устройствами применяется микросхема W5500, входящая в состав модуля WizNet5500 Lite. W5500 – это аппаратный Ethernet контроллер с интегрированным TCP/ip-стеком, поддержкой DHCP и DNS. Связь с микроконтроллером осуществляется по SPI-интерфейсу.

На рисунке 4 представлена принципиальная схема блока обнаружения видео.

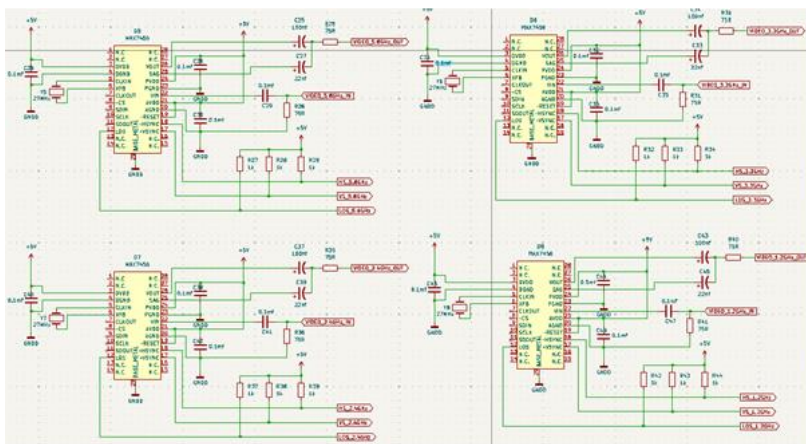


Рис. 4. Принципиальная схема блока обнаружения видео

Блок обнаружения видео состоит из 4 микросхем $\mu\text{A}7456$ с необходимой для ее функционирования обвязкой. Питательное напряжение для работы устройства и приемники радиосигнала подключаются через специализированные разъемы.

В данной статье была описана общая структура радиотехнического комплекса и его составляющих. Данный радиотехнический комплекс отличается от аналогов наличием широкого диапазона сканирования с минимальными задержками при поиске и передаче видеопотока, что делает его наиболее универсальным и эффективным при встраивании его в системы, для которых необходима работа с видеопотоком в реальном времени.

Межвидовой центр подготовки и боевого применения войск РЭБ
(учебный и испытательный)

УДК 69.003.12

*А. А. Пашутин, Е. Б. Кольго**

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ВЕДОМОСТИ ОБЪЕМОВ РАБОТ

Логическим завершением выполнения проектной документации является составление ведомости объемов работ (ВОР), которая в свою очередь является основанием для составления сметной документации. И на данном этапе возникает один из критических вопросов, влияющий на дальнейший процесс проектирования, сроки окончания проектных работ и в целом на общий уровень эффективности разработки проектно-сметной документации: «Кто должен составлять ВОР? Инженер-проектировщик или сметчик?». В большинстве проектных организаций принято, что ВОР составляет сметчик. Определенная логика в этом есть, так как сметчик при составлении ВОР ориентируется на формулировки расценок, приведенных в ГЭСНах, а также понимает, в каких единицах измерения требуется считать объем. Однако, для того чтобы корректно составить ВОР, ему требуется досконально изучить проект, разобраться во всех принятых инженером-проектировщиком проектных решениях, что является неэффективным с точки зрения трудозатрат, в частности, и организации процесса разработки проектно-сметной документации в целом. Поэтому правильнее и намного эффективнее с позиции организации работ по составлению проектно-сметной документации поручать составление ВОР инженеру-проектировщику, который, условно говоря, находится внутри проекта и знает все нюансы.

Форма ВОР (рис. 1), строго регламентирована и, согласно последним нормативным актам, должна предоставляться в органы государственной экспертизы в xml-формате.

Существует три варианта составления ВОР. Первый вариант реализуется в программном комплексе ГРАНД-Смета. В зависимости от того, кто в организации составляет ВОР, он может быть реализован двумя способами.

* Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. В. Ерофеева.

– недостаточная детализация работ (сметчику приходится додумывать, какие работы подразумевались проектировщиком под обобщенным термином, или же приходится дополнительно изучать технологию производства работ, что увеличивает время составления смет);

– некорректно с позиции ГЭСН указываются единицы измерения (сметчику приходится делать перерасчеты, опираясь на проектную документацию, что также приводит к потере времени. Для исключения подобного рекомендуется приводить объемы работ в нескольких единицах измерения);

– отсутствие указания на тип и марку используемого материала или оборудования, возможность использовать аналог;

– отсутствие расхода нестандартного для ФСНБ материала.

