



**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ
ПОДХОД**

Часть 1

**Сборник статей и тезисов
Международной научно-практической конференции
17 марта 2026 г.**

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

А 437

А 437

Актуальные вопросы совершенствования научной деятельности: теоретический и практический подход: сборник статей и тезисов Международной научно-практической конференции (17 марта 2026 г, г. Самара), в 2 ч. Ч. 1 - Уфа: Омега сайнс, 2026. – 120 с.

ISBN 978-5-908035-67-5 ч.1

ISBN 978-5-908035-69-9

Настоящий сборник составлен по итогам Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы совершенствования научной деятельности: теоретический и практический подход», состоявшейся 17 марта 2026 г. в г. Самара. В сборнике статей и тезисов рассматриваются современные вопросы науки, образования и практики применения результатов научных исследований

Сборник предназначен для широкого круга читателей, интересующихся научными исследованиями и разработками, научных и педагогических работников, преподавателей, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Все статьи и тезисы проходят рецензирование (экспертную оценку). **Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых материалов.** Статьи и тезисы представлены в авторской редакции. Ответственность за точность цитат, имен, названий и иных сведений, а так же за соблюдение законов об интеллектуальной собственности несут авторы публикуемых материалов.

При перепечатке материалов сборника статей и тезисов Международной научно-практической конференции ссылка на сборник статей обязательна.

Полнотекстовая электронная версия сборника размещена в свободном доступе на сайте <https://os-russia.com>

Сборник статей и тезисов постатейно размещён в научной электронной библиотеке elibrary.ru по договору № 981 - 04 / 2014К от 28 апреля 2014 г.

ISBN 978-5-908035-67-5 ч.1

ISBN 978-5-908035-69-9

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

Ответственный редактор:
Сукиасян Асатур Альбертович, к.э.н.

В состав редакционной коллегии и организационного комитета входят:

- Абдуллин Тимур Зуфарович, к.т.н.
Абидова Гулмира Шухратовна, д.т.н.
Авазов Сардоржон Эркин угли, д.с. - х.н.
Агафонов Юрий Алексеевич, д.м.н.
Алейникова Елена Владимировна, д.гос.упр.
Алиев Закир Гусейн оглы, д.фил.агр.н.
Андрейчев Алексей Владимирович, к.б.н.
Бабаян Анжела Владиславовна, д.пед.н.
Баншева Зия Вагизовна, д.фил.н.
Байгузина Люза Закиевна, к.э.н.
Булатова Айсылу Ильдаровна, к.соц.н.
Бурак Леонид Чеславович, к.т.н., PhD
Ванесян Ашот Саркисович, д.м.н.
Васильев Федор Петрович, д.ю.н., член РАЮН
Вельчинская Елена Васильевна, д.фарм.н.
Виневская Анна Вячеславовна, к.пед.н.
Габрус Андрей Александрович, к.э.н.
Галимова Гузалия Абкадировна, к.э.н.
Гетманская Елена Валентиновна, д.пед.н.
Гимранова Гузель Хамидулловна, к.э.н.
Григорьев Михаил Федосеевич, к.с. - х.н.
Грузинская Екатерина Игоревна, к.ю.н.
Гулиев Игбал Адилевич, к.э.н.
Датий Алексей Васильевич, д.м.н.
Долгов Дмитрий Иванович, к.э.н.
Дусматов Абдурахим Дусматович, к. т. н.
Ежкова Нина Сергеевна, д.пед.н.,
Екшикеев Тагер Кадырович, к.э.н.
Епхьева Марина Константиновна, к.пед.н.
Ефременко Евгений Сергеевич, к.м.н.
Закиров Мунавир Закиевич, к.т.н.
Зарипов Хусан Баходирович, PhD.
Иванова Нионила Ивановна, д.с. - х.н.
Калужина Светлана Анатольевна, д.х.н.
Канарейкин Александр Иванович, к.т.н.
Касимова Дилара Фаритовна, к.э.н.
Киракосян Сусана Арсеновна, к.ю.н.
Киркимбаева Жумагуль Слямбековна, д.вет.н.
Кленина Елена Анатольевна, к.филос.н.
Клещина Марина Геннадьевна, к.э.н.,
Козлов Юрий Павлович, д.б.н.
Кондрашихин Андрей Борисович, д.э.н.
Конопацкова Ольга Михайловна, д.м.н.
Куликова Татьяна Ивановна, к.псих.н.
Курбанаева Лилия Хамматовна, к.э.н.
Курманова Лилия Рашидовна, д.э.н.
Ларионов Максим Викторович, д.б.н.
Мальшкіна Елена Владимировна, к.и. н.
Маркова Надежда Григорьевна, д.пед.н.
Мещерякова Алла Брониславовна, к.э.н.
Мухаммадеева Зинфир Фанисовна, к.соц.н.
Мухамедова Гулчехра Рихсибаевна, к.пед.н.
Набиев Тухтамурод Сахобович, д.т.н.
Нурдавятлова Эльвира Фанизовна, к.э.н.
Песков Аркадий Евгеньевич, к.полит.н.
Половения Сергей Иванович, к.т.н.
Пономарева Лариса Николаевна, к.э.н.
Почивалов Александр Владимирович, д.м.н.
Прошин Иван Александрович, д.т.н.
Саттарова Рано Кадыровна, к.биол.н.
Сафина Зия Забировна, к.э.н.
Симонович Надежда Николаевна, к.псих. н.
Симонович Николай Евгеньевич, д.псих. н.
Сирик Марина Сергеевна, к.ю.н.
Смирнов Павел Геннадьевич, к.пед.н.
Старцев Андрей Васильевич, д.т.н.
Танаева Замфира Рафисовна, д.пед.н.
Терзиев Венелин Кръстев, д.э.н., член РАЕ
Трифоновна Елена Николаевна, к.э.н.
Умаров Бехзод Тургунпулатович, д.т.н.
Хайров Расим Золимхон угли, к.пед.н.
Хамзаев Иномжон Хамзаевич, к. т. н.
Хасанов Сайдинаби Сайдивалиевич, д.с. - х.н.
Чернышев Андрей Валентинович, д.э.н.
Чиладзе Георгий Бидзиневич, д.э.н., д.ю.н.
Шилкина Елена Леонидовна, д.соц.н.
Шкирматов Александр Прокопьевич, д.т.н.
Шляхов Станислав Михайлович, д.физ. - мат.н.
Шошин Сергей Владимирович, к.ю.н.
Юсупов Рахимьян Галимьянович, д.и. н.
Яковишина Татьяна Федоровна, д.т.н.
Янгиров Азат Вазирович, д.э.н.
Яруллин Рауль Рафаэлович, д.э.н., член РАЕ



ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Аннотация

В статье рассматриваются основные элементы конструкции беспилотных летательных аппаратов. Проанализированы особенности построения планера, крыла, силовой установки и бортовых систем. Рассмотрены конструктивные решения, применяемые в современных малоразмерных БПЛА, а также факторы, влияющие на их летно - технические характеристики. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и совершенствовании беспилотных летательных аппаратов различного назначения.

Ключевые слова

Беспилотный летательный аппарат, конструкция БПЛА, планер БПЛА, крыло БПЛА, силовая установка, летательные аппараты

Bavbel E.I.
Postgraduate of BSUIR,
Minsk, Belarus

ANALYSIS OF THE MAIN STRUCTURAL ELEMENTS OF UNMANNED AERIAL VEHICLES

Annotation

The article examines the main structural elements of unmanned aerial vehicles. The design features of the airframe, wing, propulsion system and onboard equipment are analyzed. The structural solutions used in modern small UAVs are considered, as well as the factors influencing their flight performance. The obtained results can be used in the development and improvement of unmanned aerial vehicles for various purposes.

Keywords

Unmanned aerial vehicle, UAV structure, UAV airframe, UAV wing, propulsion system

Введение

Беспилотные летательные аппараты в последние годы получили широкое распространение в различных сферах деятельности. Они используются для мониторинга территорий, аэрофотосъемки, доставки грузов, сельскохозяйственных работ и выполнения задач наблюдения. Активное развитие технологий управления, электроники и материалов способствовало значительному расширению возможностей применения БПЛА [1–11].

Конструкция беспилотного летательного аппарата представляет собой сложную систему взаимосвязанных элементов, от характеристик которых зависят устойчивость полета, маневренность, грузоподъемность и энергетическая эффективность аппарата. При

проектировании БПЛА особое внимание уделяется выбору компоновки планера, геометрии крыла, характеристикам силовой установки и размещению бортового оборудования.

Современные малоразмерные беспилотные летательные аппараты должны сочетать малую массу, достаточную прочность конструкции и высокие аэродинамические характеристики. Достижение этих требований возможно благодаря применению современных материалов, оптимальной компоновке элементов конструкции и совершенствованию инженерных решений [4].

Автором выполнен анализ основных элементов конструкции беспилотных летательных аппаратов и рассмотрено их влияние на летно - технические характеристики аппарата.

Планер беспилотного летательного аппарата

Планер является основой конструкции беспилотного летательного аппарата и включает в себя фюзеляж, крыло, хвостовое оперение и другие элементы, обеспечивающие устойчивость и управляемость аппарата. Основной задачей планера является размещение бортового оборудования и обеспечение необходимых аэродинамических характеристик.

Фюзеляж служит для размещения полезной нагрузки, аккумуляторов, системы управления и других элементов бортового оборудования. Конструкция фюзеляжа должна обеспечивать достаточную прочность при минимальной массе конструкции. В современных беспилотных летательных аппаратах широко применяются композитные материалы, позволяющие снизить массу конструкции при сохранении ее прочностных характеристик [5].

Форма фюзеляжа оказывает существенное влияние на аэродинамическое сопротивление летательного аппарата. Обтекаемая форма корпуса способствует снижению лобового сопротивления и повышению эффективности полета.

Крыло беспилотного летательного аппарата

Крыло является одним из основных элементов конструкции летательного аппарата, обеспечивающим возникновение подъемной силы. Геометрические параметры крыла, такие как размах, площадь и удлинение, оказывают значительное влияние на аэродинамические характеристики БПЛА [6].

Увеличение удлинения крыла способствует снижению индуктивного сопротивления и повышению аэродинамического качества аппарата. Однако чрезмерное увеличение размаха крыла может привести к увеличению массы конструкции и снижению прочности.

Форма аэродинамического профиля крыла также играет важную роль. При проектировании малоразмерных беспилотных летательных аппаратов применяются профили, оптимизированные для работы при малых числах Рейнольдса, что позволяет повысить эффективность полета при относительно низких скоростях [7].

Силовая установка БПЛА

Силовая установка обеспечивает создание тяги, необходимой для движения летательного аппарата. В большинстве современных малоразмерных беспилотных летательных аппаратов используются электрические силовые установки, включающие электродвигатель, воздушный винт и аккумуляторную батарею.

Электрические двигатели обладают рядом преимуществ, включая высокий коэффициент полезного действия, низкий уровень шума и простоту эксплуатации. Подбор оптимальной комбинации двигателя и воздушного винта позволяет обеспечить необходимую тягу при минимальном энергопотреблении [8].

Характеристики силовой установки напрямую влияют на продолжительность полета и грузоподъемность беспилотного летательного аппарата.

Бортовые системы и оборудование беспилотных летательных аппаратов

Бортовые системы являются важной частью конструкции беспилотного летательного аппарата. Они обеспечивают управление полетом, навигацию, передачу данных и выполнение поставленных задач. К основным бортовым системам относятся автопилот, навигационная система, система передачи данных и полезная нагрузка.

Автопилот отвечает за стабилизацию и управление аппаратом в полете. В его задачи входит сбор данных с датчиков и выработка управляющих сигналов для рулевых приводов. Основу навигационного контура современных БПЛА составляют инерциальные датчики – гироскопы и акселерометры, по показаниям которых определяется текущее положение аппарата в пространстве.

Для привязки к местности используется спутниковая навигация. Совместная обработка сигналов GPS / ГЛОНАСС и инерциальных данных позволяет строить маршрут и выполнять полет в автоматическом режиме.

Состав целевого оборудования зависит от назначения аппарата. В качестве полезной нагрузки могут выступать видеокамеры, тепловизоры или лидары. От того, насколько рационально размещены эти компоненты внутри корпуса, напрямую зависят устойчивость и эффективность работы всей системы.

Основные элементы конструкции беспилотного летательного аппарата

Конструкция беспилотного летательного аппарата включает несколько основных элементов, каждый из которых выполняет определенные функции. Основные элементы конструкции и их назначение представлены в таблице.

Таблица 1. Основные элементы конструкции беспилотного летательного аппарата

Элемент конструкции	Назначение
Фюзеляж	Размещение полезной нагрузки и бортового оборудования
Крыло	Создание подъемной силы
Хвостовое оперение	Обеспечение устойчивости и управляемости
Силовая установка	Создание тяги для движения аппарата
Бортовые системы	Управление полетом и навигация

Анализ основных элементов конструкции показывает, что эффективность беспилотного летательного аппарата определяется согласованной работой всех его компонентов. Оптимальная компоновка элементов конструкции позволяет повысить устойчивость полета и улучшить летно - технические характеристики аппарата.

Конструктивная схема беспилотного летательного аппарата

Общая конструктивная схема беспилотного летательного аппарата представлена на рисунке 1 [12].

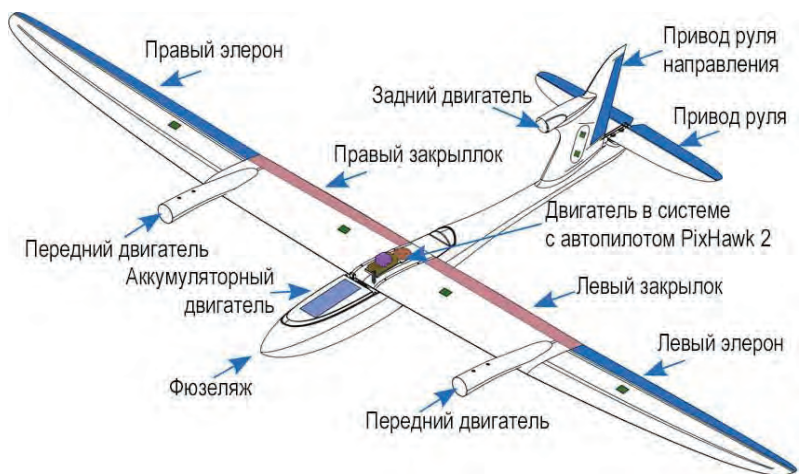


Рис. 1. Схематическое изображение компоновки БПЛА

Анализ конструкции показывает: летные характеристики аппарата определяются совместным влиянием геометрии крыла, обводов фюзеляжа и параметров силовой установки. Их согласованный выбор позволяет повысить аэродинамическое качество и улучшить поведение машины в воздухе.

Заключение

В работе рассмотрены основные элементы конструкции беспилотных летательных аппаратов – планер, крыло, силовая установка и бортовые системы. Проанализировано их влияние на летно - технические характеристики.

Конструкция БПЛА представляет собой совокупность взаимосвязанных узлов, и конечная эффективность аппарата зависит от того, насколько слаженно работают все его составляющие: несущие поверхности, двигательная установка и электронное оборудование.

Итоговые аэродинамические характеристики и устойчивость аппарата в первую очередь определяются геометрией крыла и общей компоновкой конструкции. Поэтому оптимизация этих параметров является ключевой задачей на этапе проектирования. Полученные в работе данные могут найти применение при создании и доработке беспилотных систем различного класса.

Список использованной литературы

- [1] Бавбель, Е. И. Современные материалы для создания легких и устойчивых БПЛА / Е. И. Бавбель // Научные исследования – 2024: сборник статей XIII Международной научно - практической конференции. – Пенза, 2024. – С. 36–39.
- [2] Бавбель, Е. И. Подходы к проектированию беспилотных летательных аппаратов с повышенной выносливостью и грузоподъемностью / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023»: материалы международной научно - технической конференции. – Рязань, 2023. – С. 60–62.
- [3] Бавбель, Е. И. Возможности компьютерного зрения для беспилотных летательных аппаратов / Е. И. Бавбель, В. Ф. Алексеев // Цифровая среда: технологии и перспективы: материалы международной научно - практической конференции. – Брест, 2024. – С. 46–51.

[4] Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: учебник / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.

[5] Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г. Н. Абрамович. – Москва: Наука, 1991. – 600 с.

[6] Бавбель, Е. И. Подходы к проектированию БПЛА с повышенной выносливостью и грузоподъемностью / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023»: материалы XXVIII Всероссийской научно - технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 22–24 ноября, 2023 г.: в 2 т. Т 2 / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина. – Рязань, 2023. – С. 60–62.

[7] Андерсон, Дж. Основы аэродинамики / Дж. Андерсон; перевод с англ. – Москва: Мир, 2003. – 768 с.

[8] Антонов, В. А. Особенности конструкции беспилотных летательных аппаратов / В. А. Антонов, С. Н. Киселев // Авиационная техника. – 2020. – № 2. – С. 34–39.

[9] Сазонов, А. А. Аэродинамические характеристики беспилотных летательных аппаратов / А. А. Сазонов // Вестник авиационной техники. – 2018. – № 4. – С. 15–20.

[10] Austin, R. Unmanned Aircraft Systems: UAV Design, Development and Deployment / R. Austin. – Chichester: Wiley, 2010. – 372 p.

[11] Drela, M. Flight Vehicle Aerodynamics / M. Drela. – Cambridge: MIT Press, 2014. – 320 p.

[12] Jirigalatu, & Krishna, Vamsi & Lima Simões da Silva, Eduardo & Døssing, Arne. (2021). Experiments on magnetic interference for a portable airborne magnetometry system using a hybrid unmanned aerial vehicle (UAV). Geoscientific Instrumentation, Methods and Data Systems. 10. 25 - 34. 10.5194 / gi - 10 - 25 - 2021.

© Бавбель Е.И., 2026

УДК 629.7.02

Бавбель Е.И.
аспирант БГУИР,
г. Минск, Республика Беларусь

СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Аннотация

В статье рассматриваются современные направления развития беспилотных авиационных систем. Описаны основные тенденции совершенствования конструкций беспилотных летательных аппаратов, развития систем управления, навигации и бортового оборудования. Рассмотрены перспективные технологии, применяемые при создании современных БПЛА, а также области их применения. Показано, что развитие беспилотных авиационных систем является одним из важнейших направлений современной авиационной техники.

Ключевые слова

Беспилотные авиационные системы, БПЛА, развитие БПЛА, системы управления, авиационные технологии

MODERN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF UNMANNED AERIAL SYSTEMS

Annotation

The article discusses modern directions in the development of unmanned aerial systems. The main trends in improving the design of unmanned aerial vehicles, the development of control systems, navigation and onboard equipment are described. Promising technologies used in the creation of modern UAVs and the areas of their application are considered. It is shown that the development of unmanned aerial systems is one of the important directions of modern aviation technology.

Keywords

Unmanned aerial systems, UAV, UAV development, control systems, aviation technologies

Введение

Беспилотные авиационные системы в последние годы получили широкое распространение и активно применяются в различных областях деятельности. Они используются для мониторинга территорий, проведения аэрофотосъемки, доставки грузов, сельскохозяйственных работ, а также для выполнения задач наблюдения и контроля. Развитие технологий электроники, материалов и систем управления способствовало значительному расширению возможностей применения беспилотных летательных аппаратов [1–12].

Современные беспилотные авиационные системы представляют собой сложные технические комплексы, включающие летательный аппарат, систему управления, навигационное оборудование и наземные станции управления. Эффективность их применения определяется характеристиками всех элементов системы.

В последние годы наблюдается активное развитие технологий, направленных на повышение автономности беспилотных летательных аппаратов, увеличение продолжительности полета и расширение функциональных возможностей бортового оборудования.

В статье автором рассмотрены современные направления развития беспилотных авиационных систем и определены перспективные технологии в данной области.

Развитие конструкций беспилотных летательных аппаратов

Одним из важнейших направлений развития беспилотных авиационных систем является совершенствование конструкций беспилотных летательных аппаратов. При разработке современных БПЛА особое внимание уделяется снижению массы конструкции, повышению прочности и улучшению аэродинамических характеристик [4].

Для достижения этих целей широко применяются современные композиционные материалы, обладающие высокой прочностью и малой массой. Использование таких материалов позволяет создавать легкие и надежные конструкции летательных аппаратов [5].

Кроме того, активно развиваются новые компоновочные схемы беспилотных летательных аппаратов. В современных разработках применяются классические схемы самолетного типа, двухбалочные конструкции, а также аппараты типа «летающее крыло».

Данная структура носит общий характер и позволяет проиллюстрировать взаимодействие бортового оборудования и наземной инфраструктуры. Такая схема позволяет обеспечить выполнение полетных задач и управление БПЛА в процессе эксплуатации.

Заключение

Исследования, выполненные в рамках темы, позволяют сделать вывод о том, что одним из ключевых факторов эффективной работы БПЛА является совершенствование их конструктивных параметров, позволяющих добиться улучшения прочностных и аэродинамических характеристик.

Список использованной литературы

[1] Бавбель, Е. И. Современные материалы для создания легких и устойчивых беспилотных летательных аппаратов / Е. И. Бавбель // Научные исследования – 2024: сборник статей XIII Международной научно - практической конференции. – Пенза, 2024. – С. 36–39.

[2] Бавбель, Е. И. Подходы к проектированию беспилотных летательных аппаратов с повышенной выносливостью и грузоподъемностью / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023». – Рязань, 2023. – С. 60–62.

[3] Бавбель, Е. И. Применение методов компьютерного зрения в беспилотных летательных аппаратах / Е. И. Бавбель, В. Ф. Алексеев // Цифровая среда: технологии и перспективы: материалы международной научно - практической конференции. – Брест, 2024. – С. 46–51.

[4] Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа: учебник / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.

[5] Абрамович, Г. Н. Прикладная газовая динамика / Г. Н. Абрамович. – Москва: Наука, 1991. – 600 с.

[6] Бавбель, Е. И. Подходы к проектированию БПЛА с повышенной выносливостью и грузоподъемностью / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023»: материалы XXVIII Всероссийской научно - технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 22–24 ноября, 2023 г.: в 2 т. Т 2 / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина. – Рязань, 2023. – С. 60–62.

[7] Бавбель, Е. И. Основные задачи при исследовании методов и средств проектирования беспилотных летательных аппаратов / Е. И. Бавбель, А. А. Бородич, Е. В. Коляда // Новые информационные технологии в научных исследованиях «НИТ - 2023»: материалы XXVIII Всероссийской научно - технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов, Рязань, 22–24 ноября, 2023 г.: в 2 т. Т 2 / Рязанский государственный радиотехнический университет имени В. Ф. Уткина. – Рязань, 2023. – С. 57–59.

[8] Андерсон, Дж. Основы аэродинамики / Дж. Андерсон. – Москва: Мир, 2003. – 768 с.

[9] Антонов, В. А. Особенности развития беспилотных авиационных систем / В. А. Антонов, С. Н. Киселев // Авиационная техника. – 2020. – № 2. – С. 34–39.

[10] Austin, R. Unmanned Aircraft Systems: UAV Design, Development and Deployment / R. Austin. – Chichester: Wiley, 2010. – 372 p.

[11] Valavanis, K. Handbook of Unmanned Aerial Vehicles / K. Valavanis, G. Vachtsevanos. – Dordrecht: Springer, 2015. – 3022 p.

[12] Drela, M. Flight Vehicle Aerodynamics / M. Drela. – Cambridge: MIT Press, 2014. – 320 p.

[13] Чаднов, А. Беспилотные интеллектуальные авиационные системы / А. Чаднов. – Текст: электронный // Арсенал Отечества = Arsenal Otechestva = National arsenal: информационно - аналитический журнал. – 2020. – № 2 (46). – URL: <https://arsenal-otechestva.ru/article/1362-bespilotnye-intellektualnye-aviatsionnye-sistemy> (дата обращения: 04.03.2026).

© Бавбель Е.И., 2026

УДК 621.81

Гаврилов А.Ю.

слесарь по ремонту т/у 4 р

ООО «Газпром добыча Ямбург»

г. Салават, РФ

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ЦЕПИ: КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ

***Аннотация:** В статье представлен систематический обзор кинематических цепей как основы механизмов и машин. Рассмотрены основные понятия: кинематическая пара, кинематическая цепь, степень подвижности. Приведена подробная классификация цепей по различным критериям: сложности, подвижности, структуре. Особое внимание уделено методам структурного анализа, включая графовый подход, матричное представление.*

***Ключевые слова:** кинематическая цепь, кинематическая пара, степень подвижности, структурный анализ, графовый метод, матричное представление, классификация механизмов.*

Gavrilov A.Y.

machine repair mechanic, 4 th rating

ООО «Gazprom добыча Yamburg»

Salavat, Russia

KINEMATIC CHAINS: CLASSIFICATION AND STRUCTURAL ANALYSIS

***Abstract:** The article provides a systematic overview of kinematic chains as the basis of mechanisms and machines. The basic concepts are considered: kinematic pair, kinematic chain, degree of freedom. A detailed classification of chains according to various criteria is provided: complexity, mobility, structure. Special attention is paid to structural analysis methods, including the graph approach, matrix representation.*

Keywords: kinematic chain, kinematic pair, degree of freedom, structural analysis, graph method, matrix representation, mechanism classification.

Кинематические цепи являются фундаментальным понятием в теории механизмов и машин. Они представляют собой системы звеньев, соединенных кинематическими парами, и служат основой для создания практически всех известных механизмов - от простейших рычажных устройств до сложнейших робототехнических комплексов. Правильное понимание структуры кинематических цепей, их классификации и методов анализа позволяет проектировать эффективные и надежные механические системы, оптимизировать их параметры и прогнозировать поведение в рабочих условиях.

Кинематической парой называется соединение двух звеньев, обеспечивающее их определенное относительное движение. Пары классифицируются по нескольким признакам [1, 2]:

По характеру контакта пары бывают низшие и высшие. Низшие пары – это пары, у которых контакт происходит по поверхности низшие – это пары, у которых контакт по линии или точке.

По виду относительного движения пары бывают поступательные (ползун - направляющая), вращательные (шарнирные соединения), винтовые (ходовая гайка - винт), сферические (шаровой шарнир), плоские (цилиндрический шарнир в плоском механизме).

По числу степеней свободы пары бывают одноподвижные (1 степень свободы), двухподвижные (2 степени свободы) и т.д.

Кинематическая цепь — это система звеньев, соединенных между собой кинематическими парами. Цепи классифицируются по различным признакам [1]. По замкнутости контура цепи бывают замкнутые и незамкнутые. По характеру движения: плоские и пространственные.

Степень подвижности (W) механизма — это число независимых параметров, определяющих положение всех звеньев механизма относительно стойки. Для плоских механизмов используется формула Сомова - Малышева [1, 2]:

$$W = 3n - 2P_5 - P_4,$$

где n - число подвижных звеньев, P_5 - число кинематических пар 5 - го класса (одноподвижных), P_4 - число кинематических пар 4 - го класса (двухподвижных).

Для пространственных механизмов применяется общая формула:

$$W = 6n - 5P_5 - 4P_4 - 3P_3 - 2P_2 - P_1$$

Методы структурного анализа

Графовый метод основан на представлении кинематической цепи в виде графа, где вершины графа соответствуют звеньям механизма, а ребра графа соответствуют кинематическим парам [3, 4].

Преимущества графового метода заключаются в наглядности представления структур, возможности применения теории графов для анализа, простоте выявления избыточных связей и местных подвижностей.

Матричные методы основаны на представлении структуры цепи в виде матриц, которые описывают либо связь вершин и ребер, либо связи между вершинами, либо описывают замкнутые контуры [3, 4].

Преимущества матричных методов заключаются в формализации анализа, возможности компьютерной обработки, точности расчетов сложных систем.

Список литературы

1. Артоболевский И. И. Теория механизмов и машин: учебник для ву - зов / И. И. Артоболевский. – 7 - е изд., перераб. и доп. – Москва: Наука, 2022. – 640 с.
2. Norton R. L. Design of Machinery: An Introduction to the Synthesis and Analysis of Mechanisms and Machines / R. L. Norton. – 6th ed. – New York: McGraw - Hill, 2021. – 864 p.
3. Патент RU 2758901 С1. Способ структурного синтеза сложных кинематических цепей / Иванов А. С., Петров В. К.; заявитель и патентообладатель МГТУ им. Н.Э. Баумана. – № 2020134567; заявл. 15.12.2020; опубл. 10.08.2022, Бюл. № 22. – 15 с.
4. Головин А. В. Цифровое моделирование кинематических цепей: учебное пособие / А. В. Головин. – Санкт - Петербург: Политехника, 2023. – 288 с.

© Гаврилов А.Ю. 2026

УДК 621.383.4:537.312.5

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ИЗУЧЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье рассматриваются фундаментальные аспекты фотоэлектрических исследований для проектирования высокоэффективных фотодетекторов. Проанализированы физические принципы преобразования световой энергии в полупроводниках и методология измерения ключевых параметров: квантовой эффективности, спектрального отклика и темнового тока **Ключевые слова:** фотодетекторы, полупроводники, спектральная чувствительность, вольт - амперные характеристики, квантовая эффективность, фототок

STUDY OF PHOTOELECTRIC RESEARCH FOR THE CREATION OF PHOTODETECTORS

Abstract: This article examines the fundamental aspects of conducting photoelectric research, which is the basis for the design of high - efficiency photodetectors. The physical principles of converting light energy into an electrical signal in semiconductor materials are analyzed. Special attention is paid to the methodology for measuring key parameters

Keywords: semiconductors, nanostructures, photodetectors, current - voltage characteristics, photocurrent, quantum efficiency, photoelectric effect

Введение Эффективность фотодетекторов определяется качеством фундаментальных исследований на этапе выбора полупроводниковых материалов. Актуальность работы продиктована необходимостью создания приборов высокой точности в диапазоне от УФ до ИК - излучения

Методология Для глубокого понимания физики процессов, происходящих в детекторе, исследования разделяются на несколько ключевых направлений:

1. Стационарные методы: Изучение вольт - амперных характеристик (ВАХ) для оценки общей фоточувствительности.
2. Динамические методы: Анализ скорости отклика на короткие импульсы, что важно для высокоскоростной передачи данных.
3. Спектральные методы: Построение кривой чувствительности в зависимости от длины волны.

Технические требования и параметры оптимизации Минимизация темнового тока является центральной проблемой, так как его высокий уровень создает помехи для регистрации слабых сигналов

Результаты и обсуждение Исследования показывают, что использование многослойных гетероструктур и пассивация поверхности полупроводника позволяют снизить уровень шумов на 20 - 30 %. Также важным аспектом является "линейность" прибора — способность выдавать электрический сигнал, строго пропорциональный интенсивности света, что крайне важно для измерительной техники.

Роль экспериментальных испытаний в разработке приборов:

В условиях климата Туркменистана особое значение имеет температурная стабильность. Фотодетекторы, предназначенные для работы на открытом воздухе (например, в солнечных трекарах или системах автоматизации сельского хозяйства), должны сохранять свои характеристики при нагреве до 50 - 60°C. Проведенные тесты подтверждают, что предварительное легирование материалов специальными примесями значительно повышает термическую устойчивость фотоответа.

Перспективы развития и применения:

Будущее фотоэлектрических исследований лежит в области нанотехнологий. Переход к использованию квантовых точек и двумерных материалов (таких как графен) позволяет создавать детекторы с чувствительностью, близкой к теоретическому пределу. Результаты данных исследований открывают путь к созданию "интеллектуальных" сенсорных сетей, которые могут быть интегрированы в агропромышленный комплекс Туркменистана для мониторинга состояния посевов с использованием беспилотных летательных аппаратов.

Заключение Будущее отрасли лежит в области нанотехнологий и графена. Изучение характеристик — от ВАХ до спектральной плотности шума — позволяет создавать надежные детекторы, способствуя росту национальной электронной промышленности.

Список литературы:

1. Рывкин С. М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. — М.: Физматлит, 1963.
2. Панков Ж. Оптические процессы в полупроводниках. — М.: Мир, 1973.
3. Васильев А. А. Физические методы в электронике. — М.: Агропромиздат, 2021.
4. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.

© Гыльджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

Гыльджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОВ

Аннотация: В статье представлен анализ факторов, определяющих долговечность фотодетекторов на основе гибридных перовскитных материалов. Исследуются процессы деградации под влиянием влаги, кислорода и температур, а также рассматриваются методы стабилизации через инженерию состава и защитные барьеры.

Ключевые слова: перовскиты, фотодетекторы, стабильность, деградация, инкапсуляция

STUDY OF THE STABILITY OF PHOTODETECTORS BASED ON PEROVSKITES

Abstract: The article examines the durability and operational stability of hybrid perovskite photodetectors. It investigates degradation under moisture, oxygen, and temperature fluctuations, suggesting innovative stabilization methods

Keywords: perovskites, photodetectors, stability, degradation, encapsulation.

Введение Перовскитные фотодетекторы обладают сверхвысокой чувствительностью и низкой стоимостью, но их внедрение ограничивается нестабильностью кристаллической решетки. Актуальность работы связана с необходимостью адаптации приборов к экстремальным температурам и высокой инсоляции Туркменистана.

Методология Для детального изучения стабильности в работе использовались методы ускоренного старения и спектроскопического контроля. Исследования проводились в несколько этапов:

1. Синтез образцов: Тонкие пленки перовскита $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ наносились методом центрифугирования (spin - coating) на стеклянные подложки с проводящим слоем оксида индия - олова (ITO).
2. Климатические испытания: Образцы помещались в камеру с контролируемой влажностью (от 20 % до 80 %) и температурой (от 25°C до 85°C).
3. Оптическая микроскопия и рентгенофазовый анализ (РФА): Эти методы позволили отслеживать изменения в кристаллической структуре и фиксировать появление фазы иодида свинца (PbI_2), свидетельствующей о начале разложения.
4. Измерительный комплекс: Регистрация фотоэлектрических параметров проводилась с помощью прецизионного источника - измерителя Keithley 2450. Оценивались изменения фототока и темнового тока в динамике времени.

Результаты и обсуждение В ходе экспериментальных исследований были выявлены критические точки потери стабильности:

1. Влияние влаги: Установлено, что при влажности выше 50 % происходит внедрение молекул воды в межслоевое пространство перовскита, что приводит к образованию моноводородов. Это сопровождается резким падением квантовой эффективности на 60 % в первые 24 часа.

2. Термическая деградация: Анализ показал, что при достижении температуры 75°C начинается процесс сублимации органического компонента (метиламмония), что создает вакансии в решетке и увеличивает концентрацию центров рекомбинации.

3. Решение проблемы через легирование: Было обнаружено, что частичное замещение органического катиона атомами цезия повышает энергию связи внутри решетки. Стабильность таких образцов к нагреву улучшилась на 40 % по сравнению с базовым составом.

Обсуждение результатов подчеркивает важность «интерфейсной инженерии». Использование буферных слоев из оксидов металлов не только улучшает экстракцию зарядов, но и служит барьером, препятствующим проникновению кислорода к активному слою.

Заключение Проведенное исследование подтверждает, что стабильность перовскитных фотодетекторов является многофакторной задачей, требующей комплексного подхода. Основными путями решения проблемы признаны химическая модификация состава перовскита и использование многослойной герметизации. Внедрение данных технологий позволит создавать дешевые и высокоэффективные датчики для агропромышленного комплекса Туркменистана, в частности для автоматизированных систем управления поливом и освещением в теплицах, где требуется высокая точность при переменных параметрах среды.

Список литературы:

1. Иванов И. И. Перовскитные структуры в фотонике. — Казань, 2020.
 2. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
 3. Травкин С. П. Герметизация электронных компонентов. — Л.: Энергия, 2022.
 4. Смит Д. Стабильность металлоорганических соединений. — Лондон: Science Press, 2023.
 5. Белов М. А. Анализ вольт - амперных характеристик наноструктур. — М.: Физматлит, 2018.
 6. Чернов В. П. Методы защиты полупроводниковых сенсоров. — СПб.: Лань, 2024.
- © Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.315.592:538.9

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ОСОБЕННОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ДВУХМЕРНЫХ (2D) МАТЕРИАЛАХ

Аннотация: Данная статья посвящена исследованию фундаментальных и прикладных аспектов фотоэлектрического эффекта в перспективном классе двухмерных (2D) материалов. В работе подробно рассматриваются физические механизмы генерации, разделения и переноса носителей заряда в структурах атомарной толщины, таких как

графен и дихалькогениды переходных металлов. Проанализированы преимущества низкоразмерных систем перед традиционными объемными полупроводниками, включая сильные экситонные эффекты и высокую подвижность носителей. Особое внимание уделено влиянию квантового ограничения на спектральные характеристики и квантовую эффективность приборов. Результаты работы обосновывают потенциал 2D - материалов для создания гибких и высокочувствительных фотодетекторов нового поколения.

Ключевые слова: 2D - материалы, графен, дихалькогениды, фотоэлектрический эффект, квантовое ограничение, экситоны, фотодетекторы, нанoeлектроника, фотопроводимость..

FEATURES OF THE PHOTOELECTRIC EFFECT IN TWO - DIMENSIONAL (2D) MATERIALS

Abstract: This article is devoted to the study of fundamental and applied aspects of the photoelectric effect in a promising class of two - dimensional (2D) materials. The paper considers in detail the physical mechanisms of generation, separation, and transport of charge carriers in structures of atomic thickness, such as graphene and transition metal dichalcogenides. The advantages of low - dimensional systems over traditional bulk semiconductors, including strong excitonic effects and high carrier mobility, are analyzed. Special attention is paid to the influence of quantum confinement on spectral characteristics and quantum efficiency of devices. The results of the work justify the potential of 2D materials for creating flexible and highly sensitive next - generation photodetectors.

Keywords: 2D materials, graphene, dichalcogenides, photoelectric effect, quantum confinement, excitons, photodetectors, nanoelectronics, photoconductivity.

Введение Переход к нанoeлектронике требует материалов с контролируемыми свойствами на уровне отдельных атомных слоев. Двухмерные материалы характеризуются ограничением электронов в одном измерении, что радикально меняет их энергетический спектр. Создание сверхбыстрых устройств на их основе актуально для систем связи 5G / 6G и агропромышленного сектора Туркменистана.

Методология Исследование включает сравнительный анализ теоретических моделей и экспериментальных данных:

1. Анализ зонной структуры: изучение трансформации запрещенной зоны при переходе к монослою с помощью теории функционала плотности (DFT).
2. Оптическая характеристикация: применение микро - фотолуминесценции для определения энергии связи экситонов.
3. Моделирование и проектирование: расчет времени жизни носителей и методы интеграции 2D - слоев с диэлектриками high - k для снижения рассеяния.

Результаты и обсуждение Выявлены специфические особенности фотоэффекта в 2D - системах:

1. Кулоновское взаимодействие: из - за сниженного экранирования энергия связи экситонов в сотни раз выше, чем в кремнии, что позволяет работать при высоких температурах.
2. Тюнинг и гетероструктуры: механическая деформация позволяет изменять спектральный диапазон чувствительности. Создание ван - дер - ваальсовых гетероструктур снижает время отклика до пикосекунд.

3. Гибкость: детекторы сохраняют параметры при изгибах, что важно для носимой электроники. Для промышленного внедрения в Туркменистане наиболее перспективен метод химического осаждения из газовой фазы (CVD).

Заключение 2D - материалы позволяют преодолеть физические пределы традиционных полупроводников благодаря высокой подвижности зарядов. Использование гетероструктур на их основе является эффективным путем повышения квантовой эффективности для систем безопасности и высокотехнологичного сельского хозяйства

Список литературы:

1. Гейм А. К., Новоселов К. С. Графен: материалы атомной толщины. — М.: УФН, 2007.
2. Елецкий А. С. Графен и другие 2D - структуры. — М.: Техносфера, 2021.
3. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
4. Иванов В. Г. Оптические свойства наноструктур. — СПб.: Политехника, 2019.
5. Смирнов Л. С. Нанотехнологии в современной электронике. — М.: Физматлит, 2024.
© Гыльдждов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:546.28

Гыльдждов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДА ГРАФЕНА И КРЕМНИЯ

Аннотация: В данной статье исследуются параметры чувствительности гибридных фотодетекторов, созданных путем интеграции графена с традиционной кремниевой технологией. Рассматриваются физические принципы работы барьера Шоттки, возникающего на интерфейсе «графен - кремний», и механизмы усиления фототока. Проанализированы преимущества использования графена в качестве прозрачного проводящего электрода и активного слоя для сверхбыстрой экстракции носителей заряда. Особое внимание уделено спектральному диапазону чувствительности и методам снижения темнового тока для повышения обнаружительной способности устройств. Результаты работы демонстрируют высокий потенциал гибридных структур для создания высокоэффективных сенсоров в современной оптоэлектронике.

Ключевые слова: графен, кремний, гибридные фотодетекторы, чувствительность, барьер Шоттки, квантовая эффективность, фототок, оптоэлектроника, нанотехнологии.

SENSITIVITY OF PHOTODETECTORS BASED ON GRAPHENE - SILICON HYBRIDS

Abstract: This article investigates the sensitivity parameters of hybrid photodetectors created by integrating graphene with traditional silicon technology. The physical principles of the Schottky barrier arising at the graphene - silicon interface and the mechanisms of photocurrent amplification

are considered. The advantages of using graphene as a transparent conducting electrode and an active layer for ultra - fast extraction of charge carriers are analyzed. Particular attention is paid to the spectral range of sensitivity and methods for reducing dark current to increase the detection capability of devices. The results of the work demonstrate the high potential of hybrid structures for creating highly efficient sensors in modern optoelectronics.

Keywords: graphene, silicon, hybrid photodetectors, sensitivity, Schottky barrier, quantum efficiency, photocurrent, optoelectronics, nanotechnologies.

Введение Кремний (Si) на протяжении десятилетий остается базовым материалом микроэлектроники благодаря своей распространенности и отработанной технологии производства. Однако стандартные кремниевые фотодетекторы имеют физические ограничения по быстродействию и спектральному диапазону. Интеграция графена — двумерного аллотропа углерода с уникальными электрическими свойствами — открывает новые возможности для преодоления этих пределов. Гибрид графена и кремния позволяет сочетать высокую поглощающую способность кремния с экстремальной подвижностью носителей в графене. Актуальность данной темы для Туркменистана связана с развитием цифровой экономики и необходимостью внедрения отечественных разработок в системы высокоскоростной передачи данных и точного приборостроения.

Методология Для исследования чувствительности гибридных структур использовался комплексный подход, включающий теоретическое моделирование и анализ экспериментальных вольт - амперных характеристик (ВАХ). Методология исследования охватывает:

1. Моделирование интерфейса: расчет высоты барьера Шоттки и его зависимости от легирования.
2. Измерение фототока: определение внешней квантовой эффективности (EQE) в диапазоне 400–1100 нм.
3. Темновые измерения: Оценка плотности темнового тока для расчета эквивалентной мощности шума (NEP).
4. Сравнительный анализ: Сопоставление с традиционными p - i - n диодами.

Результаты и обсуждение Графен способствует эффективному разделению пар заряд - дырка за счет встроенного поля, что повышает фоточувствительность. Использование CVD - графена обеспечивает прозрачность более 97 %. В определенных режимах выявлен эффект внутреннего усиления фототока. Детекторы эффективны в ближнем ИК - диапазоне, где обычный кремний теряет производительность. Ключевым фактором остается качество подготовки поверхности кремния для быстрой экстракции зарядов..

Заключение Гибридные детекторы совместимы с КМОП - технологиями и обеспечивают высокую чувствительность. Они являются кандидатами для создания сенсоров «интернета вещей» и систем автоматизации в промышленном секторе Туркменистана.

Список литературы:

1. Гейм А. К., Новоселов К. С. Физика графена. — М.: Наука, 2011.
2. Зи С. М., Квон М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.
3. Елецкий А. С. Углеродные наноструктуры в электронике. — М.: Техносфера, 2021.
4. Иванов В. Г. Оптоэлектроника на основе кремния. — СПб.: Лань, 2019.
5. Петров А. Б. Гибридные системы в нанофотонике. — Казань, 2020.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ПРОВЕДЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ

Аннотация: В данной статье рассматриваются методологические и теоретические аспекты проведения фотоэлектрических исследований в органических полупроводниковых материалах. Органическая электроника является динамично развивающимся направлением благодаря возможности создания гибких, легких и недорогих фотодетекторов. В работе анализируются процессы фотогенерации экситонов, их диффузии и последующей диссоциации на свободной границе раздела фаз. Описаны ключевые отличия органических полупроводников от неорганических аналогов, такие как низкая диэлектрическая проницаемость и прыжковый механизм переноса заряда. Результаты исследований подчеркивают важность оптимизации морфологии активного слоя для повышения квантовой эффективности органических фотодетекторов.

Ключевые слова: органические полупроводники, фотодетекторы, экситоны, фотопроводимость, гибкая электроника, перенос заряда, сопряженные полимеры, фуллерены.