Список литературы

1. Ковалев, Н. С. Изменения функционального назначения здания путем его реконструкции на примере приспособления объекта под нужды мирового суда / Н. С. Ковалев, А. В. Ерофеев, Е. Б. Кольго // Современные проблемы материаловедения : сб. науч. тр. VI Междунар. науч.-практ. конф., Липецк, 27 февраля 2025 года. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2025. – С. 56 – 64.

2. Аллан, Х. М. Я. А. Специфика функционально-планировочного зонирования традиционных жилых строений городов / Х. М. Я. А. Аллан, В. А. Михайлов, А. В. Ерофеев // Современные проблемы строительной науки : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Липецк, 08 – 10 февраля 2017 года. – Липецк : Липецкий государственный технический университет, 2017. – С. 225 – 231.

3. Ильин, Е. А. Причины и следствия снижения эстетических качеств внешнего вида промышленных зданий, окрашенных лакокрасочными составами / Е. А. Ильин, А. В. Ерофеев, В. П. Ярцев // Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн : материалы IV Междунар. науч.-практ. конференции, Тамбов, 15 – 17 ноября 2017 года. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. – Вып. 4, Т. III. – С. 16 – 20.

Кафедра «Конструкции зданий и сооружений» ФГБОУ ВО «ТГТУ»

УДК 658.562

*Е. Г. Буданцева, В. В. Брыксина, С. С. Гайнутдинова**

**ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ
ПЛОДОВ ЯБЛОНИ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ
ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ**

Агропромышленный комплекс России – ключевая государственная сфера, объединяющая более 60 отраслей, связанных с производством и переработкой сельхозпродукции. Продовольственный рынок – важный сектор экономики и часть национальной и техногенной безопасности, обеспечивающий независимость и здоровье населения [1].

Важным направлением АПК является выращивание яблок. Перед закладкой на хранение и продажей каждая партия яблок проходит обязательный контроль качества. Требования к состоянию плодов определяются сортом, цветовой группой и дальнейшим назначением. Эти критерии установлены в нормативных документах: ГОСТ 34314–2017, ГОСТ Р 50528–93, ГОСТ 27819–88, а также в ТР ТС 021/2011, поскольку яблоки относятся к пищевой продукции. Дополнительно рекомендуется соблюдать стандарты, принятые в странах Таможенного союза и СНГ.

Оптимальные сроки сбора яблок определяются по совокупности различных критериев, одними из которых являются биохимические параметры, например количественное содержание хлорофилла, крахмала и др. Можно выделить три основные степени зрелости плодов: съемная, техническая и потребительская.

Одним из методов определения степени зрелости яблока является йод-крахмальная проба. При нанесении раствора йода на разрез плода наблюдается синее окрашивание мякоти в результате реакции йода с крахмалом (рис. 1).

Интенсивность этой реакции служит прямым показателем степени зрелости по специальной шкале. Для длительного хранения плоды большинства сортов снимают при 3–4 баллах, для перевозки и реализации при 1–2 [2].

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Мехатроника и технологические измерения» ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. Г. Дивина.



Рис. 1. Оценивание содержания крахмала

Своевременный сбор яблок при оптимальной зрелости и их оперативная закладка на хранение критически важны для сохранения качества продукции. Это создает предпосылки для внедрения систем машинного зрения, способным классифицировать яблоки по степени зрелости и другим параметрам, влияющим на лежкость и потребительские свойства. Для большей части овощей и плодов считается характерным процесс расщепления хлорофилла, а также синтез каротиноидов по мере их созревания. Поэтому зависимости спектральных кривых плодов одного сорта являются аналогичными, а отличия выявляются в абсолютных значениях коэффициента отражения только в видимой области [3].

В ходе исследования по разработке неразрушающего метода контроля зрелости яблок был проведен эксперимент по установлению корреляции между спектральными характеристиками плодов и их степенью зрелости. 16.09.2025 на агрофирме «Тамбовское яблоко» были отобраны 40 яблок сорта «Лигол». Для создания эталона сравнения использовалась йод-крахмальная проба с оценкой по 10-балльной шкале, что позволило зафиксировать степень зрелости каждого образца – от максимального содержания крахмала до его полного отсутствия. На следующем этапе образцы исследовались с помощью гиперспектральной камеры SPECIM FX10, которая проводила линейное сканирование в диапазоне 400...1000 нм по 226 каналам.

Для обеспечения стабильных условий использовалось искусственное освещение галогенными лампами, а спектры регистрировались с различных участков поверхности яблока.

В результате была получена обширная база спектральных данных, соответствующих разным стадиям зрелости. Анализ выявил четкие закономерности: по мере снижения концентрации крахмала в спектрах наблюдались системные изменения. Ключевыми маркерами зрелости стало увеличение отражаемого излучения на длинах волн 458 и 678 нм, связанное с разрушением хлорофилла [4].

Построенные графики показали, что каждой степени созревания соответствует уникальная спектральная сигнатура (рис. 2). Эксперимент подтвердил возможность создания математической модели для неразрушающей оценки зрелости плодов, что перспективно для автоматизации сортировки и определения сроков сбора урожая.

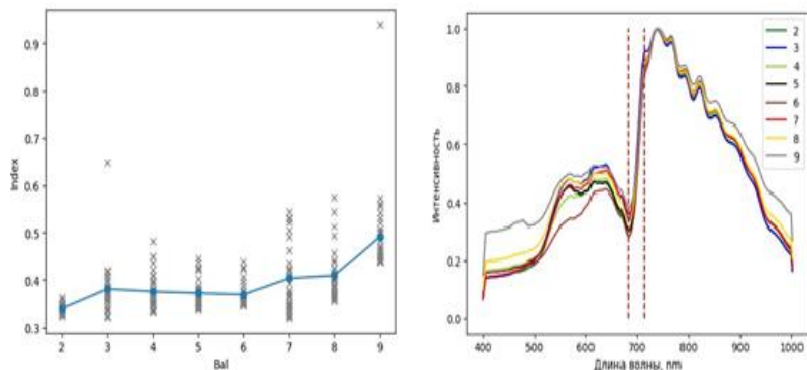


Рис. 2. Индекс хлорофилла с сопутствующими графиками спектров

В проводимом эксперименте предложено решение существующей проблемы обеспечения качества яблок, поставляемых на хранение, а впоследствии – потребителю, с помощью спектрального анализа. Анализ выполняется с использованием камеры, работающей на основе обработки гиперспектральных изображений, получаемых системой технического зрения в видимом и инфракрасном диапазонах оптического излучения.

Благодаря решению данной проблемы открывается перспектива обеспечения более длительного хранения яблок с уменьшением потерь качества, что позволит повысить имидж российского плодового под-комплекса АПК и его конкурентоспособность на мировом рынке.

Список литературы

1. Татаров, Е. Б. Агропромышленный комплекс России: современное состояние и тенденции развития / Е. Б. Татаров, Н. Б. Морозова // Международный научный журнал «Символ науки». – 2024. – № 4-2-1. – С. 105 – 109.
2. Шештанов, Г. А. Определение съемной зрелости яблок / Г. А. Шештанов, И. К. Куцева // Юный ученый. – 2017. – № 1(10). – С. 115 – 117.
3. Жиркова, А. А. Алгоритмическое обеспечение информационно-измерительных систем для классификации и контроля качества яблок : дис. ... канд. техн. наук / А. А. Жиркова. – Тамбов, 2023. – 120 с.
4. Родиков, С. А. Методы и устройства анализа зрелости яблок / С. А. Родиков. – М. : Физматлит, 2009. – 211 с. – URL : <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=68821> (дата обращения: 10.10.2025).

*Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

*А. В. Нечаева, Е. Б. Аустова, С. С. Гайнутдинова**

ПРИМЕНЕНИЕ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ КАЧЕСТВА В АГРОБИЗНЕСЕ

Выращивание плодовых культур является стратегической целью для достижения техногенной безопасности и устойчивого развития нашей страны. В настоящее время яблони – самые распространенные плодовые растения в РФ. Развитие садоводства в агропромышленном комплексе (АПК) России направлено на достижение полной самообеспеченности яблоками к 2028 году и увеличение производства до 2,7 млн т к 2030 году с текущим уровнем около 87% [1].

Управление в агропромышленном комплексе – это сложный многоуровневый процесс, поэтому успешность бизнеса в данной области обеспечивается эффективными системами управления. Одним из элементов такой системы является внутренний аудит как инструмент, позволяющий оперативно выявлять возможности развития, риски и угрозы в организациях и предприятиях АПК [2].