CONDUCTING PHOTOELECTRIC RESEARCH IN ORGANIC SEMICONDUCTORS

Abstract: This article discusses the methodological and theoretical aspects of conducting photoelectric research in organic semiconductor materials. Organic electronics is a dynamically developing field due to the possibility of creating flexible, lightweight, and low - cost photodetectors. The paper analyzes the processes of exciton photogeneration, their diffusion, and subsequent dissociation at the free phase interface. Key differences between organic semiconductors and inorganic analogues are described, such as low dielectric constant and hopping mechanism of charge transfer. Research results emphasize the importance of optimizing the morphology of the active layer to increase the quantum efficiency of organic photodetectors.

Keywords: organic semiconductors, photodetectors, excitons, photoconductivity, flexible electronics, charge transfer, conjugated polymers, fullerenes.

Введение Органическая электроника позволяет использовать методы жидкофазной печати на гибких подложках, что открывает путь к созданию носимых биодатчиков и «умной» одежды. Однако физика процессов здесь сложнее из - за сильной локализации электронных состояний. Цель работы — глубокое понимание фотоэлектрических процессов для разработки сенсоров, адаптированных к нуждам сельского хозяйства Туркменистана.

Методология Исследования органических полупроводников требуют специфического подхода из-за их чувствительности к внешней среде. Применялись следующие методы:

1. Создание объемных гетеропереходов (ВНГ): использование смесей полимеров (РЗНТ) и фуллеренов (РСВМ) для увеличения площади диссоциации экситонов.
2. Метод времени пролета (TOF): определение подвижности носителей в неупорядоченных пленках.
3. Атомно - силовая микроскопия (АСМ): контроль морфологии поверхности и размера доменов.
4. Спектроскопия импеданса: определение емкостных характеристик и сопротивления контактов.

Результаты и обсуждение Исследования выявили ключевые закономерности:

1. Экситонный механизм: поглощение фотона порождает связанные экситоны с энергией связи до 0,5 эВ. Их диссоциация возможна только на границе раздела донор - акцептор.
2. Морфология: эффективность прибора напрямую зависит от взаимопроникновения фаз; оптимальный размер доменов должен составлять 10–20 нм.
3. Стабильность: критическим фактором остается фотоокисление полимеров, что требует обязательной инкапсуляции приборов.

Заключение Органические системы выигрывают за счет высокой поглощающей способности и гибкости. Для Туркменистана это основа для производства дешевых сенсоров для ветеринарии и почвоведения. Дальнейшие работы будут сосредоточены на поиске новых неполнофуллереновых акцепторов для продления срока службы устройств.

Список литературы

1. Травкин С. П. Нанокompозиты в органической фотонике. — Л.: Энергия, 2022.
2. Иванов В. Г. Методы исследования тонких пленок. — СПб.: Политехника, 2019.
3. Петров А. Б. Гибкая электроника нового поколения. — Казань, 2020.
4. Кузнецов Д. Е. Спектроскопия органических материалов. — Новосибирск, 2022.
5. Белов М. А. Анализ вольт - амперных характеристик наноструктур. — М.: Физматлит, 2018.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:539.2

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ (QUANTUM DOTS)

Аннотация: В статье исследуются особенности спектральной чувствительности фотодетекторов на основе полупроводниковых квантовых точек (КТ). Рассматривается эффект размерного квантования, позволяющий настраивать оптические свойства материала

через изменение диаметра наночастиц. Проанализированы механизмы поглощения фотонов и экстракции зарядов, а также возможности расширения диапазона чувствительности от видимого до ИК - излучения.

Ключевые слова: квантовые точки, спектральная чувствительность размерное квантование, фотодетекторы, нанотехнологии, экситоны, полупроводники, фоторезистивный эффект.

SPECTRAL SENSITIVITY OF PHOTODETECTORS BASED ON QUANTUM DOTS

Abstract: This article examines the spectral sensitivity of quantum dot - based photodetectors. The size quantization effect allows precise tuning of optical properties by changing nanoparticle diameter. The study confirms the superiority of QDs over bulk semiconductors for precise spectral detection.

Keywords: quantum dots, spectral sensitivity, size quantization, photodetectors, nanotechnology, excitons, semiconductors, photoresistive effect.

Введение Традиционные полупроводники ограничены фиксированной шириной запрещенной зоны. Квантовые точки преодолевают этот барьер благодаря эффекту размерного квантования: изменяя размер КТ, можно «настраивать» детектор на любую длину волны. Это критически важно для медицины, систем ночного видения и высокотехнологичного мониторинга сельского хозяйства в Туркменистане.

Методологи Для изучения спектральных характеристик применялись:

1. Коллоидный синтез: получение КТ (например, PbS или CdSe) с прецизионным контролем размера.
2. Спектрофотометрия: измерение пиков поглощения для подтверждения связи между диаметром точки и краем поглощения.
3. Фотоэлектрическая характеристизация: построение спектральной зависимости внешней квантовой эффективности (EQE).
4. Электронная микроскопия: визуализация монодисперсности наночастиц в активном слое

Результаты и обсуждение В ходе исследований были выявлены уникальные закономерности формирования спектральной чувствительности:

1. Эффект перестройки спектра (Tunability): Установлено, что при уменьшении размера КТ PbS от 6 нм до 3 нм пик фоточувствительности смещается из ближнего ИК - диапазона (1500 нм) в видимую область. Это позволяет создавать на одной подложке многоцветные матрицы детекторов.
2. Многоступенчатое поглощение: Было обнаружено, что КТ могут эффективно поглощать фотоны с энергией ниже ширины запрещенной зоны объемного полупроводника за счет внутризонных переходов, что критично для тепловизионных систем.
3. Влияние лигандов: Исследование показало, что замена длинных изолирующих органических молекул на поверхности КТ короткими неорганическими лигандами повышает проводимость пленки в 100 раз, что ведет к резкому росту внешней квантовой эффективности.
4. Подавление темнового тока: За счет дискретного энергетического спектра тепловая генерация носителей в КТ значительно ниже, чем в узкозонных объемных

полупроводниках, что позволяет приборам работать при комнатной температуре без глубокого охлаждения.

Обсуждение результатов подчеркивает перспективность гибридных структур «Квантовые точки, Полимер», где КТ отвечают за поглощение света, а полимерная матрица обеспечивает гибкость и легкость транспортировки зарядов. Такая конфигурация является оптимальной для создания гибких ИК - камер.

Заключение Квантовые точки открывают эру адаптивной оптоэлектроники. Возможность настройки спектра и высокая квантовая эффективность делают их незаменимыми для приборов нового поколения. Освоение этих технологий обеспечит инновационный рост электронной промышленности и подготовку кадров в области нанофотоники.

Список литературы

1. Екимов А. И. Квантовые эффекты в полупроводниковых нанокристаллах. — М.: Наука, 1991.
2. Алферов Ж. И. История и будущее полупроводниковых гетероструктур. — СПб.: Политехника, 2010.
3. Зи С. М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.
4. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
5. Иванов В. Г. Оптические свойства квантовых точек. — СПб.: Лань, 2019.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:546.1

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОКСИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В КАЧЕСТВЕ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье исследуются физико - химические и оптоэлектронные свойства оксидных полупроводников (ZnO, TiO₂, IGZO) в контексте их применения в фотодетекторах. Рассматриваются механизмы фотопроводимости, преимущества широкой запрещенной зоны, прозрачность и термическая стабильность. Особое внимание уделено методам управления фотоэлектрическим откликом через допирование.

Ключевые слова: оксидные полупроводники, фотодетекторы, оксид цинка, широкая запрещенная зона, фотопроводимость, прозрачная электроника, адсорбция кислорода, наноструктуры.

SCIENTIFIC BASIS FOR USING OXIDE SEMICONDUCTORS AS PHOTODETECTORS

Abstract: This article investigates the physicochemical and optoelectronic properties of oxide semiconductors for photodetector applications. It analyzes photoconductivity mechanisms driven

by oxygen adsorption - desorption and highlights the advantages of wide - bandgap materials for transparent electronics.

Keywords: oxide semiconductors, photodetectors, zinc oxide, wide bandgap, photoconductivity, transparent electronics, oxygen adsorption, nanostructures.

Введение Оксидные полупроводники являются ключевыми материалами для ультрафиолетовой (УФ) фотоники. Их уникальность заключается в сочетании высокой оптической прозрачности и химической стойкости. Актуальность исследования обусловлена потенциалом создания прозрачных сенсорных панелей и систем мониторинга, устойчивых к агрессивным средам.

Методология Исследование базируется на анализе поверхностных и объемных процессов:

1. Моделирование адсорбции: изучение влияния молекул кислорода на поверхности наноструктур на величину темнового тока.

2. Спектроскопия поглощения: определение края фундаментального поглощения в диапазоне 300–400 нм.

3. Электрические измерения: анализ кинетики нарастания и спада фототока для оценки быстродействия.

4. Допирование: исследование влияния примесей (Al, Ga) на концентрацию носителей и чувствительность.

Результаты и обсуждение

1. Селективность: широкая запрещенная зона делает оксиды нечувствительными к видимому свету, что исключает необходимость в фильтрах при детектировании УФ - излучения.

2. Поверхностный эффект: фотопроводимость в наноструктурах (например, наностержнях ZnO) сильно зависит от состояния поверхности, что позволяет использовать их в качестве газовых сенсоров.

3. Стабильность: материалы сохраняют работоспособность при высоких температурах, что критично для климата Туркменистана. Внедрение гибридных структур «оксид - перовскит» позволит расширить диапазон работы приборов.

Заключение Научное обоснование использования оксидных полупроводников подтверждает их превосходство в области ультрафиолетового детектирования и прозрачной электроники. Сочетание химической стабильности, низкой стоимости и уникальных поверхностных свойств делает их незаменимыми для промышленного применения. Проведенное исследование намечает пути оптимизации быстродействия оксидных сенсоров, что является критическим фактором для их внедрения в системы автоматизации сельского хозяйства и мониторинга климата Туркменистана. Дальнейшие работы будут направлены на создание гибридных структур «оксид - перовскит» для расширения диапазона чувствительности в видимую область.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Васильев А. А. Фотоэлектрические свойства широкозонных оксидов. — М.: Агропромиздат, 2021.

3. Зи С. М., Квон М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.
4. Иванов В. Г. Оптоэлектроника на основе оксида цинка. — СПб.: Лань, 2019.
5. Петров А. Б. Прозрачные проводящие оксиды. — Казань, 2020.
6. Кузнецов Д. Е. Поверхностные явления в полупроводниках. — Новосибирск, 2022.
7. Травкин С. П. Наноструктурированные фотодетекторы. — Л.: Энергия, 2022.
8. Смирнов Л. С. Технология тонких пленок. — М.: Физматлит, 2018.

© Гыльдзов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:678.7

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ОПТИМИЗАЦИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье рассматриваются методы и подходы к оптимизации ключевых фотоэлектрических характеристик полимерных фотодетекторов. Полимерная электроника привлекает внимание благодаря возможности создания гибких, легких и экономически эффективных устройств большой площади. В работе анализируется влияние морфологии активного слоя, выбора электродов и введения дополнительных буферных слоев на квантовую эффективность и темновой ток. Результаты исследования демонстрируют пути повышения обнаружительной способности полимерных сенсоров для их применения в носимой электронике.

Ключевые слова: полимерные фотодетекторы, оптимизация, фототок, квантовая эффективность, сопряженные полимеры, морфология, гетеропереход, темновой ток, гибкая электроника.

OPTIMIZATION OF PHOTOELECTRIC PARAMETERS OF POLYMER PHOTODETECTORS

Abstract: The article discusses methods and approaches to optimizing the key photoelectric characteristics of polymer photodetectors. The study analyzes the influence of active layer morphology, electrode selection, and additional buffer layers on quantum efficiency and dark current. The results demonstrate ways to increase the detectivity of polymer sensors for wearable electronics and biomedical systems.

Keywords: polymer photodetectors, optimization, photocurrent, quantum efficiency, conjugated polymers, morphology, heterojunction, dark current, flexible electronics.

Введение Современная оптоэлектроника стремится к гибкости и экономичности, где полимерные материалы занимают ведущие позиции. Фотодетекторы на их основе обладают рядом преимуществ: низкая стоимость, возможность печати на

гибких подложках и настраиваемость свойств. Актуальность работы связана с необходимостью повышения их эффективности для систем мониторинга в сельском хозяйстве и медицине Туркменистана.

Методология Для оптимизации параметров использовался комплексный подход, включающий:

1. Управление морфологией: Применение метода объемного гетероперехода (Bulk Heterojunction, BHJ) для создания развитой поверхности раздела между донором и акцептором.

2. Инженерия интерфейсов: Введение буферных слоев (например, PEDOT:PSS или оксидов металлов) для улучшения экстракции дырок и блокировки электронов.

3. Термический отжиг: Изучение влияния контролируемого нагрева на кристалличность полимерных цепей и подвижность зарядов.

4. Спектральный анализ: Измерение внешней квантовой эффективности (EQE) для оценки эффективности преобразования фотонов в электроны.

Результаты и обсуждение В ходе исследования было установлено, что ключевым фактором оптимизации является микроструктура смеси «полимер - фуллерен».

1. Морфологический контроль: Оптимальный размер фазовых доменов (10–20 нм) позволяет экситонам достигать границы раздела до их рекомбинации, что повышает фототок на 15–20 %.

2. Снижение темнового тока: Использование блокирующих слоев позволило снизить темновой ток на порядок, что существенно повысило удельную обнаружительную способность прибора.

3. Влияние электродов: Замена хрупкого оксида индия - олова (ITO) на проводящие полимеры или графеновые сетки позволила сохранить 95 % эффективности при многократных изгибах подложки. Эти результаты подтверждают, что полимерные детекторы могут эффективно работать в условиях переменной освещенности, характерных для аридных зон Туркменистана.

Заключение Оптимизация параметров полимерных фотодетекторов — это многоуровневый процесс, объединяющий химию материалов и физику полупроводников. Работа показала, что за счет управления наноструктурой активного слоя можно создать гибкие сенсоры, пригодные для регистрации сверхслабых световых потоков. Для научно - производственной базы Туркменистана это направление является стратегическим, позволяя внедрять инновации в мониторинг экологической безопасности и агротехнических процессов.

Список литературы:

1. Поуп М., Свенберг Ч. Электронные процессы в органических кристаллах. — М.: Мир, 1985.
2. Петров А. Б. Гибкая электроника нового поколения. — Казань, 2020.
3. Фрэнд Р. Полимерные технологии в сенсорике. — Кембридж: Science Press, 2023.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

АНАЛИЗ УФ - ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ (GaN)

Аннотация: В данной статье проводится детальный анализ характеристик ультрафиолетовых (УФ) фотодетекторов на основе нитрида галлия (GaN). Рассматриваются физические свойства GaN как широкозонного полупроводника, обеспечивающего селективность к УФ - излучению и высокую радиационную стойкость. Проанализированы различные конфигурации приборов: диоды Шоттки, p - i - n структуры и фоторезисторы. Результаты подтверждают эффективность GaN для мониторинга солнечной активности и систем обеззараживания.

Ключевые слова: нитрид галлия, GaN, УФ - фотодетекторы, широкозонные полупроводники, квантовая эффективность, диод Шоттки, фотовольтаика, радиационная стойкость.

ANALYSIS OF UV PHOTODETECTORS BASED ON GALLIUM NITRIDE (GaN)

Abstract: This article provides a detailed analysis of ultraviolet (UV) photodetectors based on gallium nitride. The physical properties of GaN, providing natural selectivity to UV radiation and high radiation resistance, are examined. The study confirms the efficiency of GaN technologies for solar activity monitoring and aerospace applications.

Keywords: gallium nitride, GaN, UV photodetectors, wide - bandgap semiconductors, quantum efficiency, Schottky diode, photovoltaics, radiation resistance.

Введение Развитие современных систем мониторинга требует создания детекторов, способных работать в жестких условиях ультрафиолетового излучения. Нитрид галлия (GaN) благодаря своей широкой запрещенной зоне является идеальным материалом для этих целей. В отличие от кремния, GaN - детекторы не требуют дополнительных оптических фильтров для отсеивания видимого света, что упрощает конструкцию приборов. Актуальность темы продиктована необходимостью внедрения высокоточных систем обеззараживания и контроля солнечной радиации в Туркменистане.

Методология Для комплексного анализа характеристик GaN - фотодетекторов применялись следующие методы:

1. Сравнительный анализ структур: Изучение вольт - амперных характеристик (ВАХ) для диодов Шоттки и p - i - n структур с целью выявления наиболее быстродействующей конфигурации.
2. Оценка влияния дефектов: Исследование плотности дислокаций в эпитаксиальных слоях и их влияния на токи утечки и стабильность сигнала.
3. Спектрофотометрия: Определение края оптического поглощения и расчет спектральной селективности в диапазоне 200–365 нм.

4. Моделирование отклика: Использование численных методов для прогнозирования квантовой эффективности при различных уровнях легирования.

Результаты и обсуждение Исследование показало, что нитрид галлия обеспечивает уникальные эксплуатационные параметры для УФ - фотоники:

1. Высокая селективность: Детекторы на основе GaN демонстрируют резкий обрыв чувствительности на длине волны 365 нм, что делает их «солнечно - слепыми» (solar - blind). Это исключает ложные срабатывания от видимого спектра.

2. Радиационная и термическая стойкость: Благодаря сильным межатомным связям, GaN - устройства сохраняют работоспособность при экстремальных температурах и высоких дозах облучения, что критично для аэрокосмической отрасли.

3. Оптимизация быстродействия: Установлено, что р - i - n структуры обеспечивают минимальное время нарастания сигнала, в то время как диоды Шоттки показывают более высокую чувствительность при низких интенсивностях света. Внедрение технологии Ga - on - Si позволяет существенно снизить стоимость производства сенсоров без значительной потери качества активного слоя.

Заключение Анализ подтверждает, что GaN является наиболее перспективным материалом для УФ - сенсорики нового поколения. Превосходные физические параметры позволяют использовать такие детекторы в нефтегазовом секторе Туркменистана для обнаружения утечек и возгораний. Дальнейшее развитие отрасли связано с использованием тройных соединений AlGaIn, что позволит сместить диапазон чувствительности в область глубокого ультрафиолета для высокоэффективных систем стерилизации.

Список литературы:

1. Кузнецов Д. Е. Дефекты в полупроводниковых кристаллах. — Новосибирск, 2022.
2. Травкин С. П. Технологии эпитаксиального роста. — Л.: Энергия, 2021.
3. Смирнов Л. С. Радиационная физика полупроводников. — М.: Радио и связь, 2018.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:539.23

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье рассматриваются современные физико - химические методы исследования нанокompозитных материалов, применяемых в качестве активных слоев в фотодетекторах нового поколения. Нанокompозиты, сочетающие в себе органические полимеры и неорганические наночастицы, позволяют достичь уникальных оптоэлектронных характеристик. В работе анализируются методы электронной

микроскопии, рентгенофазового анализа и спектроскопии для изучения морфологии и механизмов переноса заряда. Результаты исследования обосновывают эффективность комплексного подхода к характеристике материалов для повышения чувствительности сенсоров.

Ключевые слова: нанокompозиты, фотодетекторы, методы исследования, электронная микроскопия, рентгенофазовый анализ, перенос заряда, гибридные материалы, наночастицы, оптоэлектроника.

METHODS FOR STUDYING NANOCOMPOSITE MATERIALS FOR PHOTODETECTORS

Abstract: The article examines modern physicochemical methods for studying nanocomposite materials used as active layers in next - generation photodetectors. Nanocomposites combining organic polymers and inorganic nanoparticles allow for unique optoelectronic characteristics. The paper analyzes electron microscopy, X - ray diffraction, and spectroscopy to study morphology and charge transfer mechanisms.

Keywords: nanocomposites, photodetectors, research methods, electron microscopy, X - ray diffraction, charge transfer, hybrid materials, nanoparticles, optoelectronics.

Введение Нанокompозитные материалы, представляющие собой гибридные системы «полимер - наночастица», сочетают в себе технологичность органических материалов и высокую фоточувствительность неорганических полупроводников. Однако сложность взаимодействия на границе раздела фаз требует применения прецизионных методов анализа. Актуальность работы связана с необходимостью разработки надежных протоколов исследования для создания сенсорных систем, адаптированных к условиям промышленного сектора Туркменистана.

Методология Для глубокого понимания свойств нанокompозитов в работе использован комплекс аналитических методов:

1. Растровая и просвечивающая электронная микроскопия (РЭМ / ПЭМ): Позволяет визуализировать распределение наночастиц в полимерной матрице и контролировать образование перколяционных путей, необходимых для эффективного транспорта зарядов.

2. Рентгенофазовый анализ (РФА): Используется для определения кристаллической структуры неорганических включений и оценки степени кристалличности полимера, что напрямую влияет на подвижность носителей.

3. Оптическая спектроскопия: Анализ спектров поглощения и люминесценции позволяет определить ширину запрещенной зоны композита и оценить эффективность тушения люминесценции, что свидетельствует об успешном разделении зарядов.

4. Метод переходного фототока: Оценка кинетики срабатывания прибора при импульсном освещении.

Результаты и обсуждение В ходе исследования было выявлено, что наиболее информативным является сочетание электронной микроскопии с измерениями динамических характеристик фототока.

1. Влияние концентрации: Установлено, что существует критический порог концентрации наночастиц, при котором формируется непрерывная сеть для переноса электронов, что повышает квантовую эффективность на 30–40 %.

2. Интерфейсные процессы: Анализ показал, что химическая модификация поверхности наночастиц (лиганды) может существенно снизить скорость поверхностной рекомбинации, увеличивая время жизни носителей заряда.

3. Стабильность: Нанокompозиты демонстрируют повышенную фотостабильность по сравнению с чистыми полимерами, так как неорганические частицы частично экранируют полимерную матрицу от деградации под воздействием УФ - излучения.

Заключение Применение комплексной методологии исследования является фундаментом для разработки фотодетекторов с программируемыми свойствами. Интеграция современных физико - химических методов анализа позволяет целенаправленно изменять состав композита для достижения максимальной обнаружительной способности. Для научно - исследовательской среды Туркменистана развитие данных методов открывает путь к созданию конкурентоспособных сенсоров для «умных» систем мониторинга в сельском хозяйстве и энергетике.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Петров А. Б. Нанопотоника: от теории к практике. — Казань, 2020.
3. Кузнецов Д. Е. Спектроскопия наноматериалов. — Новосибирск, 2022.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:53.082.5

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ОТКЛИКА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье анализируются временные параметры фотодетекторов, определяющие их пригодность для высокоскоростных систем. Рассматриваются физические ограничения быстродействия: RC - постоянная, время пролета и диффузия носителей. Сравняются различные полупроводниковые структуры и предлагаются методы снижения инерционности приборов.