Но для того, чтобы этот инструмент помогал в принятии обоснованных управленческих решений, а не приносил дополнительную нагрузку на бизнес, он тоже должен быть эффективным и отвечать современным техническим и технологическим требованиям, иметь оперативную аналитику и актуальные данные.

В ходе своей работы в садоводческом предприятии внутренний аудитор выполняет определенные задачи, некоторые из которых представлены в табл. 1. Деятельность аудиторов регулируется стандартом ГОСТ Р ИСО 19011–2021 [3].

Ключевым направлением деятельности во внутреннем аудите садоводческих предприятий выступает оценка системы управления рисками. Организации, занимающиеся выращиванием плодовых культур, сталкиваются со специфическими рисками, которые негативно сказываются на качестве продукции.

Воздействие вредителей и механических повреждений создают неприятные условия для развития патогенной микрофлоры. В результате естественного старения плодов повреждения тканей и технологических ошибок возникают физиологические заболевания.

* Работа выполнена под руководством доктора технических наук, профессора кафедры «Мехатроника и технологические измерения» ФГБОУ ВО «ПГТУ» А. Г. Дивина.

1. Задачи внутреннего аудитора системы менеджмента качества

№	Задачи
1	Подготовка программы и плана аудита
2	Анализ документации
3	Проведение предварительных совещаний с сотрудниками
4	Проверка наличия обязательных записей и документов
5	Оценка качества обязательных записей и документов
6	Поиск резервов для улучшения и оптимизации
7	Наблюдение за деятельностью персонала

Загрязнение почвы, водоемов, растений и плодов тяжелыми металлами, пестицидами, радиоактивными веществами и другими токсичными соединениями приводит к недобору урожая, ухудшению его качества и снижению плодородия почвы. Резкие перепады температур и избыточная влажность существенно снижают урожайность. Несоблюдение оптимальных сроков сбора приводит к перезреванию плодов, потере их лежкости и ухудшению товарных качеств. Падалица, оставшаяся на дереве, становится источником распространения вредителей.

По нашему мнению, программный комплекс с использованием ИИ-технологий может стать катализатором в процессе внутреннего аудита организаций и компаний АПК. Он анализирует огромные массивы данных, выявляет риски, аномалии и автоматически представляет результаты.

Сельское хозяйство вошло в перечень приоритетных отраслей для внедрения ИИ. В отрасли 12% предприятий уже используют «умные» технологии и еще более трети планируют их внедрять. Цифровая зрелость в АПК по расчетам НИУ ВШЭ по данным Минсельхоза России, Минцифры России к 2030 году составит 100% (рис. 1) [4].

Одним из примеров решений на базе искусственного интеллекта для повышения эффективности внутреннего аудита может служить разработка компании «Агроинтеллект». Ознакомившись с их проектом и проанализировав работу продуктов, представленных на официальном сайте «Агроинтеллект», мы решили разработать свою систему управления садом «ИНТЕЛЛиЯ».

Аналитическая платформа с использованием ИИ-технологий «ИНТЕЛЛиЯ» для аудиторов плодовых хозяйств позволяет им идентифицировать и оценивать риски, тем самым повышая эффективность внутреннего аудита.

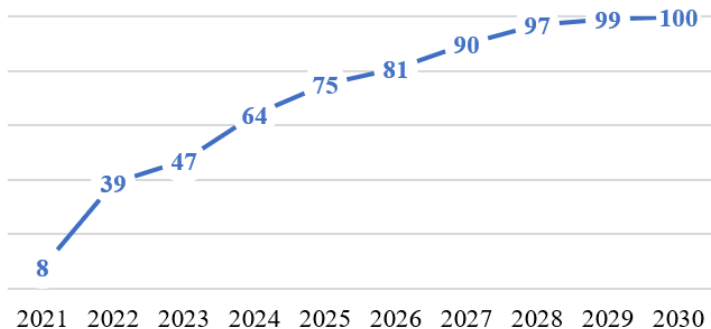


Рис. 1. Прогноз достижения цифровой зрелости в АПК (в процентах)

Сервис без участия человека собирает данные со всех цифровых источников, предоставляет в онлайн-режиме аналитику по различным показателям и подсказывает сотрудникам, с чем необходимо провести работу и позволяет сформировать объективное заключение о результатах проверки и предоставить информацию для принятия управленческих решений.

В интерфейс платформы в виде интерактивного списка задач будет интегрирован практический чек-лист. Аудитор отмечает выполненные пункты, система автоматически подгружает актуальные данные и отчеты в графу «Данные и аналитика», а также сохраняет историю проведенных аудитов для анализа динамики.

Работа по этому проекту продолжается и апробируется на базе плодового хозяйства высокой интенсивности ООО «Тамбовское яблоко».

Таким образом, в современных условиях достижения аграрным сектором России стратегических целей по достижению техногенной безопасности и устойчивого развития традиционные методы внутреннего аудита требуют кардинального пересмотра. Эффективный аудит в садоводстве, сопряженном с многочисленными специфическими рисками, должен быть не просто контрольной процедурой, а интегрированной в бизнес-процессы системой поддержки принятия решений.

Внедрение технологий искусственного интеллекта, как это реализовано в платформе «ИНТЕЛЛИЯ», позволяет трансформировать внутренний аудит в превентивный инструмент. Автоматизация сбора данных, непрерывный мониторинг и предиктивная аналитика дают возможность не только выявлять отклонения, но и прогнозировать и предотвращать риски.

Предложенный чек-лист служит практическим руководством, структурирующим этот процесс и обеспечивающим комплексный охват

всех критически важных зон. Такой подход способствует значительному повышению прозрачности, управляемости и, как следствие, рентабельности садоводческого бизнеса в целом.

Список литературы

1. Россия планирует выйти на полную самообеспеченность яблоками к 2028 году // поле.рф. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://поле.рф/journal/publication/rossiya-planiruet-vyyiti-na-polnuu-samo-obespechennost-yablokami-k-2028-godu> (дата обращения: 25.09.2025).

2. Берсенева, Н. С. Инновационный аудит: сущность, проблемы и перспективы развития / Н. С. Берсенева // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования : сб. науч. тр. по материалам Междунар. науч.-практ. конф. проф.-преп. состава. – СПб. : Изд-во СПбГАУ, 2014. – С. 8 – 11. – Ч. II.

3. ГОСТ Р ИСО 19011–2021. Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента.

4. Железный нянь. Как ИИ помогает животноводам // sber.pro. – [Электронный ресурс]. – URL : <https://sber.pro/publication/zheleznii-nyan-kak-ii-pomogaet-zhivotnovodam/> (дата обращения: 27.09.2025).

*Кафедра «Мехатроника и технологические измерения»
ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

УДК 004.056:62-78

*А. А. Стрельникова**

ПРЕСТУПЛЕНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ УГРОЗУ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Современные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) занимают центральное положение в развитии цивилизации, становясь основой существования современного общества и экономических отношений. Внедрение цифровых технологий обеспечивает существенный прогресс в производственной сфере, ускоряет передачу информации, повышает комфорт жизни. Однако наряду с преимуществами активное использование ИКТ влечет за собой появление новых угроз, среди которых особо выделяются преступления, непосредственно затрагивающие функционирование технологических систем и инфраструктуру, что ставит под удар техногенную безопасность.

Техногенная безопасность включает широкий спектр аспектов, касающихся поддержания устойчивого функционирования социально-экономических и природных систем. Она охватывает охрану окружающей среды, снижение рисков чрезвычайных происшествий, предупреждение аварий и ликвидацию их последствий [1]. Именно поэтому обеспечение устойчивости технологических систем имеет первостепенное значение для общества и государства. Распространенность и доступность цифровых технологий делают их привлекательной мишенью для различного рода преступных действий, направленных на нарушение нормального функционирования техносферы.

*Работа выполнена под руководством кандидата технических наук, доцента кафедры «Уголовное право и прикладная информатика в юриспруденции» ФГБОУ ВО «ТГТУ» А. В. Селезнева.

Проблема преступлений в сфере информационно-коммуникационных технологий приобретает особую значимость ввиду стремительного роста технологического прогресса современного общества. Статистические данные последнего десятилетия свидетельствуют о резком увеличении числа киберпреступлений, многие из которых связаны с нарушениями работы инфраструктур, поддерживающих эффективное функционирование национальной экономики.