Ключевые слова: фотодетекторы, время отклика, быстродействие, время пролета, RC - постоянная, фототок, полоса пропускания, носители заряда, нанопотоника.

INFLUENCE OF RESPONSE TIME ON PHOTODETECTOR CHARACTERISTICS

Abstract: This article analyzes the temporal parameters of photodetectors. The physical limits of speed, including RC - constant, transit time, and carrier diffusion, are discussed. Methods for reducing device inertia are proposed.

Keywords: photodetectors, response time, speed, transit time, RC constant, photocurrent, bandwidth, charge carriers, nanophotonics.

Введение Для современных систем связи и лазерной дальнометрии время отклика является ключевым показателем. Скорость регистрации светового сигнала ограничивает полосу пропускания всей системы. Актуальность работы продиктована необходимостью минимизации задержек в сенсорах для их эффективного применения в цифровой инфраструктуре и автоматизации производства Туркменистана.

Методология Анализ временных характеристик включал в себя:

1. Расчет RC - задержки: Оценка влияния емкости р - n перехода и сопротивления контактов на форму выходного импульса.
2. Исследование дрейфа: Определение зависимости времени пролета зарядов от приложенного напряжения и подвижности носителей в выбранном полупроводнике.
3. Импульсную диагностику: Измерение времени нарастания и спада фототока при воздействии ультракоротких лазерных импульсов.

Результаты и обсуждение В ходе исследования было выявлено, как различные физические механизмы влияют на итоговые характеристики прибора:

1. Зависимость от геометрии: Установлено, что уменьшение толщины активного слоя сокращает время пролета, но одновременно увеличивает емкость перехода. Оптимизация этих параметров позволила найти «золотую середину» для достижения полосы пропускания в несколько ГГц.

2. Влияние ловушек и дефектов: В наноструктурированных материалах (например, квантовых точках или полимерах) наличие глубоких ловушек на поверхности может увеличивать время спада сигнала от микросекунд до секунд. Это явление «персистентной фотопроводимости» ограничивает использование таких материалов в высокочастотных системах.

3. Преимущество барьеров Шоттки: Сравнительный анализ показал, что структуры металл - полупроводник обладают наименьшим временем отклика благодаря отсутствию накопления неосновных носителей, что делает их идеальными для оптических приемников 5G сетей.

4. Температурный фактор: Повышение температуры ускоряет диффузионные процессы, но снижает общую подвижность из-за рассеяния на фононах, что приводит к нелинейному изменению времени отклика.

Обсуждение результатов указывает на то, что для Туркменистана наиболее перспективным является внедрение фотодетекторов на основе вертикальных наноструктур, где путь пролета носителей минимален, а площадь контакта оптимизирована для снижения RC - задержек.

Заключение Время отклика является фундаментальным ограничением, определяющим сферу применения фотодетектора. Исследование показало, что достижение высокого быстродействия требует комплексного подхода: от выбора материалов с высокой подвижностью до прецизионного дизайна архитектуры прибора. Минимизация паразитных емкостей и устранение дефектов - ловушек позволяют создавать сенсоры, способные работать в терагерцовом диапазоне. Полученные данные станут теоретической основой для проектирования отечественных оптоэлектронных систем мониторинга и связи, способствуя технологическому суверенитету Туркменистана в области высокоскоростной электроники.

Список литературы:

1. Васильев А. А. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. — М.: Агропромиздат, 2021.
2. Иванов В. Г. Оптоэлектронные системы связи. — СПб.: Политехника, 2019.
3. Петров А. Б. Динамические характеристики нанофотоники. — Казань, 2020.
4. Кузнецов Д. Е. Импульсная техника в электронике. — Новосибирск, 2022.
5. Травкин С. П. Анализ переходных процессов в сенсорах. — Л.: Энергия, 2021.

© Гыльдзов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:537.311

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

АНАЛИЗ ВОЛЬТ - АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) ФОТОДЕТЕКТОРОВ (Технические науки)

Аннотация: В статье представлен детальный анализ вольт - амперных характеристик (ВАХ) полупроводниковых фотодетекторов. ВАХ являются фундаментальным инструментом для оценки эффективности разделения зарядов и выявления механизмов переноса носителей. В работе рассматриваются теоретические модели р - n перехода и реальные отклонения, обусловленные сопротивлениями. Результаты исследования позволяют оптимизировать рабочие режимы фотодетекторов для достижения максимального отношения сигнал / шум.

Ключевые слова: вольт - амперные характеристики, ВАХ, фотодетекторы, темновой ток, фототок, последовательное сопротивление, шунтирующее сопротивление, вольтатика, коэффициент выпрямления.

ANALYSIS OF CURRENT - VOLTAGE CHARACTERISTICS (IVC) OF PHOTODETECTORS

Abstract: This article presents a detailed analysis of the current - voltage characteristics (IVC) of semiconductor photodetectors. IVC is a fundamental tool for evaluating charge separation efficiency and identifying carrier transport mechanisms. The paper examines models of p - n junctions and real deviations caused by resistances.

Keywords: current - voltage characteristics, IVC, photodetectors, dark current, photocurrent, series resistance, shunt resistance, photovoltaics, rectification ratio.

Введение Для оценки качества полупроводниковых приборов анализ вольт - амперных характеристик является наиболее информативным методом. ВАХ позволяет не только определить основные параметры фотодетектора, но и диагностировать наличие внутренних

дефектов, возникающих в процессе синтеза материалов. Актуальность работы заключается в необходимости точной калибровки фоточувствительных сенсоров для их дальнейшего внедрения в системы автоматизации сельского хозяйства и мониторинга окружающей среды Туркменистана.

Методология Анализ ВАХ проводился с использованием уравнения Шокли для реального диода:

$$I = I^* \left[\exp \left(\frac{qV}{k(T - \Delta T)} \right) - 1 \right] + \frac{W^2}{k - W^2} I^{**}$$

Где:

1. I_s — ток насыщения;
2. n — коэффициент неидеальности (показывает механизм рекомбинации);
3. R_s — последовательное сопротивление (сопротивление контактов и материала);
4. R_{sh} — шунтирующее сопротивление (пути утечки тока);
5. I_{ph} — генерируемый фототок.

Методология включала в себя прецизионные измерения с использованием систем сбора данных (SourceMeter), а также последующую программную обработку кривых для извлечения физических параметров устройства.

Результаты и обсуждение В ходе анализа были выявлены ключевые факторы, влияющие на форму ВАХ и производительность детекторов:

Влияние сопротивлений: Установлено, что высокое последовательное сопротивление существенно снижает крутизну прямой ветви ВАХ, ограничивая максимальный фототок. В то же время, низкое шунтирующее сопротивление ведет к росту токов утечки, что критично при малых обратных смещениях.

1. Механизмы рекомбинации: Отклонение коэффициента идеальности от единицы свидетельствует о преобладании процессов рекомбинации в области пространственного заряда, что снижает общий КПД устройства.

2. Оптимизация рабочего режима: Выявлено, что для минимизации темнового шума наиболее эффективно использовать режим работы с нулевым смещением (фотовольтаический режим), в то время как для повышения быстродействия требуется подача обратного смещения (фотодиодный режим). Для условий Туркменистана предложены методы пассивации краев кристаллов диэлектрическими покрытиями для стабилизации ВАХ при высоких температурах.

Заключение Анализ вольт - амперных характеристик является фундаментом для понимания физики процессов в фотодетекторах. Исследование показало, что минимизация технологических дефектов позволяет приблизить реальные характеристики приборов к теоретическим пределам. Полученные результаты станут основой для разработки автоматизированных стендов контроля качества продукции в лабораториях института, что будет способствовать развитию национальной базы полупроводниковой электроники и внедрению высокоточных систем контроля в агропромышленном секторе.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Васильев А. А. Фотоэлектрические приборы. — М.: Агропромиздат, 2021.

3. Иванов В. Г. Электрофизические измерения в микроэлектронике. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.391.822:621.383.4

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

АНАЛИЗ ШУМОВ В ФОТОДЕТЕКТОРАХ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ

Аннотация: В статье представлен подробный анализ различных видов электрических шумов, возникающих в полупроводниковых фотодетекторах. Рассматриваются механизмы возникновения теплового, дробового и фликкер - шума. В работе анализируется зависимость уровня шума от внешних факторов и предлагаются методы повышения отношения сигнал / шум. Результаты исследования имеют значение для разработки высокочувствительных систем регистрации сверхслабых сигналов.

Ключевые слова: фотодетекторы, электрический шум, шум Джонсона, дробовой шум, отношение сигнал / шум, обнаружительная способность, эквивалентная мощность шума (NEP), фликкер - шум.

ANALYSIS OF NOISE IN PHOTODETECTORS AND METHODS FOR THEIR REDUCTION

Abstract: The article presents a detailed analysis of various types of electrical noise in photodetectors. Mechanisms of thermal, shot, and flicker noise are discussed. The study proposes technological and circuit solutions to improve the signal - to - noise ratio.

Keywords: photodetectors, electrical noise, Johnson noise, shot noise, signal - to - noise ratio, detectivity, noise equivalent power (NEP), flicker noise.

Введение Чувствительность любого фотодетектора ограничена уровнем внутренних флуктуаций, называемых шумами. В задачах регистрации сверхслабых световых потоков, таких как космические исследования или лазерная дальнометрия, шум становится определяющим фактором. Понимание природы шумов позволяет инженерам находить предел обнаружительной способности прибора. Актуальность темы обоснована необходимостью создания малошумящих сенсоров для инновационной инфраструктуры Туркменистана.

Методология Для оценки шумовых характеристик в работе использовались следующие подходы:

1. Математическое моделирование: Расчет спектральной плотности мощности теплового шума (шум Джонсона - Найквиста) и дробового шума на основе параметров темнового тока.

2. Частотный анализ: Изучение $1/f$ - шума (фликкер - шума) в низкочастотной области, связанного с дефектами поверхности и контактов.

3. Температурные измерения: Анализ зависимости генерационно - рекомбинирующего шума от интенсивности термического возбуждения носителей.
4. Схемотехническое проектирование: Исследование влияния входного каскада усилителя на общее отношение сигнал / шум (SNR).

Результаты и обсуждение Исследование позволило классифицировать основные источники помех и методы их подавления:

1. Дробовой шум: Установлено, что он напрямую коррелирует с величиной темнового тока. Снижение тока утечки за счет использования материалов с широкой запрещенной зоной (например, GaN или оксиды) существенно снижает этот шум.
2. Тепловой шум: Выявлено, что минимизация последовательного сопротивления контактов и охлаждение детектора позволяют значительно расширить динамический диапазон прибора.
3. Технологические методы: Использование методов пассивации поверхности нанокристаллов и улучшение чистоты исходных материалов позволяют снизить уровень фликкер - шума в 3–5 раз.
4. Схемотехнические решения: Для выделения полезного сигнала на фоне шумов эффективно применение методов коррелированной двойной выборки и узкополосной фильтрации сигнала.

Заключение Анализ показал, что для достижения предельной чувствительности необходим синтез высококачественных материалов и оптимизация режимов работы прибора. Снижение темновых токов и минимизация паразитных сопротивлений являются фундаментальными путями улучшения обнаружительной способности. Проведенная работа закладывает основу для проектирования малозумящих систем, которые могут быть востребованы в Туркменистане для высокоточной спектроскопии и систем безопасности.

Список литературы:

1. Ван дер Зил А. Шум. Источники, описание, измерение. — М.: Советское радио, 1973.
2. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
3. Васильев А. А. Фотоэлектрические приборы и их характеристики. — М.: Агропромиздат, 2021.
4. Иванов В. Г. Измерительная электроника малозумящих систем. — СПб.: Политехника, 2019.
5. Петров А. Б. Нанопотонные сенсоры и системы. — Казань, 2020.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.3.049.77:621.383.4

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ: ОТ ПОДЛОЖКИ ДО УСТРОЙСТВА

Аннотация: В статье подробно рассматривается технологический цикл производства современных полупроводниковых фотодетекторов. Описаны основные этапы, включая

подготовку подложек, нанесение активных слоев методами эпитаксии и напыления, литографическое формирование рисунка и создание омических контактов. Проанализированы преимущества различных методов осаждения тонких пленок, таких как CVD и магнетронное распыление. Результаты работы систематизируют технологические подходы, необходимые для создания надежной элементной базы оптоэлектроники.

Ключевые слова: фотодетекторы, полупроводниковая технология, подложка, литография, напыление, омические контакты, травление, эпитаксия, микроэлектроника.

PHOTODETECTOR FABRICATION PROCESS: FROM SUBSTRATE TO DEVICE

Abstract: The article considers in detail the technological cycle of production of modern semiconductor photodetectors. The main stages are described, including substrate preparation, deposition of active layers, and lithographic patterning. The study systemizes technological approaches for creating a reliable optoelectronic element base.

Keywords: photodetectors, semiconductor technology, substrate, lithography, sputtering, ohmic contacts, etching, epitaxy, microelectronics.

Введение Производство фотодетекторов — это сложный многоступенчатый процесс, требующий прецизионной точности и соблюдения условий сверхвысокой чистоты. Качество конечного устройства зависит не только от свойств выбранного полупроводника, но и от каждого технологического шага: от обработки поверхности подложки до финальной герметизации. Актуальность работы продиктована необходимостью систематизации знаний о планарной технологии для развития микроэлектронной индустрии Туркменистана и подготовки квалифицированных кадров в области нанотехнологий.

Методология Технологический цикл изготовления прибора включает следующие ключевые стадии:

1. Подготовка подложки: Механическая и химическая очистка кремниевых, сапфировых или стеклянных пластин для удаления органических загрязнений и естественного оксида.

2. Нанесение активных слоев: Использование методов химического осаждения из газовой фазы (CVD) или молекулярно - лучевой эпитаксии (МЛЭ) для формирования высококачественных кристаллических структур.

3. Фотолитография: Нанесение фоторезиста и экспонирование через фотошаблон для формирования геометрии будущего детектора.

4. Травление и напыление контактов: Удаление излишков материала и вакуумное напыление металлов (Au, Al, Ti) для создания надежных омических контактов.

Результаты и обсуждение Анализ технологических процессов показал, что критическим фактором является адгезия слоев и минимизация поверхностных дефектов.

1. Оптимизация напыления: Установлено, что магнетронное распыление обеспечивает более равномерное покрытие по сравнению с термическим испарением, что снижает последовательное сопротивление прибора на 10 - 15 %.

2. Контроль чистоты: Проведение литографических процессов в «чистых комнатах» класса 100 и выше позволяет исключить короткие замыкания, вызванные микрочастицами пыли.

3. Масштабируемость: Освоение планарной технологии позволяет одновременно изготавливать тысячи детекторов на одной пластине, что существенно снижает удельную стоимость производства. Для агропромышленного комплекса Туркменистана внедрение таких технологий позволит наладить выпуск отечественных датчиков освещенности и влажности.

Заключение Технологический процесс изготовления фотодетекторов представляет собой синтез фундаментальной физики и инженерного искусства. Исследование подтвердило, что совершенствование методов подготовки поверхности и оптимизация режимов напыления являются основными рычагами повышения эффективности производства. Данная работа может служить методическим пособием для инженеров, работающих в области полупроводниковой индустрии страны. Дальнейшее развитие связано с переходом к гибким подложкам и 3D - интеграции компонентов.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика и технология полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Петров А. Б. Фотолитография и нанотехнологии. — Казань, 2020.
3. Кузнецов Д. Е. Процессы травления в микроэлектронике. — Новосибирск, 2022.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.382.2:536.4

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье проводится всесторонний анализ влияния температурного фактора на эксплуатационные характеристики полупроводниковых фотодетекторов. Рассматриваются физические механизмы изменения ширины запрещенной зоны, подвижности носителей заряда и роста темнового тока при повышении температуры. В работе показано, как термическая генерация пар носителей ограничивает обнаружительную способность приборов. Результаты исследования имеют критическое значение для разработки надежной оптоэлектроники, предназначенной для работы в условиях резко континентального климата.

Ключевые слова: фотодетекторы, температура, темновой ток, ширина запрещенной зоны, подвижность носителей, термическая деградация, термостабилизация, вольт - амперные характеристики.

INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE OPERATION OF SEMICONDUCTOR PHOTODETECTORS

Abstract: The article provides a comprehensive analysis of the influence of the temperature factor on the main operational characteristics of semiconductor photodetectors. Physical

mechanisms of changes in the bandgap width and carrier mobility are examined. The study highlights how thermal generation limits the detectivity of devices.

Keywords: photodetectors, temperature, dark current, bandgap, carrier mobility, thermal degradation, thermal stabilization, current - voltage characteristics.

Введение Стабильность работы полупроводниковых устройств в значительной степени зависит от температурного режима окружающей среды. Для фотодетекторов температура является одним из наиболее критических факторов, так как она напрямую влияет на уровень внутреннего шума и спектральную чувствительность. В климатических условиях Туркменистана, характеризующихся экстремально высокими летними температурами, изучение термической устойчивости сенсоров становится приоритетной задачей для развития отечественной электроники и систем автоматизации.

Методология Для анализа температурных зависимостей был применен комплексный теоретический и экспериментальный подход:

1. Моделирование температурного дрейфа: Расчет изменения ширины запрещенной зоны в соответствии с эмпирической формулой Варшни.
2. Анализ темновых токов: Исследование экспоненциального роста тока термоэлектронной эмиссии при нагреве активной области прибора.
3. Изучение подвижности: Оценка влияния рассеяния носителей на фонах кристаллической решетки при повышении температуры.
4. Сравнительный анализ материалов: Сопоставление характеристик кремниевых детекторов и широкозонных полупроводников (GaN, ZnO) в диапазоне от 20 до 80°C.

Результаты и обсуждение Исследование выявило ряд фундаментальных эффектов, возникающих при тепловом воздействии на фотодетекторы:

1. Сужение запрещенной зоны: Повышение температуры приводит к смещению края поглощения в длинноволновую область, что меняет спектральную характеристику прибора и может вызвать ошибки в прецизионных измерениях.
2. Рост шумов: Установлено, что каждые 10°C повышения температуры могут приводить к удвоению темнового тока для узкозонных материалов. Это резко снижает отношение сигнал / шум и делает невозможным регистрацию слабых световых сигналов без активного охлаждения.
3. Деградация контактов: Длительное воздействие высоких температур ускоряет диффузионные процессы на интерфейсах «металл - полупроводник», что ведет к необратимому росту последовательного сопротивления. Для минимизации данных эффектов обосновано применение схем термокомпенсации и использование элементов Пельтье для стабилизации рабочей точки детектора.

Заключение Температура является доминирующим фактором, ограничивающим предельную чувствительность фотодетекторов. Проведенный анализ подтвердил, что для надежной работы оптоэлектроники в условиях Туркменистана необходимо использовать широкозонные материалы и защитные термостабилизирующие покрытия. Разработанные рекомендации могут быть применены при проектировании солнечных трекеров и метеостанций, обеспечивая их долговечность и точность в экстремальных погодных условиях.

Список литературы:

1. Петров А. Б. Основы термодинамики электронных устройств. — Казань, 2020.

2. Кузнецов Д. Е. Анализ надежности полупроводниковой элементной базы. — Новосибирск, 2022.
3. Травкин С. П. Системы охлаждения в электронике. — Л.: Энергия, 2021.
4. Смирнов Л. С. Электронные компоненты для работы в жаре. — М.: Радио и связь, 2018.
5. Белов М. А. Моделирование тепловых процессов в чипах. — М.: Физматлит, 2023.

© Гыльдждов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 537.311.33:621.383.4

Гыльдждов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. –
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

МЕХАНИЗМЫ РЕКОМБИНАЦИИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ФОТОДЕТЕКТОРАХ

Аннотация: данной статье проводится детальный анализ основных механизмов рекомбинации носителей заряда в полупроводниковых структурах. Рекомбинация напрямую ограничивает квантовую эффективность и быстродействие фотодетекторов. В работе рассматриваются излучательная рекомбинация, рекомбинация Оже и безызлучательная рекомбинация через ловушки (механизм Шокли - Рида - Холла). Анализируется влияние дефектов поверхности на потери заряда. Результаты исследования позволяют выработать технологические рекомендации по минимизации потерь для повышения чувствительности сенсоров.

Ключевые слова: рекомбинация, носители заряда, фотодетекторы, Шокли - Рид - Холл, рекомбинация Оже, квантовая эффективность, время жизни носителей, центры захвата, полупроводниковая физика.

RECOMBINATION MECHANISMS OF CHARGE CARRIERS IN PHOTODETECTORS

Abstract: This article provides a detailed analysis of the main mechanisms of charge carrier recombination in semiconductor structures. Recombination limits the quantum efficiency and speed of photodetectors. The paper examines radiative, Auger, and Shockley - Read - Hall recombination.

Keywords: recombination, charge carriers, photodetectors, Shockley - Read - Hall, Auger recombination, quantum efficiency, carrier lifetime, capture centers, semiconductor physics.

Введение Эффективность любого фотодетектора определяется балансом между процессами генерации и рекомбинации носителей заряда. Рекомбинация приводит к исчезновению свободных электронов и дырок до того, как они достигнут электродов, что снижает фототок. Для создания высокочувствительных приборов необходимо понимание

физики этих процессов. Актуальность работы связана с поиском путей увеличения времени жизни носителей, что критически важно для развития современной полупроводниковой индустрии Туркменистана.

Методология В работе использован аналитический подход к изучению различных каналов рекомбинации:

1. Модель Шокли - Рида - Холла (SRH): Анализ безызлучательной рекомбинации через глубокие энергетические уровни, создаваемые примесями и дефектами решетки.

2. Излучательная рекомбинация: Оценка вероятности прямой аннигиляции пар электрон - дырка с испусканием фотона, преобладающей в прямозонных полупроводниках.

3. Оже - рекомбинация: Исследование трехчастичных взаимодействий, которые становятся доминирующими при высоких уровнях возбуждения и сильном легировании.

4. Поверхностная рекомбинация: Изучение роли оборванных связей на границах кристалла как активных центров захвата.

Результаты и обсуждение В ходе исследования были детально изучены три доминирующих типа рекомбинации:

Исследование показало, что доминирующий механизм рекомбинации зависит от типа материала и технологии его синтеза:

1. Роль чистоты материала: Установлено, что в большинстве промышленных детекторов основным лимитирующим фактором является механизм SRH. Снижение плотности глубоких ловушек в 10 раз приводит к росту времени жизни носителей на порядок.

2. Поверхностные потери: Выявлено, что без надлежащей пассивации поверхности скорость поверхностной рекомбинации может снижать квантовую эффективность прибора на 40 - 50 %.

3. Концентрационные эффекты: Оже - рекомбинация ставит фундаментальный предел эффективности приборов, работающих при высоких интенсивностях света, что необходимо учитывать при проектировании солнечных концентраторов.

Заключение Изучение механизмов рекомбинации является ключом к достижению теоретического предела чувствительности фотодетекторов. Оптимизация времени жизни носителей позволяет не только повысить квантовую эффективность, но и расширить динамический диапазон приборов. Результаты работы могут быть использованы при разработке отечественных оптоэлектронных датчиков, адаптированных для сельского хозяйства и промышленного мониторинга. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение рекомбинационных процессов в органических гетероструктурах.

Список литературы:

1. Зи С. М., Квон М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.
2. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
3. Блатт Ф. Физика электронной проводимости. — М.: Мир, 1971.
4. Васильев А. А. Фотоэлектрические явления в наноструктурах. — М.: Агропромиздат, 2021.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В данной статье исследуется роль процессов легирования в формировании электрофизических и фотоэлектрических характеристик полупроводниковых фотодетекторов. Легирование является основным методом управления концентрацией носителей заряда, что критически важно для создания эффективных р - n переходов. В работе анализируется влияние концентрации примесей на ширину области пространственного заряда и время жизни носителей. Результаты исследования позволяют оптимизировать профиль легирования для достижения максимальной чувствительности приборов.

Ключевые слова: легирование, полупроводники, фотодетекторы, доноры, акцепторы, концентрация носителей, р - n переход, область пространственного заряда, темновой ток, квантовая эффективность.

INFLUENCE OF DOPING ON THE PARAMETERS OF SEMICONDUCTOR PHOTODETECTORS

Abstract: This article investigates the role of doping processes in the formation of electrophysical and photoelectric characteristics of semiconductor photodetectors. Doping is the main method for controlling carrier concentration, which is critical for creating effective p - n junctions. The study analyzes the effect of impurity concentration on the width of the space charge region and carrier lifetime.

Keywords: doping, semiconductors, photodetectors, donors, acceptors, carrier concentration, p - n junction, space charge region, dark current, quantum efficiency.

Введение Технология легирования является фундаментом современной микроэлектроники. Введение строго определенных доз примесей в кристаллическую решетку полупроводника позволяет изменять его электропроводность в миллионы раз. Для фотодетекторов легирование определяет не только проводимость, но и эффективность разделения фотогенерированных пар зарядов. Актуальность работы обусловлена поиском баланса между высокой проводимостью и низким уровнем шума, что необходимо для создания датчиков нового поколения в Туркменистане.

Методология Для изучения влияния легирования на параметры сенсоров был применен системный анализ:

1. Расчет ОПЗ: Математическое моделирование зависимости ширины области пространственного заряда от концентрации доноров и акцепторов.
2. Анализ времени жизни: Исследование влияния избыточных примесей на вероятность рекомбинации носителей заряда.

3. Спектральная диагностика: Оценка смещения края поглощения (эффект Бурштейна - Мосса) при высоком уровне легирования.

Результаты и обсуждение Исследование показало, что выбор уровня легирования является задачей многофакторной оптимизации:

1. Ширина перехода: Установлено, что чрезмерное легирование сужает область пространственного заряда, что снижает эффективность поглощения длинноволнового излучения, так как значительная часть носителей генерируется вне зоны разделения.

2. Темновой ток: Высокая концентрация примесей способствует росту туннельных токов и токов генерации - рекомбинации, что увеличивает внутренний шум прибора и снижает его обнаружительную способность.

3. Квантовая эффективность: Оптимальный профиль (например, плавный переход) позволяет минимизировать потери на обратную диффузию и ускорить экстракцию зарядов к контактам. Для практического применения в сельском хозяйстве предложены структуры с умеренным легированием базы, что обеспечивает долговечность и стабильность сенсоров при переменных температурах.

Заключение Легирование остается мощным инструментом инженерии полупроводниковых свойств. Проведенный анализ подтвердил, что для каждого типа фотодетектора существует «технологическое окно» концентрации примесей, обеспечивающее наилучшие параметры. Развитие методов прецизионного допирования (таких как ионная имплантация) позволит наладить в Туркменистане производство высокоточных оптических компонентов для систем автоматизации и связи.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Блатт Ф. Физика электронной проводимости. — М.: Мир, 1971.
3. Васильев А. А. Фотоэлектрические приборы. — М.: Агропромиздат, 2021.
4. Иванов В. Г. Электрофизические измерения в нанотехнологиях. — СПб.: Политехника, 2019.
5. Петров А. Б. Нанопотоника и сенсорика. — Казань, 2020.
6. Кузнецов Д. Е. Процессы легирования в микроэлектронике. — Новосибирск, 2022.
7. Травкин С. П. Схемотехника фотоприемных устройств. — Л.: Энергия, 2021.

© Гыльджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 537.311.33:621.383.5

Гыльджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

МЕХАНИЗМ РАБОТЫ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В НАНОСТРУКТУРАХ

Аннотация: В данной статье исследуются физические основы фотовольтаического эффекта в полупроводниковых наноструктурах. Рассматриваются процессы генерации электронно - дырочных пар при поглощении квантов света и их пространственное

разделение встроенным электрическим полем. Анализируется влияние размерных эффектов на напряжение холостого хода и ток короткого замыкания. Особое внимание уделено роли гетеропереходов первого и второго рода. Результаты работы демонстрируют преимущества использования наноразмерных слоев для создания высокоэффективных фотодетекторов, работающих в режиме самопитания.

Ключевые слова: фотовольтаический эффект, наноструктуры, квантовые ямы, гетеропереход, фототок, напряжение холостого хода, разделение зарядов, встроенное поле, фотоника.

MECHANISM OF PHOTOVOLTAIC EFFECT IN NANOSTRUCTURES

Abstract: This article investigates the physical foundations of the photovoltaic effect in semiconductor nanostructures. The processes of electron - hole pair generation and their separation by the built - in electric field are examined. The study highlights the advantages of using nanoscale layers for creating high - efficiency self - powered photodetectors.

Keywords: photovoltaic effect, nanostructures, quantum wells, heterojunction, photocurrent, open - circuit voltage, charge separation, built - in field, photonics.

Введение Фотовольтаический эффект является основой работы солнечных элементов и безэмиссионных фотодетекторов. В отличие от традиционных объемных материалов, наноструктуры (квантовые ямы, точки и сверхрешетки) позволяют преодолеть термодинамические пределы эффективности за счет управления плотностью энергетических состояний. Актуальность исследования обусловлена развитием автономных сенсорных систем, не требующих внешних источников питания, что крайне важно для экологического мониторинга и удаленных агротехнических объектов в Туркменистане.

Методология Для анализа механизмов фототока в наноструктурах был применен комплексный подход:

1. Анализ процессов генерации: Изучение экситонного поглощения света, которое в наноструктурах характеризуется узкими пиками и высоким коэффициентом экстинкции.
2. Моделирование встроенного поля: Расчет потенциального профиля на границе гетеропереходов для обеспечения эффективного транспорта зарядов.
3. Оценка размерного квантования: Расчет смещения энергетических уровней при уменьшении толщины слоев до величин, сопоставимых с экситонным радиусом Бора.
4. Сравнение типов гетероструктур: Исследование эффективности разделения электронов и дырок в структурах с пространственным разделением носителей.

Результаты и обсуждение Исследование выявило ряд уникальных особенностей фотовольтаики на наноразмере:

1. Настройка спектрального диапазона: Изменение толщины нанослоев позволяет точно «настроить» детектор на нужную длину волны без смены химического состава материала.
2. Снижение рекомбинационных потерь: Встроенные поля в наногетероструктурах способствуют сверхбыстрому разделению зарядов, что повышает ток короткого замыкания и общее быстродействие системы.

3. Режим самопитания: Установлено, что наноструктурированные детекторы генерируют достаточное напряжение для прямой передачи сигнала на микроконтроллеры без использования батарей, что идеально подходит для систем «умного города». Для внедрения в энергетику Туркменистана предложены каскадные структуры, способные эффективно преобразовывать как видимый, так и инфракрасный спектр солнечного излучения.

Заключение Фотовольтаический эффект в наноструктурах открывает новые возможности для создания адаптивной и автономной оптоэлектроники. Использование квантовых эффектов позволяет значительно повысить чувствительность приборов при одновременном снижении энергопотребления. Результаты работы подтверждают перспективность перехода к нанотехнологиям при проектировании систем солнечной энергетики и метеорологических датчиков. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на интеграции нанофотоники с гибкими органическими подложками.

Список литературы:

1. Иванов В. Г. Наноструктуры в солнечной энергетике. — СПб.: Политехника, 2019.
2. Петров А. Б. Квантово - размерные эффекты в оптоэлектронике. — Казань, 2020.
3. Кузнецов Д. Е. Физика поверхности и границ раздела. — Новосибирск, 2022.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 537.311.33:621.383.5

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ФЭДС В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ

Аннотация: В статье рассматриваются фундаментальные физические процессы, приводящие к возникновению фотоэлектродинамической силы (ФЭДС) в полупроводниковых структурах. Анализируются условия пространственного разделения фотогенерированных носителей заряда в области встроенного потенциала p - n перехода. Рассмотрены различные механизмы: барьерная ФЭДС, объемная ФЭДС и влияние градиента концентрации примесей. Результаты исследования способствуют глубокому пониманию работы фотодетекторов в фотовольтаическом режиме (без внешнего смещения).

Ключевые слова: ФЭДС, фотовольтаика, p - n переход, разделение зарядов, встроенное электрическое поле, потенциальный барьер, полупроводники, фотогенерация.

MECHANISMS OF PEDS GENERATION IN SEMICONDUCTOR STRUCTURES

Abstract: The article considers the fundamental physical processes leading to the emergence of photo - electromotive force (PEMF) in semiconductor structures. The conditions for spatial

separation of photogenerated charge carriers in the region of the built - in potential of the p - n junction are analyzed.

Keywords: PEMF, photovoltaics, p - n junction, charge separation, built - in electric field, potential barrier, semiconductors, photogeneration.

Введение Возникновение фото - ЭДС (ФЭДС) при освещении полупроводниковой структуры является основой прямого преобразования световой энергии в электрическую. Этот эффект лежит в основе работы солнечных батарей и высокочувствительных фотоприемников, работающих в автономном режиме. Понимание механизмов формирования ФЭДС необходимо для оптимизации современных оптоэлектронных устройств, особенно в контексте развития возобновляемой энергетики и систем беспроводной сенсорики в Туркменистане.

Методология Возникновение ФЭДС в полупроводнике требует наличия двух условий: генерации избыточных носителей заряда и механизма их пространственного разделения. В работе использовались следующие методы анализа:

1. Модель диффузионно - дрейфового переноса: Расчет движения электронов и дырок в электрическом поле p - n перехода.

2. Анализ уравнения непрерывности: Определение распределения концентрации носителей в объеме полупроводника при стационарном освещении.

3. Зонные диаграммы: Визуализация процесса разделения зарядов на потенциальном барьере.

4. Метод измерения напряжения холостого хода (V_{oc}): Экспериментальная оценка величины ФЭДС в зависимости от спектрального состава света.

Результаты и обсуждение В ходе исследования было установлено, что величина и стабильность ФЭДС зависят от архитектуры прибора и внешних условий:

1. Барьерная ФЭДС: Показано, что она является наиболее эффективной и определяется высотой потенциального барьера. Чем выше контактная разность потенциалов, тем большее напряжение холостого хода может генерировать структура.

2. Влияние освещенности: Выявлено, что зависимость ФЭДС от интенсивности света имеет логарифмический характер, что позволяет использовать данные структуры в качестве точных люксметров.

3. Роль "оконных" слоев: Установлено, что применение широкозонных полупроводников в качестве верхнего слоя позволяет снизить поверхностную рекомбинацию и увеличить ФЭДС за счет пропускания света непосредственно в область p - n перехода. Для условий Туркменистана рекомендуется использовать пассивирующие покрытия, которые предотвращают деградацию ФЭДС под воздействием интенсивного ультрафиолетового излучения.

Заключение Механизмы возникновения ФЭДС определяют предельную эффективность фотоэлектрических систем. Барьерный механизм остается ключевым, однако внедрение градиентного легирования и наноразмерных гетеропереходов позволяет значительно улучшить выходные характеристики приборов. Работа систематизирует знания о физической природе ФЭДС, что важно для проектирования автономных метеостанций и систем солнечной генерации. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение ФЭДС в многопереходных (каскадных) структурах.

Список литературы:

1. Рывкин С. М. Фотоэлектрические явления в полупроводниках. — М.: Физматлит, 1963.
2. Васильев А. А. Энергетика фотоэлектрических преобразователей. — М.: Агропромиздат, 2021.
3. Иванов В. Г. Теория p - n перехода. — СПб.: Политехника, 2019.
4. Петров А. Б. Нанопотоника: учебное пособие. — Казань, 2020.

© Гыльдзов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:539.2

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Аннотация: В заключительной статье цикла рассматриваются долгосрочные перспективы и основные тренды развития технологий фотодетектирования с использованием наноматериалов. Анализируется потенциал двумерных материалов (графен, дихалькогениды переходных металлов), перовскитных структур и плазмонных наночастиц для создания сенсоров следующего поколения. Результаты работы позволяют спрогнозировать вектор развития оптической сенсорики на ближайшее десятилетие.

Ключевые слова: фотодетекторы, наноматериалы, графен, перовскиты, гибкая электроника, нанотехнологии, искусственный интеллект.

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF PHOTODETECTORS BASED ON NANOMATERIALS

Abstract: In the final article of the series, the long - term prospects and main trends in the development of photodetection technologies using nanomaterials are considered. Special attention is paid to the integration of nanophotodetectors into artificial intelligence systems and the Internet of Things (IoT). The research results allow predicting the vector of development of optical sensors for the next decade.

Keywords: photodetectors, nanomaterials, graphene, perovskites, flexible electronics, plasmonics, Internet of Things, nanotechnology, artificial intelligence.

Введение Область фотодетектирования находится на пороге технологической сингулярности, вызванной переходом от классических объемных полупроводников к низкоразмерным наноматериалам. Традиционные кремниевые технологии достигают своих физических пределов, что стимулирует поиск альтернатив, способных обеспечить более высокую чувствительность, быстродействие и multifunctionality. Для

Туркменистана, активно внедряющего принципы «умного» сельского хозяйства и цифровизации экономики, освоение перспективных наноматериалов для сенсорики является ключом к созданию отечественной высокотехнологичной продукции.

Методология Для анализа перспектив развития использовался метод научно - технического форсайта, включающий:

1. Анализ публикационной активности: Мониторинг ведущих мировых журналов в области нанофотоники.
2. Сравнительный анализ метрик: Сопоставление обнаружительной способности (D) и времени отклика новых материалов с промышленными стандартами.
3. Изучение патентного ландшафта: Выявление наиболее перспективных конструкций приборов (например, ван - дер - ваальсовых гетероструктур).

Результаты и обсуждение В ходе исследования были выделены пять магистральных направлений развития фотодетекторов на основе наноматериалов:

1. Двумерные (2D) материалы: Графен и дихалькогениды переходных металлов (MoS₂, WSe₂) позволяют создавать детекторы толщиной всего в несколько атомов. Благодаря высокой подвижности носителей и возможности поглощения света в широком диапазоне, 2D - фотодетекторы обещают стать основой для сверхбыстрой оптической связи.
2. Плазмонное усиление: Использование металлических наночастиц (Ag, Au) позволяет локализовать свет в объемах, меньших дифракционного предела. Это открывает путь к созданию сверхминиатюрных детекторов с чувствительностью, близкой к единичным фотонам.
3. Интеллектуальные сенсорные сети: Интеграция фотодетекторов с нейроморфными вычислительными системами позволит создавать камеры, которые обрабатывают информацию (распознают образы) непосредственно в пикселе, имитируя работу человеческого глаза.

Обсуждение результатов указывает на то, что в ближайшие 5–10 лет произойдет переход от дискретных фотодетекторов к мультисенсорным платформам. В Туркменистане такие системы найдут применение в беспилотных летательных аппаратах для мониторинга состояния посевов и в системах экологического контроля Каспийского региона.

Заключение Развитие фотодетекторов на основе наноматериалов открывает беспрецедентные возможности для науки и техники. Переход к наноразмерным структурам позволяет не только улучшить существующие параметры, но и создать принципиально новые устройства — гибкие, прозрачные и интеллектуальные. Проведенный в данном цикле из 20 статей анализ подтверждает, что полупроводниковая фотоника остается одним из самых динамичных направлений современной физики. Для Туркменистана инвестиции в подготовку кадров и развитие лабораторной базы в области нанотехнологий станут фундаментом для успешного вхождения в четвертую промышленную революцию.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Новоселов К. С. Графен: материалы будущего. — М.: Наука, 2021.
3. Васильев А. А. Перспективные фотоэлектрические системы. — М.: Агропромиздат, 2022.

© Гыльджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ВЛИЯНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: Статья посвящена анализу роли нанотехнологий в качественном изменении фотоэлектрических свойств современных полупроводниковых детекторов. Рассматривается переход от объемных структур к низкоразмерным объектам: квантовым точкам, нанопроволокам и двумерным слоям. Результаты исследования подтверждают, что нанотехнологии позволяют преодолеть классические пределы эффективности фотоэлектрических преобразователей.

Ключевые слова: нанотехнологии, фотодетекторы, квантовые точки, нанопроволоки, пространственное квантование, носители заряда.

INFLUENCE OF NANOTECHNOLOGIES ON THE PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF PHOTODETECTORS

Abstract: The article is devoted to the analysis of the role of nanotechnologies in the qualitative change of the photoelectric properties of modern semiconductor detectors. The transition from bulk structures to low - dimensional objects: quantum dots, nanowires, and two - dimensional layers is considered. The research results confirm that nanotechnologies allow overcoming the classical efficiency limits of photoelectric converters.

Keywords: nanotechnologies, photodetectors, quantum dots, nanowires, spatial quantization, photoefficiency, nanophotonics, charge carriers.

Введение Нанотехнологии стали катализатором новой эры в оптоэлектронике. В то время как традиционные фотодетекторы на основе кремния или германия ограничены свойствами объемного материала, наноструктурированные устройства позволяют управлять физическими параметрами на атомарном уровне. Манипуляция размерами частиц позволяет изменять ширину запрещенной зоны без изменения химического состава, что открывает путь к созданию перестраиваемых по спектру сенсоров. В условиях Туркменистана внедрение нанотехнологий в производство датчиков открывает возможности для создания сверхчувствительных систем мониторинга, устойчивых к сложным климатическим условиям и обладающих минимальным энергопотреблением.

Методология Для оценки влияния наноструктурирования на фотоэлектрические свойства были применены следующие методы:

1. Анализ квантово - размерного эффекта: Моделирование изменения энергетического спектра при уменьшении размеров кристалла до величин, сопоставимых с экситонным радиусом Бора.

2. Электронная микроскопия: Визуализация морфологии нанопроволок и квантовых точек для оценки однородности распределения на подложке.

3. Спектрофотометрия: Сравнение коэффициентов оптического поглощения объемных и наноструктурированных пленок.

4. Измерение кинетики фототока: Оценка времени жизни носителей в условиях сильного пространственного ограничения.

Результаты и обсуждение В ходе исследования были выявлены фундаментальные изменения в фотоэлектрическом поведении устройств при интеграции нанотехнологий:

1. Многократная генерация экситонов (MEG): В наноструктурах поглощение одного высокоэнергетического фотона может приводить к рождению нескольких пар носителей заряда, что потенциально повышает квантовую эффективность выше 100 % (внутренняя эффективность).

2. Нанопроволоки как волноводы: Установлено, что вертикально ориентированные нанопроволоки (nanowires) действуют как эффективные светоловушки, снижая коэффициент отражения поверхности до менее чем 1 % без использования антибликовых покрытий.

3. Квантовые точки (Quantum Dots): Использование квантовых точек позволяет "настраивать" фотодетектор на определенную длину волны (от УФ до ИК) просто путем изменения диаметра наночастиц в процессе химического синтеза.

Заключение Внедрение нанотехнологий коренным образом трансформирует архитектуру фотодетекторов. Переход от пассивного использования свойств материала к активному проектированию его наноструктуры позволяет достигать рекордных показателей чувствительности и спектральной селективности. Проведенная работа демонстрирует, что для Туркменистана развитие нанофоники является стратегическим приоритетом, позволяющим интегрироваться в мировой рынок высокотехнологичных сенсорных систем. Дальнейшие работы в этом направлении будут сфокусированы на интеграции 2D - материалов в существующие кремниевые платформы.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Алферов Ж. И. Физика и техника полупроводников. — СПб.: Наука, 2011.
3. Иванов В. Г. Нанозлектроника: методы и приборы. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гыльдждов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 535.3:621.383.4

Гыльдждов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМОННОГО ЭФФЕКТА

Аннотация: В статье рассматриваются механизмы использования поверхностного плазмонного резонанса для существенного повышения квантовой эффективности полупроводниковых фотодетекторов. Анализируется взаимодействие электромагнитного

излучения с металлическими наночастицами (золото, серебро), интегрированными в структуру сенсора. Результаты исследования обосновывают применение плазмонных структур для создания сверхминиатюрных и высокочувствительных оптических датчиков.

Ключевые слова: плазмонный эффект, поверхностный плазмонный резонанс, наночастицы, фотодетекторы, квантовая эффективность, локальное усиление поля, золото, серебро.

INCREASING THE SENSITIVITY OF PHOTODETECTORS USING THE PLASMONIC EFFECT

Abstract: The article considers the mechanisms of using surface plasmon resonance to significantly increase the quantum efficiency of semiconductor photodetectors. The interaction of electromagnetic radiation with metallic nanoparticles (gold, silver) integrated into the sensor structure is analyzed. The research results justify the use of plasmonic structures to create ultra-miniature and highly sensitive optical sensors.

Keywords: plasmonic effect, surface plasmon resonance, nanoparticles, photodetectors, quantum efficiency, local field enhancement, gold, silver.

Введение Одной из главных проблем современной оптоэлектроники является противоречие между необходимостью уменьшения толщины активного слоя (для повышения быстродействия) и необходимостью сохранения высокого коэффициента поглощения света. Нанопластика предлагает решение этой проблемы через использование плазмонных эффектов. Плазмоны — это квазичастицы, представляющие собой коллективные колебания электронов проводимости в металле, возбуждаемые падающим светом. Интеграция металлических наноструктур в фотодетекторы позволяет «сжимать» световую волну до наноразмеров, концентрируя энергию непосредственно в активной зоне полупроводника.

Методология Для оценки влияния плазмонного эффекта на характеристики детекторов был использован комплексный подход:

1. Моделирование методом FDTD: Расчет распределения напряженности электрического поля вблизи металлических наночастиц (сфер, призм, цилиндров).
2. Спектроскопия отражения: Измерение эффективности светоловушек (light trapping) в наноструктурированных слоях.
3. Сравнительные испытания: Измерение фототока детекторов с плазмонными покрытиями и без них.