Особое внимание привлекает класс преступлений, воздействующих на стабильность технологических процессов и целостность инфраструктуры. Этот род преступлений создает значительные угрозы возникновения техногенных аварий и масштабных катастроф, последствия которых могут оказаться непредсказуемыми и иметь далеко идущие негативные последствия как для отдельных граждан, так и для государства в целом. А значит, безопасность информационных систем становится ключевым фактором обеспечения устойчивого социально-экономического развития страны и защиты ее от возможных угроз и рисков, возникающих вследствие преступных действий злоумышленников в цифровой среде.

Данные Positive Technologies за период с декабря 2021 года по июнь 2022 года выявили 68% атак, основанных на обмане личности, направленных на выдачу себя за доверенное лицо или бренд. Согласно отчетам Касперского, 105 миллионов атак на устройства Интернета вещей происходят с 276 000 уникальных IP-адресов. Киберпреступники используют сеть для заражения смарт-устройств для проведения DDOS-атак, в качестве прокси-серверов [2].

Еще одним важным направлением являются нарушения безопасности критической инфраструктуры, относящейся к энергосистемам, телекоммуникациям, транспорту и прочим отраслям, чья работа необходима для нормальной жизнедеятельности общества. Атаки на подобные объекты приводят к серьезным последствиям: разрушению инфраструктуры, массовым отключениям электроэнергии, остановке движения поездов и самолетов, прекращению подачи воды и тепла населению. Данные инциденты оказывают негативное влияние на здоровье и безопасность граждан, ухудшают условия проживания и нарушают нормальный ход трудовой деятельности.

Следующая категория преступлений в сфере ИКТ связана с защитой интеллектуальной собственности и коммерческой тайны. Высокий

темпы научно-технического прогресса и увеличение объема интеллектуальных активов способствуют увеличению интереса злоумышленников к подобным сведениям. Получение несанкционированного доступа к результатам научной деятельности, проектам инновационных разработок и коммерческим тайнам приносит огромные выгоды преступникам, однако одновременно вызывает серьезные негативные последствия для экономики и общества в целом. В качестве примера можно привести событие 2018 года, когда китайские хакеры незаконно получили доступ к серверам американской компании General Electric Aviation и похитили секретные исходные коды, а также документацию проекта авиационного двигателя LEAP, используемого на самолетах Boeing 737 MAX и Airbus A320neo. Инцидент привел к крупным финансовым потерям и утрате конкурентных позиций компании.

Особую тревогу вызывает тот факт, что киберпреступность, совершаемая преступниками, находящимися вне пределов территории конкретного государства, нередко носит международный характер. Сложность расследования подобных преступлений обусловлена отсутствием согласованной правовой базы и достаточного уровня международного сотрудничества в рамках борьбы с киберпреступностью. Проблемы привлечения к уголовной ответственности лиц, находящихся за пределами конкретной страны, зачастую оказываются трудноразрешимыми, что ограничивает способность государств защищать свою территорию и население от разрушительных последствий киберпреступлений.

Обеспечение стабильности и защищенности технологической среды требует комплексного подхода, объединяющего совершенствование правовых норм, проведение управленческих мероприятий и внедрение инженерных решений [3]. Основой является создание соответствующей правовой базы, регламентирующей применение цифровых технологий и устанавливающей четкую ответственность за преступления. Законодательство должно своевременно адаптироваться к современным вызовам и предусматривать соответствующие санкции для нарушителей.

Среди организационных мер можно выделить разработку единых стандартов информационной безопасности, усиленный контроль за их соблюдением и повышение уровня квалификации сотрудников,

обрабатывающих большие объемы персональных данных и обеспечивающих функционирование объектов техносферы. Одну из важных ролей также играет тесное сотрудничество государства с представителями бизнеса и науки, направленное на выявление потенциальных угроз и минимизацию рисков.

Безусловно, техническое оснащение критически значимых предприятий представляет собой практически ключевую составляющую современных систем безопасности. Актуальными инженерными решениями целесообразно назвать специальные ПО для защиты данных, способы биометрической аутентификации, использование криптосистем. Подобные идеи способствуют снижению вероятности какой-либо кибератаки и уменьшению последствий возможных инцидентов.

Кроме того, при внедрении Интернета вещей необходимо учитывать риски кибератак и сразу принимать соответствующие меры. Следует подчеркнуть, что анализ рисков должен учитывать особенности отрасли и специфику конкретного производства. Это позволит обнаружить слабые места и укрепить защиту гораздо раньше, чем произойдет происшествие, которое может нести серьезные негативные последствия.