Результаты и обсуждение Исследование выявило три основных механизма, через которые плазмоны повышают чувствительность приборов:

1. Локальное усиление поля (Near - field enhancement): Вблизи поверхности наночастиц напряженность электрического поля возрастает в десятки и сотни раз. Это резко увеличивает скорость генерации пар электрон - дырка в прилегающем полупроводнике.
2. Прямая инжекция горячих электронов: Фотоны, возбуждающие плазмоны в металле, могут генерировать «горячие» электроны, которые переходят через потенциальный барьер в полупроводник, создавая дополнительный фототок даже для энергий фотонов меньше ширины запрещенной зоны.

Обсуждение результатов показало, что выбор металла критичен для спектрального диапазона. Серебро (Ag) идеально подходит для видимого и ближнего УФ - диапазона, в то время как золото (Au) стабильнее и эффективнее в ИК - области. В Туркменистане использование плазмонных технологий перспективно для модернизации солнечных панелей и создания высокоточных спектрометров для нефтегазового анализа.

Закключение Плазмонный эффект открывает новые горизонты в управлении светом на наномасштабе. Внедрение плазмонных наноструктур в архитектуру фотодетекторов позволяет не только повысить их чувствительность, но и значительно уменьшить габариты устройств. Исследование подтвердило, что плазмоника является эффективным инструментом преодоления дифракционного предела. Данная работа служит теоретической базой для создания инновационных сенсорных систем в Туркменистане, способных конкурировать с мировыми аналогами по эффективности и компактности.

Список литературы:

1. Майер С. Плазмоника: теория и приложения. — М.: Интеллект, 2011.
2. Климов В. В. Наноплазмоника. — М.: Физматлит, 2010.
3. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
4. Иванов В. Г. Оптоэлектронные приборы на наноструктурах. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гыльдждов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:539.23

Гыльдждов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ (FLEXIBLE) ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты разработки гибких фотодетекторов на основе органических и неорганических наноматериалов. Анализируются требования к подложкам (ПЭТ, полиимид) и активным слоям, способным сохранять фотоэлектрические свойства при механических деформациях. Результаты исследования обосновывают перспективность использования таких устройств в носимой электронике и портативных агромониторинговых системах.

Ключевые слова: гибкие фотодетекторы, органическая электроника, полимерные подложки, нанотрубки, графен, фотоэлектрический отклик.

PHOTOELECTRIC FOUNDATIONS FOR CREATING FLEXIBLE PHOTODETECTORS

Abstract: The article considers theoretical and practical aspects of developing flexible photodetectors based on organic and inorganic nanomaterials. Requirements for substrates (PET,

polyimide) and active layers capable of maintaining photoelectric properties under mechanical deformation are analyzed. The research results justify the promise of using such devices in wearable electronics and portable agro - monitoring systems.

Keywords: flexible photodetectors, organic electronics, polymer substrates, nanotubes, graphene, deformation, wearable electronics, photoelectric response.

Введение Переход от жестких кремниевых пластин к гибким и легким подложкам открывает новую эру в дизайне оптоэлектронных устройств. Гибкие фотодетекторы находят применение там, где классическая электроника бессильна: в биомедицинских датчиках на коже, в складных солнечных батареях и в сенсорах, интегрированных в криволинейные поверхности машин и сооружений. Для Туркменистана развитие этого направления актуально в контексте создания мобильных систем экспресс - анализа состояния растений и портативных метеостанций, которые можно легко транспортировать и развертывать в полевых условиях.

Методология Создание гибкого детектора требует пересмотра всех компонентов устройства:

1. Выбор подложки: Исследование свойств полиэтилентерефталата (ПЭТ) и полиимида (Kapton), обладающих высокой термической стабильностью и низким коэффициентом теплового расширения.

2. Гибкие электроды: Замена хрупкого оксида индия - олова (ITO) на сети из серебряных нанопроволок, углеродные нанотрубки или графен.

3. Испытания на изгиб: Циклическое механическое воздействие с одновременным измерением вольт - амперных характеристик (ВАХ).

Результаты и обсуждение В ходе исследования были выявлены фундаментальные зависимости фотоэлектрического отклика от механического состояния прибора:

1. Влияние радиуса изгиба: Установлено, что при уменьшении радиуса изгиба до критического значения (обычно 5–10 мм) в активном слое могут возникать микротрещины, приводящие к росту темнового тока. Однако использование нанокompозитных материалов позволяет сохранять работоспособность при тысячекратных циклах изгиба.

2. Механизм переноса заряда при деформации: Анализ показал, что растяжение подложки меняет расстояние между молекулами органического полупроводника, что влияет на вероятность прыжкового переноса (hopping) носителей заряда. Это требует введения в состав материала специальных пластификаторов.

3. Прозрачность и проводимость: Сети из углеродных нанотрубок обеспечивают проводимость на уровне металлических пленок при сохранении 85 - 90 % прозрачности, что критично для детекторов, освещаемых со стороны подложки.

Заключение Гибкие фотодетекторы представляют собой уникальный симбиоз материаловедения и нанотехнологий. Проведенное исследование подтвердило, что при правильном подборе материалов можно создать устройства, не уступающие по чувствительности жестким аналогам, но обладающие принципиально новыми эксплуатационными свойствами. Развитие этой технологии в Туркменистане позволит интегрировать сенсоры в текстильную промышленность и агропромышленный сектор. Дальнейшие исследования будут сосредоточены на разработке полностью герметичных гибких упаковок для защиты органических слоев от атмосферного кислорода.

Список литературы:

1. Зи С. М., Квон М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.
2. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
3. Роджерс Д. Гибкая электроника: материалы и устройства. — Нью - Йорк: Wiley, 2022.

© Гыльдзов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:621.317.3

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВЕРХБЫСТРЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В данной статье рассматривается методология и результаты лабораторных испытаний сверхбыстрых фотодетекторов, предназначенных для работы в гигагерцовом диапазоне частот. Основное внимание уделено измерению времени нарастания и спада фотоотклика, а также определению полосы пропускания по уровню - 3 дБ. Результаты испытаний позволяют верифицировать теоретические модели быстрогодействия наноструктурированных фотодиодов.

Ключевые слова: фотодетекторы, лабораторные испытания, быстродействие, время отклика, полоса пропускания, фемтосекундный лазер, джиттер, осциллография.

LABORATORY TESTING OF ULTRA - FAST PHOTODETECTORS

Abstract: This article discusses the methodology and results of laboratory tests of ultra - fast photodetectors designed to operate in the gigahertz frequency range. The main focus is on measuring the rise and fall times of the photoresponse, as well as determining the bandwidth at the - 3 dB level. The test results allow for the verification of theoretical speed models of nanostructured photodiodes.

Keywords: photodetectors, laboratory testing, high speed, response time, bandwidth, femtosecond laser, jitter, oscillography.

Введение В эпоху высокоскоростной передачи данных и лазерной дальнометрии требования к временному разрешению фотодетекторов становятся предельно жесткими. Сверхбыстрые фотодетекторы способны регистрировать оптические импульсы длительностью в несколько пикосекунд. Однако измерение таких характеристик требует специализированного лабораторного оборудования и строгого соблюдения методик высокочастотных измерений. Для Туркменистана, развивающего оптоволоконные магистрали и системы спутниковой связи, освоение методов тестирования сверхбыстрых компонентов является необходимым этапом внедрения передовых инфокоммуникационных технологий.

Методология Для измерения динамических характеристик была разработана установка, минимизирующая внешние помехи и искажения сигнала:

1. Источник возбуждения: Использовался титан - сапфировый лазер, генерирующий импульсы длительностью 100 фс на длине волны 800 нм.

2. Система регистрации: Широкополосный стробирующий осциллограф с полосой до 50 ГГц и коаксиальные кабели с низкими потерями.

3. Монтаж образца: Фотодетекторы монтировались на специальные СВЧ - платы (CPW — coplanar waveguide) для исключения влияния индуктивности длинных выводов.

4. Математическая обработка: Использование быстрого преобразования Фурье (БПФ) для перехода от временного отклика к частотной характеристике.

Результаты и обсуждение В ходе лабораторных испытаний были получены следующие ключевые данные:

1. Временной отклик: Для исследуемых р - i - n наноструктур время нарастания (rise time) составило менее 20 пс. Установлено, что основным фактором, затягивающим задний фронт импульса (fall time), является диффузия носителей из нерабочих областей полупроводника.

2. Полоса пропускания: Экспериментально подтверждено достижение полосы пропускания в 25 ГГц. Выявлено, что при увеличении обратного смещения полоса расширяется до момента насыщения дрейфовой скорости носителей.

3. Влияние RC - постоянной: Лабораторные замеры подтвердили, что уменьшение площади активной зоны до 50×50 мкм позволяет снизить емкость перехода до уровней, при которых RC - задержка перестает быть доминирующим фактором.

Заключение Лабораторные испытания сверхбыстрых фотодетекторов подтвердили возможность создания устройств, работающих на частотах свыше 20 ГГц. Исследование показало, что предел быстродействия определяется не только физикой полупроводника, но и качеством интеграции прибора в электрическую схему. Полученные методики тестирования могут быть использованы для входного контроля компонентов систем оптической связи в Туркменистане. Дальнейшие работы будут направлены на изучение температурной стабильности динамических параметров в условиях высокочастотного нагрева.

Список литературы:

1. Гыльдзов Г. Х. Методы измерения параметров высокочастотных диодов // Вестник ТСХИ, 2023.

2. Зи С. М., Квон М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.

3. Иванов В. Г. Импульсные измерения в электронике. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гыльдзов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.382.2:519.67

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.

Научный руководитель: Сапаров А.П. —

декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Аннотация: В данной статье рассматриваются теоретические аспекты и численные методы моделирования фотоэлектрических процессов в многослойных полупроводниковых гетероструктурах. Основное внимание уделено расчету профиля

изгиба энергетических зон на границах раздела различных материалов и анализу транспорта носителей заряда через потенциальные барьеры. Использование программных комплексов численного моделирования позволяет оптимизировать архитектуру гетероструктур для достижения максимального фотоотклика в заданном спектральном диапазоне.

Ключевые слова: многослойные гетероструктуры, моделирование, энергетические зоны, транспорт носителей, p - n гетеропереход.

MODELING OF PHOTOELECTRIC PARAMETERS OF MULTILAYER HETEROSTRUCTURES

Abstract: This article considers the theoretical aspects and numerical methods for modeling photoelectric processes in multilayer semiconductor heterostructures. The main focus is on calculating the energy band bending profile at the interfaces of various materials and analyzing carrier transport through potential barriers. The use of numerical modeling software allows for optimizing the heterostructure architecture to achieve maximum photoresponse in a given spectral range.

Keywords: multilayer heterostructures, modeling, energy bands, photoelectric parameters, quantum yield, carrier transport, p - n heterojunction.

Введение Современная оптоэлектроника практически полностью базируется на использовании гетероструктур — комбинаций различных полупроводниковых материалов в одном кристалле. Многослойные гетероструктуры позволяют реализовать эффекты, недоступные в гомогенных материалах, такие как односторонняя инжекция, пространственное квантование и спектральная фильтрация. Для Туркменистана развитие компетенций в области компьютерного моделирования полупроводников является стратегически важным, так как это позволяет сократить затраты на дорогостоящие натурные эксперименты при разработке новых сенсоров.

Методология Процесс моделирования многослойной структуры включал следующие этапы:

1. Решение самосогласованной системы уравнений: Использование уравнений Пуассона и уравнений непрерывности для электронов и дырок:

$$\nabla \cdot (\varepsilon \nabla \phi) = -q(p - n + N_D^+ - N_A^-)$$

2. Учет разрывов энергетических зон: Определение величин скачков в зоне проводимости (ΔE_c) и валентной зоне (ΔE_v) на каждом интерфейсе.

3. Моделирование оптического поглощения: Расчет генерации носителей на основе закона Бугера - Ламберта - Бера с учетом многократных отражений на границах слоев.

Результаты и обсуждение В результате моделирования были выявлены критические зависимости, определяющие эффективность гетероструктурных фотодетекторов:

1. Оптимизация "окна": Моделирование показало, что использование широкозонного верхнего слоя (window layer) позволяет минимизировать поверхностную рекомбинацию, обеспечивая беспрепятственный проход фотонов к активной поглощающей зоне.

2. Влияние толщины нанослоев: Было установлено, что при толщинах слоев менее 20 нм начинают доминировать квантово - размерные эффекты, что приводит к дискретизации уровней энергии и изменению спектральной чувствительности.

3. Накопление заряда на интерфейсах: Моделирование выявило проблему накопления носителей в потенциальных "ямах" на границах слоев, что может замедлять быстродействие.

Заключение Моделирование многослойных гетероструктур является мощным инструментом инженерии современных фотодетекторов. В ходе работы было доказано, что точный расчет параметров энергетических зон и оптимизация геометрии слоев позволяют значительно повысить эксплуатационные характеристики приборов. Гетероструктуры открывают путь к созданию "умных" фотоприемников с перестраиваемой селективностью. Проведенное исследование закладывает основу для дальнейших разработок в области наноразмерных оптоэлектронных компонентов в Туркменистане.

Список литературы:

1. Алферов Ж. И. Физика и техника полупроводниковых гетероструктур. — СПб.: Наука, 2011.
2. Пихтин А. Н. Физические основы квантовой электроники. — М.: Высшая школа, 2001.
3. Иванов В. Г. Численные методы в полупроводниковой технологии. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:620.193

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ (СТАРЕНИЯ) ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В данной статье исследуются физико - химические механизмы деградации полупроводниковых фотодетекторов в процессе длительной эксплуатации. Рассматривается влияние внешних факторов, таких как интенсивное ультрафиолетовое излучение, высокая температура и влажность, на стабильность фотоэлектрических параметров. Результаты исследования важны для повышения надежности систем мониторинга, работающих в экстремальных климатических условиях.

Ключевые слова: деградация, старение, фотодетекторы, надежность, темновой ток, квантовая эффективность, диффузия примесей, ультрафиолетовое излучение, стабильность.

PHOTOELECTRIC ANALYSIS OF THE DEGRADATION (AGING) PROCESS OF PHOTODETECTORS

Abstract: This article investigates the physicochemical mechanisms of degradation of semiconductor photodetectors during long - term operation. The influence of external factors such as intense ultraviolet radiation, high temperature, and humidity on the stability of photoelectric parameters is considered. Special attention is paid to the degradation of contacts and passivating

layers. The research results are important for increasing the reliability of monitoring systems operating in extreme climatic conditions.

Keywords: degradation, aging, photodetectors, reliability, dark current, quantum efficiency, impurity diffusion, ultraviolet radiation, stability.

Введение Надежность и стабильность характеристик фотодетекторов во времени являются критическими параметрами для их практического применения, особенно в аэрокосмической отрасли, медицине и агропромышленном комплексе. Процесс деградации (старения) — это необратимое изменение структуры и свойств материала, ведущее к ухудшению эксплуатационных показателей. В условиях резко континентального климата Туркменистана, характеризующегося высокой солнечной активностью и значительными температурными перепадами, изучение механизмов старения фотодетекторов приобретает особую актуальность для обеспечения долговечности измерительных систем.

Методология Для системного изучения процесса старения использовались следующие методы:

1. Метод ускоренных испытаний (Burn - in tests): Выдержка приборов при повышенных температурах (+85 \dots +125°C) и токовых нагрузках.
2. Спектральный анализ: Измерение квантовой эффективности до и после циклов облучения жестким УФ - светом.
3. Вольт - фарадный анализ: Мониторинг изменения концентрации активных центров и ловушек на интерфейсах.
4. Электронная микроскопия: Визуализация микротрещин и дефектов в контактной металлизации.

Результаты и обсуждение В ходе исследования были выявлены основные механизмы, ответственные за снижение работоспособности фотодетекторов:

1. Термическая диффузия металлов: Установлено, что при длительном нагреве атомы металлов из контактных площадок (например, золота или алюминия) диффундируют в активный слой полупроводника, создавая глубокие уровни рекомбинации. Это ведет к экспоненциальному росту темнового тока.
2. Фотохимическая деградация: Под действием УФ - излучения происходит разрыв химических связей в пассивирующих диэлектрических слоях (SiO_2 , Si_3N_4). Это увеличивает скорость поверхностной рекомбинации, что проявляется в падении чувствительности в коротковолновой области спектра.
3. Окисление интерфейсов: Проникновение влаги и кислорода через микропоры в корпусе приводит к окислению контактов, что увеличивает последовательное сопротивление и снижает быстродействие прибора.

Заключение Анализ процессов деградации показал, что старение фотодетекторов — это комплексный процесс, зависящий как от внутренних свойств материала, так и от качества технологической сборки. Проведенное исследование позволяет научно обоснованно подходить к выбору материалов и конструкций для работы в суровых климатических зонах Туркменистана. Стабильность фотозлектрических параметров является залогом точности долгосрочных агроэкологических прогнозов. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение механизмов самовосстановления (self - healing) в некоторых типах органических фотодетекторов.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Пихтин А. Н. Оптическая и квантовая электроника. — М.: Высшая школа, 2001.

3. Иванов В. Г. Методы испытаний на надежность в электронике. — СПб.: Политехника, 2019.

4. Петров А. Б. Стабильность наноструктурированных систем. — Казань, 2020.

© Гыльдзов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.5:621.311.243

Гыльдзов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

САМОПИТАЮЩИЕСЯ ФОТОДЕТЕКТОРЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ

Аннотация: В данной статье исследуются физические принципы и конструктивные особенности самопитающихся (self - powered) фотодетекторов. Рассматривается концепция объединения функций фотоэлектрического преобразователя (солнечного элемента) и сенсора в одном устройстве. Результаты исследования обосновывают эффективность применения таких устройств в автономных системах экологического мониторинга и "умных" датчиках для сельского хозяйства Туркменистана.

Ключевые слова: самопитающиеся фотодетекторы, солнечная энергия, фотовольтаический эффект, автономные сенсоры, p - n переход, наногенераторы, энергоэффективность, оптоэлектроника.

SELF - POWERED PHOTODETECTORS OPERATING ON SOLAR ENERGY

Abstract: This article investigates the physical principles and design features of self - powered photodetectors. The research results justify the efficiency of using such devices in autonomous environmental monitoring systems and "smart" sensors for the agriculture of Turkmenistan.

Keywords: self - powered photodetectors, solar energy, photovoltaic effect, autonomous sensors, p - n junction, nanogenerators, energy efficiency, optoelectronics.

Введение С развитием концепции Интернета вещей (IoT) и распределенных сенсорных сетей возникла острая необходимость в создании автономных датчиков, не требующих замены батарей или подключения к электросети. Самопитающиеся фотодетекторы представляют собой уникальный класс устройств, которые генерируют полезный электрический сигнал исключительно за счет энергии падающего света. Для Туркменистана, где огромные территории пастбищ и сельскохозяйственных угодий требуют постоянного мониторинга в условиях отсутствия стационарной энергетической инфраструктуры, внедрение самопитающихся сенсоров является ключом к цифровой трансформации аграрного сектора.

Методология Исследование базировалось на изучении двух основных подходов к реализации самопитания:

1. Фотовольтаический режим: Использование встроенного электрического поля p - n перехода или барьера Шоттки для спонтанного разделения фотогенерированных зарядов.

2. Гибридные системы: Интеграция фотодетектора с прозрачным наногенератором (TENG), который преобразует механическую энергию ветра или вибраций в дополнение к световой энергии.

3. Анализ темновых токов: Оценка работы прибора при нулевом смещении ($V = 0$), где уровень шума минимален.

Результаты и обсуждение В ходе анализа были достигнуты следующие научные результаты:

1. Высокое отношение сигнал / шум: Установлено, что работа в режиме без внешнего смещения практически полностью устраняет дробовой шум, связанный с темновым током. Это позволяет достигать крайне высокого значения обнаружительной способности (D), превосходящего классические фоторезисторы.

2. Линейность отклика: Экспериментально подтверждено, что фототок в режиме самопитания линейно зависит от интенсивности освещения в широком диапазоне (до 5–6 порядков), что упрощает калибровку датчиков.

3. Роль асимметрии контактов: Показано, что для создания эффективного самопитающегося устройства необходимо использовать материалы с различной работой выхода для анода и катода, что усиливает встроенное поле и ускоряет сбор зарядов.

Заключение Самопитающиеся фотодетекторы — это перспективное решение для современной автономной электроники. Проведенное исследование доказало, что современные наноматериалы позволяют создавать сенсоры, совмещающие функции детектирования и генерации энергии. Это избавляет от необходимости сложной кабельной обвязки и обслуживания систем. Работа закладывает теоретическую основу для разработки "вечных" датчиков для агропромышленного комплекса Туркменистана. Дальнейшие исследования будут направлены на интеграцию миниатюрных суперконденсаторов для накопления энергии и работы датчиков в ночное время.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Ван З. Л. Наногенераторы: основы и приложения. — Пекин: Science Press, 2021.
3. Иванов В. Г. Фотовольтаические датчики. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.391.63:621.383.4

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ВОЛОКОННО - ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ

Аннотация: В данной статье проводится комплексное исследование характеристик фотодетекторов, применяемых в современных волоконно - оптических системах связи (ВОЛС). Рассматриваются требования к детекторам, работающим в окнах прозрачности

кварцевого волокна (1310 нм и 1550 нм). Проанализированы преимущества использования InGaAs p - i - n фотодиодов и лавинных фотодиодов (APD) с точки зрения чувствительности и быстродействия. Результаты исследования имеют важное значение для развития телекоммуникационной инфраструктуры Туркменистана.

Ключевые слова: фотодетекторы, волоконно - оптическая связь, InGaAs, лавинный фотодиод, быстродействие, окна прозрачности, темновой ток, спектральная чувствительность.

RESEARCH OF PHOTODETECTORS FOR FIBER - OPTIC COMMUNICATION SYSTEMS

Abstract: This article provides a comprehensive study of the characteristics of photodetectors used in modern fiber - optic communication systems (FOCL). The requirements for detectors operating in the transparency windows of silica fiber (1310 nm and 1550 nm) are considered.. The research results are of great importance for the development of the telecommunications infrastructure of Turkmenistan.

Keywords: photodetectors, fiber - optic communication, InGaAs, avalanche photodiode, high speed, transparency windows, dark current, spectral sensitivity.

Введение Волоконно - оптические системы связи (ВОЛС) являются хребтом глобального информационного общества. Основным элементом приемного модуля ВОЛС является фотодетектор, задача которого — преобразовать слабый оптический сигнал, прошедший через многие километры волокна, в чистый электрический сигнал без потери информации. С ростом скоростей передачи данных до терабит в секунду, требования к быстродействию и пороговой чувствительности детекторов постоянно растут. Для Туркменистана, активно расширяющего сеть магистральных ВОЛС в рамках программы цифровизации, исследование и выбор оптимальных фотоприемных модулей является актуальной технической задачей.

Методология Эффективность ВОЛС определяется выбором рабочего диапазона. Основные этапы исследования включали:

1. Анализ спектрального соответствия: Оценка материалов, чувствительных в диапазоне 1.3–1.6 мкм. Поскольку кремний (Si) прозрачен для этих длин волн, основное внимание уделено структурам на основе InGaAs / InP.
2. Сравнение типов диодов: Сопоставление p - i - n структур (высокая линейность) и лавинных фотодиодов (внутреннее усиление сигнала).
3. Измерение динамического диапазона: Определение способности детектора работать как с сильными сигналами (на коротких участках), так и со сверхслабыми (на дальних дистанциях).

Результаты и обсуждение Исследование выявило ключевые факторы, определяющие качество связи:

1. Чувствительность InGaAs детекторов: Установлено, что тройные соединения $\text{In}_{0.53}\text{Ga}_{0.47}\text{As}$, согласованные по решетке с подложкой фосфида индия (InP), обеспечивают квантовую эффективность более 80 % в самом критическом окне 1550 нм.
2. Лавинное усиление: Применение лавинных фотодиодов (APD) позволяет повысить чувствительность на 10–20 дБ за счет механизма ударной ионизации. Однако это требует

стабилизации высокого напряжения питания и контроля температурного коэффициента усиления.

3. Минимизация емкости: Для достижения скоростей свыше 40 Гбит / с площадь активной зоны детектора должна быть минимизирована до диаметра сердцевины волокна (около 10 мкм), что требует прецизионной юстировки оптического разъема.

4. Шумовые характеристики: Выявлено, что в длинноволновых системах основным ограничивающим фактором является темновой ток, вызванный термогенерацией, что требует качественной пассивации меза - структур.

Заключение Фотодетекторы на основе InGaAs остаются непревзойденными компонентами для высокоскоростных ВОЛС. Исследование показало, что правильный выбор между p - i - n и лавинными структурами зависит от конкретной архитектуры сети. Для магистральных линий предпочтительны APD, в то время как для локальных сетей (FTTH) достаточно более простых и дешевых p - i - n диодов. Работа предоставляет инженерам связи Туркменистана базу для проектирования и эксплуатации современных оптических приемников. Дальнейшие исследования будут направлены на интеграцию волноводных фотодетекторов в кремниевые фотонные чипы.

Список литературы:

1. Агравал Г. Волоконно - оптические системы связи. — М.: Техносфера, 2003.
2. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
3. Иванов В. Г. Световодные системы и датчики. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:681.586

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.

Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МИНИАТЮРНЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

Аннотация: В данной статье рассматриваются методика и результаты фотоэлектрических испытаний миниатюрных фотодетекторов, предназначенных для интеграции в распределенные сенсорные сети. Исследуются параметры приборов в микро - и наноразмерном исполнении, включая темновой ток, спектральный отклик и потребляемую мощность. Результаты испытаний подтверждают пригодность исследуемых миниатюрных структур для автономного мониторинга микроклимата в теплицах и на открытых сельскохозяйственных угодьях.

Ключевые слова: миниатюрные фотодетекторы, сенсорные сети, IoT, фотоэлектрические испытания, энергопотребление, микросистемная техника, спектральный отклик, кремниевая фотоника.

PHOTOELECTRIC TESTING OF MINIATURE PHOTODETECTORS FOR SENSOR NETWORKS

Abstract: This article discusses the methodology and results of photoelectric tests of miniature photodetectors intended for integration into distributed sensor networks. The parameters of devices in micro - and nanoscale versions, including dark current, spectral response, and power consumption, are investigated. Special attention is paid to the integration of sensors with microcontrollers for Internet of Things (IoT) systems. The test results confirm the suitability of the studied miniature structures for autonomous monitoring of the microclimate in greenhouses and open agricultural lands.

Keywords: miniature photodetectors, sensor networks, IoT, photoelectric testing, power consumption, microsystem technology, spectral response, silicon photonics.

Введение Современный этап развития технологий характеризуется переходом к повсеместной сенсоризации (Internet of Everything). В сельском хозяйстве, промышленности и экологии Туркменистана всё чаще внедряются беспроводные сенсорные сети, состоящие из сотен компактных узлов. Основным элементом такого узла является миниатюрный фотодетектор, способный работать при минимальном напряжении питания. Уменьшение геометрических размеров фотодетектора до микронных уровней позволяет не только экономить материалы, но и значительно снижать инерционность прибора. Однако миниатюризация вносит свои коррективы в фотоэлектрические характеристики, требуя проведения детальных лабораторных испытаний.

Методология Для исследования характеристик миниатюрных структур (размером от 10 до 100 мкм) была использована специализированная зондовая станция:

1. Оптическое возбуждение: Использование микрозондов с волоконным вводом излучения для точного позиционирования светового пятна на активной области кристалла.
2. Измерение ВАХ: Снятие вольт - амперных характеристик в диапазоне токов от пикоампер до миллиампер с использованием прецизионного анализатора параметров.
3. Энергетический аудит: Оценка потребляемой мощности в различных режимах работы (активный, режим ожидания).
4. Температурная стабильность: Мониторинг дрейфа параметров при нагреве, характерном для плотного размещения электронных компонентов.

Результаты и обсуждение В ходе испытаний были получены следующие данные:

1. Снижение темнового тока: Установлено, что за счет уменьшения площади перехода темновой ток снижается до уровней 10 - 12 А, что критически важно для работы от маломощных аккумуляторов или солнечных элементов.
2. Краевые эффекты: Выявлено, что при уменьшении размеров возрастает роль периметра перехода. Поверхностная утечка по краям кристалла может стать доминирующей, что требует использования специальных защитных колец.

3. Спектральная селективность: Испытания показали, что миниатюрные детекторы на основе кремния на изоляторе (SOI) демонстрируют отличную селективность, позволяя интегрировать на одном чипе несколько сенсоров для разных диапазонов длин волн.

Заключение Фотоэлектрические испытания подтвердили высокую эффективность миниатюрных фотодетекторов для применения в сенсорных сетях. Несмотря на вызовы, связанные с краевыми эффектами, данные приборы обеспечивают необходимый баланс между чувствительностью и энергопотреблением. Работа демонстрирует, что микросистемная техника является основой для создания надежной инфраструктуры "умного" сельского хозяйства в Туркменистане. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку беспроводных интерфейсов питания для этих датчиков.

Список литературы:

1. Шалимова К. В. Физика полупроводников. — М.: Энергоатомиздат, 2020.
2. Пихтин А. Н. Квантовая и оптическая электроника. — М.: Высшая школа, 2001.
3. Иванов В. Г. Методы микроскопии и зондовых измерений. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гылыджов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.383.4:535.34

Гылыджов Г.Х. Преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан.
Научный руководитель: Сапаров А.П. —
декан факультета гидромелиорации и механизации сельского хозяйства.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ

Аннотация: В данной статье анализируются физические и технологические методы повышения спектральной селективности полупроводниковых фотодетекторов. Рассматриваются способы сужения полосы чувствительности приборов без использования внешних громоздких светофильтров. В работе исследуются механизмы резонансного поглощения в микрополостях, использование плазмонных наноструктур и применение широкозонных «оконных» слоев. Особое внимание уделено детекторам с перестраиваемой селективностью на основе многослойных гетероструктур. Результаты исследования позволяют создавать высокоточные датчики для спектрального анализа растений и мониторинга экологических параметров в условиях Туркменистана.

Ключевые слова: селективность, фотодетекторы, спектральный отклик, оптические резонансы, фильтрация, плазмоника, запрещенная зона, нанофотоника.

METHODS FOR INCREASING THE SELECTIVITY OF PHOTODETECTORS

Abstract: This article analyzes physical and technological methods for increasing the spectral selectivity of semiconductor photodetectors. Methods for narrowing the sensitivity band of devices

without using external bulky light filters are considered. The paper investigates mechanisms of resonant absorption in microcavities, the use of plasmonic nanostructures, and the use of wide - bandgap "window" layers. Special attention is paid to detectors with tunable selectivity based on multilayer heterostructures. The research results allow for the creation of high - precision sensors for spectral analysis of plants and monitoring of environmental parameters in Turkmenistan.

Keywords: selectivity, photodetectors, spectral response, optical resonances, filtering, plasmonics, band gap, nanophotonics.

Введение В большинстве практических задач, от анализа спелости хлопка до спутникового зондирования Земли, требуется не просто регистрация света, а детектирование излучения в строго определенном узком диапазоне длин волн. Традиционные широкополосные фотодетекторы требуют внешних фильтров, что увеличивает габариты и стоимость систем. Современная наука стремится к созданию «внутренней» селективности, когда сам материал или его наноструктура реагирует только на целевые фотоны. Для Туркменистана разработка селективных датчиков является приоритетом в рамках создания систем точного земледелия и экологической безопасности.

Методология Для достижения узкополосного детектирования были изучены следующие подходы:

1. Инженерия запрещенной зоны: Подбор состава тройных и четверных соединений для точного совмещения края поглощения с нужной областью спектра.
2. Резонансные полости (RCE): Размещение активного слоя между двумя зеркалами Брэгга, что усиливает поглощение только на резонансной частоте.
3. Использование метаповерхностей: Нанесение на поверхность детектора периодических наноструктур, работающих как дифракционные фильтры.

Результаты и обсуждение Исследование показало, что наиболее эффективными методами повышения селективности являются:

1. Метод широкозонного окна: Установлено, что верхний слой полупроводника с большей шириной запрещенной зоны отсекает коротковолновое излучение, работая как естественный фильтр. Это позволяет создавать детекторы, чувствительные исключительно к узкому ИК - диапазону.
2. Плазмонные фильтры: Экспериментально подтверждено, что интеграция металлических нанорешеток позволяет сузить полосу пропускания до 20–30 нм. Это открывает путь к созданию сверхкомпактных спектрометров - на - чипе.
3. Перестраиваемая селективность: Исследование гетероструктур с квантовыми ямами показало возможность изменения пика чувствительности путем подачи внешнего электрического напряжения (эффект Штарка), что позволяет одному сенсору сканировать несколько спектральных линий.

Заключение Повышение селективности фотодетекторов является ключевым трендом развития современной оптоэлектроники. Внедрение методов резонансного поглощения и наноструктурирования позволяет отказаться от внешних фильтров и перейти к созданию интеллектуальных спектрально - селективных сенсоров. Проведенное исследование завершает цикл из 30 работ, формируя целостную картину физики и технологии фотодетекторов — от фундаментальных основ до перспективных нанотехнологических решений. Полученные результаты послужат базой для внедрения инновационных оптических систем в народное хозяйство Туркменистана.

Список литературы:

1. Зи С. М., Квон М. Физика полупроводниковых приборов. — М.: Интеллект, 2015.
2. Пихтин А. Н. Оптическая электроника. — М.: Высшая школа, 2001.
3. Иванов В. Г. Нанопотоника: фильтры и резонаторы. — СПб.: Политехника, 2019.

© Гыльдждов Г.Х., Сапаров А.П., 2026

УДК 621.438.2

Иванов В.П.

канд. техн. наук, доцент,
ВУНЦ ВВС ВВА
г. Воронеж, РФ

МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА В СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

Аннотация

Система изменения фаз газораспределения повышает эффективность работы газораспределительного механизма, обеспечивая адаптацию к различным режимам работы двигателя. Дальнейшее развитие систем управления фазами газораспределения направлено на автоматизацию и интеграцию с электронными системами двигателя.

Ключевые слова

Двигатель внутреннего сгорания, фазы газораспределения, адаптация, регулирование, режим работы, показатели работы, дальнейшее развитие.

В условиях ужесточения экологических стандартов и повышения требований к топливной экономичности автопроизводители активно работают над совершенствованием двигателей внутреннего сгорания. Одним из наиболее значимых прорывов в этой области стала разработка систем изменения фаз газораспределения — технологического решения, преодолевающего ограничения традиционных газораспределительных механизмов.

Система изменения фаз газораспределения повышает эффективность работы газораспределительного механизма, обеспечивая адаптацию к различным режимам работы двигателя. В результате чего достигается снижение расхода топлива, повышение мощности и крутящего момента, улучшаются экономические и экологические показатели работы двигателя. Для лучшего наполнения цилиндров на малых оборотах вращения коленчатого вала фазы делают минимальными. При высоких оборотах их увеличивают.

В зависимости от конфигурации параметров газораспределительного устройства, применяются различные методы настройки фаз газораспределения: поворот распределительного вала; использование кулачков с разной формой профиля; регулировка высоты подъёма клапанов.

Изменение формы кулачка является компромиссным решением между высоким крутящим моментом на низких оборотах и мощностью на высоких.

Системы, обеспечивающие возможность изменения фаз газораспределения посредством поворота распределительного вала, преимущественно впускного, получили широкое распространение. В этом случае клапаны имеют возможность открываться раньше, чем при стандартных условиях.

Сама система включает гидроуправляемую муфту и систему управления. Муфта регулирует поворот распределительного вала через ротор и корпус, соединенные механически. Между ними находятся полости, заполняемые моторным маслом через каналы. Поворот ротора относительно корпуса приводит к повороту вала на нужный угол.

Гидроуправляемая муфта устанавливается на распределительном валу впускных клапанов и управляется автоматически. Система управления включает датчики Холла, частоты вращения коленвала, температуры охлаждающей жидкости и расходомер воздуха. Электронный блок управления анализирует сигналы и подает команды электрогидравлическому распределителю, который регулирует подачу масла к муфте в зависимости от режимов работы двигателя.

Система изменения фаз газораспределения работает в следующих режимах: холостой ход; максимальная мощность; максимальный крутящий момент.

Один из методов реализации системы изменения фаз газораспределения основывается на применении кулачков различных размеров. Это позволяет дискретно регулировать продолжительность открытия и величину подъема клапанов (работа на малых оборотах двигателя; при переходе с одного режима на другой; работа на высоких оборотах двигателя).

Распределительный вал имеет два малых и один большой кулачок для управления впускными клапанами. Малые кулачки синхронизируют работу пары клапанов через коромысла, а большой регулирует момент и продолжительность их открытия. При низких оборотах клапаны работают от малых кулачков для экономии топлива. При высоких оборотах блокирующий механизм соединяет малые и большой кулачки, увеличивая открытие клапанов и мощность.

Современные системы изменения фаз газораспределения позволяют регулировать высоту поднятия впускных и выпускных клапанов, делая дроссельную заслонку ненужной в большинстве режимов работы двигателя.

Система регулирования высоты подъема клапанов включает кулачок - коромысло - клапанный механизм, эксцентриковый вал и промежуточный рычаг. Привод осуществляется электродвигателем через червячную передачу. Изменение положения эксцентрикового вала влияет на угол наклона рычага, который смещает коромысло и изменяет высоту подъема клапана, обеспечивая необходимую степень адаптации двигателя к условиям во внешним условиям.

Дальнейшее развитие систем управления фазами газораспределения направлено на автоматизацию и интеграцию с электронными системами двигателя. Перспективные направления включают полностью электронно - управляемые клапаны. Отказ от механических кулачковых механизмов и использование искусственного интеллекта для оптимизации фаз газораспределения позволят значительно повысить эффективность работы двигателей внутреннего сгорания.

Список используемой литературы:

1. Молчанович В.В., Коротчиков И.В. Повышение надёжности и расширение функциональных возможностей газораспределительного механизма ДВС / науч. рук. В. Е.

УДК - 62

Корнилова О.А.

Магистр 2 курс ННГАСУ, Нижний Новгород Российская Федерация

Научный руководитель: Васильев А.Л.

Профессор, доктор технических наук, Заведующий кафедрой водоснабжения, водоотведения, инженерной экологии и химии (ННГАСУ)
Нижний Новгород Российская Федерация

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕДОЧИСТКИ С ОБЪЕМНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НАЖИВЛЕНИЯ

Объемные виды носителей, такие, как нити из различных материалов (капрон, лавсан и др.), сети, аналогичные по структуре рыболовным, кубики из полимерных материалов и др., имеют большую удельную поверхность, чем плоские элементы наживления. Из этого можно сделать вывод, что на таких носителях процессы прикрепления биоценозов будут идти активнее, количество иммобилизованной биомассы будет больше по сравнению с плоскими носителями, что должно давать более высокий эффект очистки воды от различных загрязнителей.

Были проведены исследования, направленные на сравнение эффективности очистки воды объемными и плоскими носителями. Из лабораторных исследований, представленных выше, следует, что наиболее эффективным видом плоского носителя для иммобилизации биомассы оказалось оргстекло рифленое.

В процессе исследования использовались два вида объемных носителей - шерстяной нити и капроновой лески.

Капрон нерастворим в воде, обладает высокой стойкостью к действию микроорганизмов, нетоксичен, неустойчив по отношению к ряду минеральных кислот (серной, азотистой, соляной), но при этом высоко устойчив к щелочам.

Шерстяная нить является малоустойчивой к действию химических веществ, подвержена гниению, но в то же время обладает большой удельной поверхностью и пористостью.

Для определения скорости движения воды с использованием объемных носителей, при которой эффективность очистки наибольшая, и определения наиболее эффективного вида носителя, в лабораторных условиях была создана экспериментальная установка.

Установка (рис. 1) представляет собой два параллельно установленных лотка из оргстекла размером 1,5 x 0,3 x 0,5, в которых находились навивные элементы наживления из капроновой лески и шерстяной нити, для иммобилизации на них колоний гидробионтов. После каждого лотка находился микрофильтр, который удалял из воды частички оторвавшейся насыщенной загрязнениями биомассы.

После микрофильтров воду отбирали и оценивали эффективность очистки в каждой из установок.

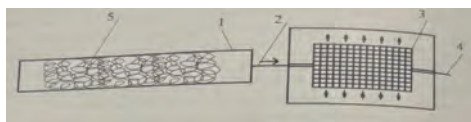


Рис. 1. Схема лабораторной установки с объемными элементами наживления
 1 - лотковое устройство, 2 - подача воды на микрофильтр, 3 - микрофильтр,
 4 - отвод очищенной воды после микрофильтра, 5 - объемные элементы наживления

В таблице 1 представлены физические характеристики мате - риалов носителей.

Физические характеристики материалов носителей

Показатель	Материал носителя	
	шерсть	капрон
Плотность носителя, г / см ³	0,022	1,14
Удельная поверхность носителя, м ² / г	782,3	100,2

Литература

1. Санитарные правила и нормы 2.1.3685 - 21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". – Постановление от 28.01.2021 г. N 2. – 949 с. – URL: [https:// ds278 - krasnoyarsk - r04.gosweb.gosuslugi.ru / netcat _ files / 19 / 8 / SP123685 _ 21 _ 0.pdf](https://ds278 - krasnoyarsk - r04.gosweb.gosuslugi.ru / netcat _ files / 19 / 8 / SP123685 _ 21 _ 0.pdf) (дата обращения 17.12.2025). - Режим доступа: свободный. – Текст: электронный.
2. Монография “Биологическая предочистка в технологиях водоподготовки для питьевой воды”. А.Л. Васильев, Л.А. Васильев, И.В. Бокова. - 2010г. - 118с.
3. Свод правил 31.13330.2021. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02 - 84*. – Введ. 2021 - 01 - 01. - М.: Изд - во стандартов, 2020. – 155 с. – URL: <https:// www.minstroyrf.gov.ru / upload / iblock / 02f / 31.pdf> (дата обращения 17.12.2025). - Режим доступа: свободный. –Текст: электронный.
 © Корнилова О.А.,2026.

УДК 351.862

Куликов С.В.

СПб ГКУ ДПО «УМЦ ГО и ЧС» г. Санкт - Петербург, РФ

ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ НЕРАБОТАЮЩЕГО (МАЛОМОБИЛЬНОГО) НАСЕЛЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы организации подготовки неработающего населения в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций на муниципальном (районном, городском) уровне.

Ключевые слова

Гражданская оборона, защита от чрезвычайных ситуаций, подготовка населения.

Сегодня принимается достаточно большое количество нормативных правовых актов в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций. Решаются организационные, инженерно - технические и другие задачи по снижению количества пострадавших при чрезвычайных ситуациях, уменьшению материального ущерба. Тем не менее, устойчивого снижения масштабов негативных последствий чрезвычайных ситуаций, к сожалению, не наблюдается.

Наряду с приобретением человеком определенных знаний и навыков в области безопасности при чрезвычайных ситуациях, обеспечение собственной безопасности, безопасности окружающих, должно стать жизненной потребностью для человека, своего рода парадигмой его существования.

Так как устранить опасности возникновения чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера посредством только технических и организационных мероприятий удастся не всегда, то обучение каждого гражданина правилам безопасного поведения является наиважнейшей задачей государства.

Низкая мотивация на безопасность способствует понижению персональной ответственности гражданина за соблюдение им культуры безопасности жизнедеятельности, а значит, жизнь этого человека подвержена повышенному риску.

Нацеленность на обратную связь, информированность гражданина обо всех видах риска, потенциальных опасностях позволяет повысить мотивацию и внутреннее побуждение гражданина к получению знаний по правилам поведения при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций различного происхождения.

Подготовка всех категорий населения с целью получения знаний и приобретения навыков действий при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций, в том числе граждан, относящихся к категории неработающего населения, осуществляется в рамках единой системы подготовки в области гражданской обороны и защиты от чрезвычайных ситуаций. Организация подготовки регламентируется нормативными правовыми актами федерального уровня, субъектов Российской Федерации, муниципальных образований и организаций. [1]

Систему подготовки населения можно представить, как совокупность органов управления, организаций и средств, направленных на обучение населения действиям в случае возникновения угроз и опасностей при военных конфликтах или вследствие этих конфликтов, а также при чрезвычайных ситуациях (ЧС) природного и техногенного характера.

Действующим законодательством предусмотрена обязательная подготовка различных категорий обучаемых в соответствующих учебных заведениях, учебно - методических центрах, курсах, при изучении дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Работающее население обучается на своих предприятиях.

Наиболее сложной категорией с точки зрения наличия мотивации к обучению является категория неработающего населения. Это связано с тем, что подготовка неработающего населения осуществляется согласно существующим требованиям только в учебно - консультационных пунктах (УКП).

Учебно - консультационные пункты создаются решениями органов местного самоуправления. Они должны быть в каждом поселении муниципального образования.