Научные исследования в области информационной безопасности и криминалистического анализа киберпреступлений приобретают огромное значение в настоящее время. Ученые работают над методологией оценки угроз и профилактики преступлений в сфере техногенной безопасности [4]. Реализация федеральных целевых программ, поддержка инициатив научных коллективов и подготовка профессиональных кадров обеспечивают долговременную стабильность и высокую степень защиты технологической инфраструктуры.

В заключение стоит отметить, что борьба с преступлениями в сфере информационно-коммуникационных технологий является одной из приоритетных задач современного общества. Устойчивость технологической инфраструктуры определяет безопасность общества и экономику страны, поэтому требуются скоординированные усилия государства, сектора бизнеса и научного сообщества для минимизации рисков и устранения угроз, вызванных этими преступлениями. Решение этой сложной задачи возможно лишь при условии комплексного подхода, учитывающего опыт предыдущих поколений исследователей, и используя передовые научные методики и технологии.

Список литературы

1. Рассолов, И. М. Право и Интернет. Теория кибернетического права : монография / И. М. Рассолов. – 3-е изд. – М. : Норма, 2021. – 303 с.
2. Платенкин, А. В. Обзор киберпреступлений и видов кибератак при использовании технологии интернета вещей / А. В. Платенкин // Уголовно-процессуальное и технико-криминалистическое обеспечение для борьбы с киберпреступлениями в современном обществе : сб. науч. тр. I Всерос. науч.-практ. конф. – Тамбов, 2022. – С. 157 – 162.
3. Яшин, А. В. Современные проблемы противодействия киберпреступлениям в Российской Федерации / А. В. Яшин // Вестник Пензенского государственного университета. – 2023. – № 2. – С. 58 – 62.
4. Корабельников, С. М. Преступления в сфере информационной безопасности : учеб. пособие для вузов / С. М. Корабельников. – М. : Юрайт, 2024. – 111 с.

*Кафедра «Уголовное право и прикладная информатика
в юриспруденции» ФГБОУ ВО «ТГТУ»*

СОДЕРЖАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

<i>Д. А. Вислобоков, И. С. Шишкин, Е. С. Маленков</i> ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КИБЕРОБМАНА ДЛЯ ЗАЩИТЫ ФАЙЛОВЫХ СЕРВЕРОВ	3
<i>О. Ю. Власова</i> МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДОВ В ЭПОХУ ЦИФРОВИЗАЦИИ ЭКОНОМИКИ	8
<i>И. А. Киселева</i> НЕЙРОМОРФНЫЕ ПРОЦЕССОРЫ И НЕЙРОКОМПЬЮТЕРЫ	11
<i>И. С. Недосып</i> СИСТЕМЫ ВИДЕОЗАЩИТЫ	15
<i>М. М. Сеславинская</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ (GIS)	19
<i>А. К. Степанян</i> УСТАНОВКА И НАСТРОЙКА СРЕДЫ РАЗРАБОТКИ YSCRIPTER (PYTHON) В ОС Windows 11 ДЛЯ НАЧАЛА РАБОТ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В САПР КОМПАС-3D (v23)	23
<i>М. Д. Таранов</i> АНАЛИЗ СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЕЙ И БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ	26
<i>И. С. Шишкин, Д. А. Вислобоков, Е. С. Маленков</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА Tracee ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ АТАК НА КОНТЕЙНЕРНЫЕ СРЕДЫ	30

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И УПРАВЛЕНИЕ, ПРИБОРЫ

<i>М. А. Гришкин</i> СИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	36
<i>Н. С. Толстошеин, Д. А. Михин</i> ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ДИЗАЙНОВ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	40

<i>Д. А. Михин, Н. С. Толстошеин</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И МОДЕРНИЗАЦИИ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ	44
<i>И. А. Чупахин, М. С. Демидов</i> СТЕНД ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПИЛОТИРОВАНИЮ БПЛА	48

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НАНОТЕХНОЛОГИИ, МАШИНОСТРОЕНИЕ

<i>Д. А. Егоров</i> ОСОБЕННОСТИ НАСТРОЙКИ БЛОКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ НА СТАНКЕ С ЧПУ	52
<i>А. И. Лаврин</i> ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ХЕМИЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ	55
<i>О. С. Линкер, Е. А. Вольф</i> РАЗРАБОТКА СПОСОБА ФУНКЦИОНАЛИЗАЦИИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КАЧЕСТВЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НЕПОЛЯРНЫХ МАТРИЦ	59
<i>И. А. Костяев, В. В. Попов</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ АКТИВИРОВАННЫХ КОМПОЗИТНЫХ СЛОИСТЫХ НАНОЧАСТИЦ СТРУКТУРЫ «СФЕРИЧЕСКИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИЙ КОР–ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ОБОЛОЧКА» ...	63
<i>И. А. Костяев, В. В. Попов, Д. А. Порфирьев</i> СХЕМА ПРОИЗВОДСТВА НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СВЕРХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И ГИБРИДНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ	67
<i>Д. В. Третьяков</i> СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАПИЛЛЯРНОГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «ЗАВКОМ»	71
<i>А. Н. Трунов</i> РАЗРАБОТКА МЕТОДА СБОРА АКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛЛООБРАБОТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТА	73

Д. И. Холодили

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ МЕТАЛЛА ЛИСТОВОГО ПРОКАТА	77
--	----

БИОТЕХНОЛОГИЯ, БИМЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Е. П. Евстигнеева

«ЗОЛОТОЙ СТАНДАРТ» ДИАГНОСТИКИ: ЩЕЛЕВАЯ ЛАМПА В ОФТАЛЬМОЛОГИИ	84
--	----

А. В. Кузнецова, И. Э. Петров

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТА УМНЫХ ОЧКОВ ДЛЯ ЛЮДЕЙ С НАРУШЕНИЕМ СЛУХА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ	88
--	----

М. А. Любавина

АЛГОРИТМЫ ОБРАБОТКИ СЕНСОРНЫХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ СПЯЩЕГО РЕБЕНКА	91
---	----

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Д. Д. Вяткина, М. А. Котова, Н. В. Шумкина

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ БЕЗЛАКТОЗНОГО ТВОРОЖНОГО СЫРА	95
---	----

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ И ДРУГИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Т. К. Петров

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ВЕЛИЧИНЫ РАВНОВЕСНОЙ АДСОРБЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ УРАВНЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ВОДОРОДСОДЕРЖАЩЕЙ ГАЗОВОЙ СМЕСИ	99
---	----

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

Р. Р. Батыршин, И. С. Лакунов, С. В. Щегольков

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СИЛЬНОГО ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ НА «НАСЫЩЕНИЕ ПОГЛОЩЕНИЯ»	103
--	-----

В. К. Ведерников, Е. Н. Мизев

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРИЕМА ПОТОКОВОГО ВИДЕОВЕЩАНИЯ	107
---	-----

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО, ТРАНСПОРТ

А. А. Пащутин, Е. Б. Кольцо

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВЛЕНИЯ ВЕДОМОСТИ ОБЪЕМОВ РАБОТ	112
---	-----

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ, УСЛУГ И ПРОЦЕССОВ

<i>Е. Г. Буданцева, В. В. Брыксина, А. Г. Дивин, С. С. Гайнутдинова</i> ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТЕПЕНИ ЗРЕЛОСТИ ПЛОДОВ ЯБЛОНИ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОЙ КАМЕРЫ	116
---	-----

<i>А. В. Нечаева, Е. Б. Аустова, С. С. Гайнутдинова</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИИ-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНУТРЕННИХ АУДИТОВ КАЧЕСТВА В АГРОБИЗНЕСЕ	119
---	-----

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А. А. Стрельникова

ПРЕСТУПЛЕНИЯ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННО- КОММУНИКАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ПРЕДСТАВЛЯЮЩИЕ УГРОЗУ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	123
--	-----

Научное электронное издание

ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сборник научных статей
молодых ученых, аспирантов и студентов

Выпуск XVII

Редактирование Л. В. Комбаровой
Графический и мультимедийный дизайнер Т. Ю. Зотова
Обложка, упаковка, тиражирование Л. В. Комбаровой

ISBN 978-5-8265-2953-9



Подписано к использованию 06.11.2025.
Тираж 100 шт. Заказ № 112

Издательский центр ФГБОУ ВО «ТГТУ»
392000, г. Тамбов, ул. Советская, 106/5,
помещение 2, к. 14.
Тел./факс (4752) 63-81-08
E-mail: izdatelstvo@tstu.ru