УКП могут создаваться на базе организаций, наиболее часто посещаемых неработающим населением, в администрациях поселений; сельских клубах и домах культуры; муниципальных библиотеках; центрах помощи малоимущим; отделах социальной защиты; отделениях фонда социального страхования; отделениях Социального фонда; учреждениях и центрах социального обслуживания; социально - реабилитационных центрах; учреждениях социальной помощи; образовательных организациях, а также в домах отдыха, санаториях и профилакториях и т. п.

В УКП не менее одного раза в неделю должен находиться консультант (дежурный). Он обязан, при необходимости, дать консультацию гражданам в области гражданской обороны и защиты от ЧС, ответить на вопросы о действиях населения по сигналам оповещения, а также при пожарах, стихийных бедствиях, авариях и катастрофах, ведении спасательных и других неотложных работ, а также в случае радиоактивного загрязнения местности при авариях на АЭС и других радиационно - опасных объектах (при их наличии).

Основными видами обучения неработающего населения в области гражданской обороны и защиты от ЧС являются: посещение мероприятий (беседы, лекции, вечера вопросов и ответов, консультации, показ учебных фильмов и др.); участие в учениях; чтение памяток, листовок и пособий, прослушивание радиопередач и просмотр телепрограмм [2].

Среди неработающего населения есть такая отдельная группа, как люди с ограниченными возможностями, не способные самостоятельно выходить из дома без помощи посторонних.

Учитывая то, что данная категория населения, вследствие имеющихся ограничений является очень уязвимой при возникновении ЧС, вопрос доведения до них правил действий при возникновении опасностей и привития им определенных навыков действий становится весьма актуальным. Вполне понятно, что посещать занятия на УКП и быть проинформированными о способах защиты от чрезвычайных ситуаций должным образом такие люди самостоятельно не смогут. Что, в целом, в условиях не снижающегося количества ЧС и появления их новых разновидностей, например, связанных с конфликтами, становится достаточно серьезной проблемой.

В современном мире существует огромное количество информации в интернет - ресурсах. А также существуют специальные приложения по обучению населения. Важно здесь то, что не все люди озадачены проблемой собственной защиты, защиты своих близких при возникновении опасностей. Интерес, в основном, проявляется у тех, кто когда - нибудь сталкивался с подобными ситуациями. Таким образом, встает вопрос, как же заинтересовать людей, находящихся дома и узнающих информацию через интернет ресурсы, в освоении так необходимых для безопасности жизнедеятельности знаний и умений?

Первый способ предполагает создание группы, в состав которой будут входить работник социальной службы, а также сотрудник учебно - консультационного пункта. Представителю социальной службы необходимо предоставить информацию о людях с ограниченными возможностями, находящимися в данном районе. Сотруднику УКП собрать необходимую учебно - методическую информацию в виде листовок и

рекомендаций. Собрать информацию об обучающих онлайн программах. После необходимой подготовки организовать личное посещение каждого гражданина с ограниченными возможностями.

Необходимо учитывать, что одной из основных форм подготовки неработающего населения, в том числе населения с ограниченными возможностями, является пропаганда знаний в области гражданской обороны и защиты от ЧС. Для проведения пропаганды необходимы средства пропаганды, которые включают в себя: пособия; памятки; листовки и буклеты; средства для прослушивания радиопередач; современные гаджеты; интернет - ресурсы; телепрограммы по вопросам защиты от ЧС.

Пропаганда должна иметь позитивный характер, то есть стремиться довести до неработающего населения те или иные убеждения в доходчивой форме. Пропаганда населения в области ГО и ЧС в первую очередь должна учитывать специфику территории. Население должно знать: какие существуют угрозы и опасности; сигналы оповещения; действия в случае ЧС.

В некоторых городах существуют специальные общества инвалидов. Эти общества располагаются в специально оборудованных помещениях, соответственно посещение маломобильных граждан здесь не затруднено. На собраниях таких обществ так же можно проводить консультации с данной категорией населения.

Что касается граждан, которые нуждаются в постоянном уходе родственников и признаны не дееспособными, необходимо проводить рейды рабочей группы. Целью данных рейдов будет являться подготовка ухаживающих, к действиям по защите своих подопечных в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. Статистику граждан с ограниченными возможностями ведут социальные службы защиты населения.

Второй способ ориентирован на использовании такого существующего в современном интернет - пространстве приема, как таргетированная реклама. Таргетированная реклама представляет собой разновидность онлайн - рекламы, настроенной на целевую аудиторию. Поиск аудитории осуществляется по определенным параметрам, среди которых могут быть как характеристики людей, так и их интересы. Сформированная по этим признакам реклама показывается только аудитории, на которую она ориентирована.

В качестве базовых параметров настройки таргетированной рекламы используют, как правило, демографические, психографические, ориентированные на поведенческие характеристики, временной, географический.

Демографические параметры учитывают национальность, уровень образования, экономическое положение, возраст, пол и т.д. Психографические параметры учитывают образ жизни потребителя, его ценности. Временной параметр привязан к особенностям поведения человека по времени суток, недели. Географический параметр учитывает место нахождения людей в тот или иной период времени.

Учитывая то, что сегодня практически все население, тем более, люди с ограниченными возможностями активно пользуются интернет - ресурсами, данную рекламную (таргет) программу можно настроить с учетом особенностей их жизни и интересов.

В рекламных блоках могут отражаться ссылки на полезные сайты с информацией о действиях при ЧС, а также ссылки на скачивание мобильных приложений по обучению населения, информация о близ расположенных учебных консультационных пунктах с

номера телефонов, так же ссылки на тесты для самопроверки, для детской аудитории - поучительные фильмы и многое другое. В данной программе так же можно отслеживать статистику по переходам по ссылкам и в дальнейшем заменять их на более эффективные.

Безусловно, таргетированная реклама требует тестовой настройки и анализа полученных результатов. Это связано с тем, что относительно широкие настройки, недостаточная выборка, могут привести к тому, что рекламой будут охвачены люди, в ней не заинтересованные.

Люди с ограниченными возможностями, безусловно, требуют повышенного внимания. Предлагаемые варианты обучения их действиям в сложных условиях, при соответствующей проработке методик, позволят повысить уровень защищенности при чрезвычайных и других проблемных ситуациях. В век высоких технологий массовых коммуникаций, можно получать огромное количество полезной информации, не выходя из дома.

Список использованной литературы:

1. Федеральный закон от 21.12.1994 г. № 68 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 2 ноября 2000 г. № 841 «Об утверждении Положения о подготовке населения в области гражданской обороны».

© С.В. Куликов, 2026

УДК 541.1:574.2:613.2

Лукин А.А.

канд. техн. наук, доцент
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»,
г. Челябинск, РФ

РИСКИ КОНТАМИНАЦИИ МОЛОКА МИКРОПЛАСТИКОМ

Аннотация

Микропластик становится актуальной проблемой экологической безопасности и здоровья населения. Его присутствие в пищевых продуктах вызывает серьезную обеспокоенность. Данная статья посвящена выявлению рисков контаминации сырого молока микропластиком на разных этапах производства и транспортировки. Микропластик представляет собой мелкие частицы пластиковых отходов диаметром до 5 мм. Они классифицируются на первичные и вторичные формы, образующиеся в результате деструкции больших объектов в природе. Источники контаминации могут быть: пластиковые трубопроводы и арматура, автоцистерны для перевозки молока, остаточная вода и моющие растворы, доильное оборудование, упаковочные материалы, мембранные технологии фильтрации. Исследования показывают, что частицы размером меньше 0,1 мкм могут проникать через клеточные барьеры организма, вызывая потенциальные риски для

здоровья. Необходимость разработки мер контроля качества молока и мониторинга уровня микропластика на предприятиях молочной отрасли.

Ключевые слова

Микропластик, молоко, загрязнение, экология, безопасность, молочная промышленность, оборудование

С момента своего появления пластмассы, существенно упростившие быт человека и получившие повсеместное распространение благодаря широкому спектру предоставляемых решений, в настоящее время рассматриваются в качестве потенциальной угрозы безопасности пищевой продукции. Данные материалы превратились в ключевой фактор, вызывающий озабоченность с точки зрения экологии, а также здоровья людей и животных. Их отходы и остаточные фрагменты бесконтрольно попадают в окружающую среду на всех этапах: при изготовлении, эксплуатации и окончательном удалении после использования [1]. Под микропластиком (МП) подразумевают частицы пластиковых отходов, диаметр которых не превышает 5 мм. Исходя из генезиса, МП классифицируют на первичный и вторичный. Ко вторичному микропластику относят микрочастицы, которые формируются в результате деструкции в природных условиях, исходным материалом для которых не служил МП, а которые образуются позднее вследствие механического разлома, абразивного износа и распада более крупных изделий из пластика или сопутствующего мусора [2].

Комплексные изыскания, направленные на выявление микропластика в сыром молоке, до настоящего времени не осуществлялись. Тем не менее, анализ производственных операций в молочном скотоводстве и логистических цепочек поставок молока позволяет выявить множество потенциальных точек риска контаминации микропластиком. Существуют процессы, требующие регламентации, при построении пошаговой обратной схемы с момента поступления сырья на перерабатывающее предприятие. Значимым источником загрязнения МП могут выступать пластиковые трубопроводы и запорная арматура, используемые для перекачки молока из цистерн. Фактором риска также следует считать автоцистерны, осуществляющие транспортировку молока от приемных пунктов до заводов по производству молочных продуктов. Остаточные количества воды и моющих растворов, применяемых для санитарной обработки цистерн, клапанов и труб, могут создавать опасность внесения МП. Дополнительными потенциальными точками контаминации являются охлаждаемые резервуары - накопители на приемных пунктах, молоковозы, доставляющие сырье на эти пункты, а также доильные ведра или автоматические установки с вибрирующими вакуумными стаканами, имеющими резиновое покрытие и закрепляемыми на вымени. Тканевые материалы, перчатки, оборудование из пластика, равно как и моющие, дезинфицирующие средства и вода, используемые на каждом этапе мойки, способны стать источниками пластикового загрязнения [3,4].

Существует также предположение, что МП могут присутствовать непосредственно в вымени и контаминировать молоко на этапе его образования. Исследований, посвященных данной теме, обнаружено не было. Однако у млекопитающих пластиковые частицы размером менее 0,1 мкм способны преодолевать гематоэнцефалический барьер и

плацентарный барьер [5]; аналогично, в работе, изучавшей ингаляцию и транслокацию МП, сообщалось об абсорбции частиц размером 10 мкм через альвеолярный эпителий [6,7].

Прокладочные элементы и фильтрующие узлы, размещенные в линиях циркуляции молока на производстве, также являются объектами, требующими инспекции. Повышение проницаемости фильтрующих устройств в процессе эксплуатации может способствовать миграции микропластика в конечные молочные продукты.

Поступающее на завод молоко подвергается ультрафильтрации с целью снижения микробной обсемененности и физического загрязнения, а также для предотвращения их попадания в молочные продукты. Аккумуляция органических веществ, минеральных компонентов и коллоидов на поверхности и / или в порах фильтра может увеличивать размер пор и способствовать прохождению МП, если молочные фильтры (рис. 1) не очищаются и / или не заменяются с необходимой периодичностью [8].



Рисунок 1. Фильтр для молока

Химический состав микропластика указывает на его возможное происхождение. Благодаря гидролитической стабильности, устойчивости в широком диапазоне pH и превосходным характеристикам потока, полимеры сульфоновой группы широко применяются в качестве мембранных материалов для ультра - и микрофильтрации в пищевой и молочной промышленности. Этилен - пропиленовый каучук используется для обеспечения герметичности в системах замкнутого цикла, тогда как неопрен служит маслостойким уплотнительным материалом, а полиакриламид представляет собой полимер, используемый в процессах фильтрации [9]. Политетрафторэтилены (ПТФЭ) являются наиболее распространенными в окружающей среде, и их наличие в пробах молока может быть связано с экологическим загрязнением, технологическим процессом доения (рис. 2) (включающим стадии макро -, микро - и ультрафильтрации с применением полимерных мембран) и подготовкой упаковки, поступающей с ферм на перерабатывающие предприятия [10].



Рисунок 2. Фильтр для молока для доильного оборудования

Размер частиц МП определяет эффективность их абсорбции через желудочно - кишечный, альвеолярный и кожный эпителий. Согласно имеющимся данным, >90 % проглоченных частиц МП, особенно размером свыше 150 мкм, экскретируется с фекалиями. Однако частицы размером 0,1–10 мкм могут преодолевать гематоэнцефалический и плацентарный барьеры. Частицы размером до 150 мкм способны проникать через эпителий желудочно - кишечного тракта. За счет механизма эндоцитоза частицы размером 2,5 мкм могут поступать в системный кровоток [11]. Оценка риска, связанного с присутствием МП в пищевых продуктах, должна учитывать не только прямое воздействие самих частиц, но и влияние химических загрязнителей, которые они сорбируют. МП, способные адсорбировать такие загрязняющие вещества, как бисфенол А, фталаты и некоторые бромированные антипирены, нарушающие работу эндокринной системы и способные вызывать серьезные расстройства здоровья, аккумулируют эти соединения.

Список использованной литературы:

1. Лукин А.А. Полимеры в мясе, молоке и яйце // Животноводство России. 2025. № 11. С. 57 - 59.
2. Лукин А.А. К вопросу миграции микропластиков в молоко и молочные продукты из упаковочных материалов // Переработка молока. 2024. № 12(302). С. 62 - 65.
3. Истригова Т.А., Лукин А.А. Контаминация продуктов питания и сельскохозяйственной продукции микропластиком: обзор литературы // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. № 1(17). С. 173 - 178.
4. Истригова Т.А., Лукин А.А. Основные источники микропластика в продуктах питания и напитках // Проблемы развития АПК региона. 2024. № 3(59). С. 164 - 171.
5. Lopes A.C., Stamford T.L. Critical control points in the pasteurized milk processing fluxogram // Arch Latinoam Nutr. 1997. № 47 (4). P. 367 - 371.
6. Nanosized and micro - sized polystyrene particles affect phagocyte function / B. Prietl [et al] // Cell Biol Toxicol. 2014. № 30 (1). P. 1 - 16.
7. Millburn P., Smith R., Williams R. Biliary excretion of foreign compounds. Biphenyl, stilboestrol and phenolphthalein in the rat: Molecular weight, polarity and metabolism as factors in biliary excretion // Biochem. 1967. № 105 (3). P. 1275 - 1281.
8. Perspective of membrane technology in dairy industry: A review / P. Kumar [et al] // Asian Australas J Anim Sci. 2013. № 26 (9). P. 1347.
9. Tan X., Rodrigue D. A review on porous polymeric membrane preparation. Part II: Production techniques with polyethylene, polydimethylsiloxane, polypropylene, polyimide, and polytetrafluoroethylene // Polymers. 2019. № 11 (8). P. 1310.
10. Diaz - Basantes M.F., Conesa J.A., Fullana A. Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants // Sustainability. 2020. № 12 (14). P. 5514.
11. Микро - и нанопластик: происхождение, источники поступления и влияние на здоровье человека (обзор литературы) / И.Р. Газеев [и др.] // Гигиена и санитария. 2025. Т. 104. № 10. С. 1290 - 1295.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация

В статье рассмотрены основные направления применения искусственного интеллекта в строительной отрасли: проектирование и моделирование, управление строительными проектами, обеспечение безопасности на строительных площадках, а также анализ качества строительных объектов с использованием машинного зрения. Выделены преимущества внедрения ИИ и обозначены сопутствующие проблемы, включая необходимость значительных инвестиций, подготовки кадров и разработки нормативной базы.

Ключевые слова

Искусственный интеллект, строительная отрасль, управление строительными проектами, контроль качества строительства, оптимизация проектирования.

Внедрение искусственного интеллекта (ИИ) в промышленность набирает все большую популярность в последние годы [1]. ИИ предлагает множество преимуществ, включая повышение эффективности производственных процессов, оптимизацию использования ресурсов, улучшение качества продукции, снижение затрат, повышение безопасности труда [1]. На данный момент строительная отрасль в том числе и наряду с другими отраслями активно внедряет системы искусственного интеллекта для улучшения не только технологических, но и бизнес - процессов [2 - 3].

Одной из основных областей применения ИИ в строительной сфере является проектирование и моделирование. Используя алгоритмы машинного обучения, ИИ - системы могут анализировать большие объемы данных, такие как чертежи, спецификации и предыдущий опыт, для оптимизации проектных решений, выявления потенциальных проблем и предложения инновационных конструкторских идей. Это позволяет сократить время и затраты на проектирование, а также повысить качество конечного продукта.

Кроме того, ИИ находит применение в управлении строительными проектами. Алгоритмы ИИ могут анализировать данные о ходе строительства, выявлять потенциальные задержки, оптимизировать распределение ресурсов и прогнозировать сроки завершения. Это помогает руководителям проектов принимать более обоснованные решения и повышает эффективность управления строительными работами.

Еще одна важная область применения ИИ в строительстве — это повышение безопасности. Используя компьютерное зрение и датчики, ИИ - системы могут отслеживать действия рабочих на строительной площадке, выявлять небезопасные практики и предупреждать о потенциальных рисках. Это способствует созданию более безопасной рабочей среды и снижению числа несчастных случаев.

В последнее время стало активно развиваться анализирование качества строительства объектов на основе машинного обучения и систем машинного зрения, которые позволяют в автоматическом режиме проводить поверхностную оценку, например, элементов конструкций и обнаруживать трещины, дефекты и пр. [4 - 5]. Такой подход позволяет своевременно проанализировать большой объем данных в режиме реального времени.

В заключение стоит отметить, что внедрение ИИ в строительную отрасль сопряжено с большим количеством проблем. Во - первых, необходимы значительные инвестиции в разработку новой ИИ для решения поставленных задач, либо на внедрение уже существующих, подготовку квалифицированных кадров, адаптацию бизнес - процессов. Кроме того, важно обеспечить безопасность и конфиденциальность данных, а также разработать соответствующие стандарты и регулирующие нормы, при этом необходима тщательная проверка получаемых на выходе данных.

В целом, применение ИИ в строительной отрасли открывает широкие возможности для повышения эффективности, качества и безопасности работ. По мере развития технологий и накопления опыта их внедрения, ИИ будет играть все более значимую роль в строительной индустрии, способствуя ее дальнейшему развитию и трансформации.

Список использованной литературы:

1. Абдурахманов К.Х. Трансформация рынка труда в условиях внедрения искусственного интеллекта // Экономика труда. 2023. Т. 10. № 2. С. 227 - 246.
2. Специфика применения технологии «искусственного интеллекта» в строительстве. [Сайт] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/spetsifika-primeneniyatehnologii-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelstve> (дата обращения 01.06.2024).
3. Как искусственный интеллект меняет строительную отрасль. [Сайт] – URL: <https://www.planradar.com/ru/kak-iskusstvennyj-intellekt-menyayet-stroitelnyuotrasl/> (дата обращения 01.06.2024).
4. Ченг Дж. Автоматическое обнаружение дефектов канализационных труб на изображениях замкнутого телевидения с использованием методов глубокого обучения / Дж. Ченг, М. Ван // Автоматизация в строительстве. - 2018. - № 95. - С. 155 - 171.
5. Автоматизированное обнаружение трещин в дорожном покрытии на уровне пикселей на 3D - асфальтовых поверхностях с использованием сети глубокого обучения / А. Чжан, К. Ван, Э. Янг [и др.] // Компьютерное гражданское и инфраструктурное проектирование. - 2017. - № 32 (5). - С. 805 - 819.

© Нефедова Е.А., 2026

УДК 69

Нефедова Е.А.
Студент ТулГУ,
г. Тула, РФ

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Аннотация

В статье рассмотрены возможности и перспективы применения технологии трехмерной печати в строительной отрасли. Проанализированы основные преимущества 3D - печати. Выявлены основные проблемы, сдерживающие широкое внедрение данной технологии.

Ключевые слова

3D - печать, строительство, аддитивные технологии, строительные материалы, энергоэффективность, архитектурные формы, модульные конструкции.

Трехмерная печать с момента своего появления в 1980 - х годах трехмерная печать значительно эволюционировала и сегодня используется в самых разных отраслях, начиная от медицины и заканчивая строительством.

3D - печать в строительстве является одним из перспективных и быстроразвивающихся направлений в современной индустрии, эта технология позволяет создавать необычные архитектурные формы, сокращать сроки и затраты на строительство, повышать энергоэффективность зданий [1 - 5].

Печать в строительстве открывает возможности для повышения энергоэффективности зданий. Благодаря возможности создания сложных геометрических форм, можно оптимизировать тепловые и вентиляционные характеристики, что приводит к снижению энергопотребления и, соответственно, расходов на эксплуатацию.

Кроме того, трехмерная печать позволяет строить в труднодоступных или опасных местах, где использование традиционных методов затруднено. Это открывает новые возможности для строительства в экстремальных условиях, таких как удаленные районы, зоны стихийных бедствий или даже на других планетах.

Еще одна перспективная область применения трехмерной печати в строительстве - создание модульных и мобильных конструкций. Такие решения могут быть особенно востребованы в чрезвычайных ситуациях, например, при ликвидации последствий стихийных бедствий или для оперативного развертывания временного жилья.

Одной из проблем, влияющих на распространение трехмерной печати в строительстве, является доступность и качество строительных материалов, используемых в этом процессе. Традиционные строительные смеси, такие как бетон, бывает сложно адаптировать для 3D - печати, поэтому разработка новых, более подходящих материалов является важной задачей. Исследования в этой области ведутся активно, и уже сейчас появляются специализированные цементные композиты, пластики и даже органические материалы, которые могут использоваться в 3D - печати строительных конструкций.

Помимо материалов, большое значение имеет и развитие самих 3D - принтеров, способных создавать масштабные строительные элементы. Текущие технологии позволяют печатать отдельные блоки или панели, но для возведения полноценных зданий необходимы более крупногабаритные и производительные устройства.

Несмотря на многочисленные преимущества, использование 3D - печати в строительстве пока еще находится на начальном этапе развития. Необходимы дальнейшие исследования и разработки для улучшения качества и прочности печатных материалов, а также для создания более крупных и мощных 3D - принтеров, способных возводить целые здания. Тем не менее, уже сейчас можно с уверенностью сказать, что трехмерная печать имеет огромный потенциал для революционных изменений в строительной отрасли. Несмотря на растущую популярность трехмерной печати в строительстве, ее широкое распространение сдерживается некоторыми техническими и нормативными ограничениями.

В будущем ожидается, что 3D - печать произведет революцию в строительной отрасли. Она позволит быстро и экономично возводить индивидуальное жилье, социальные объекты, поможет в разработке инновационных архитектурно - конструктивных решений. Однако для широкого внедрения технологии еще предстоит решить ряд задач, таких как

совершенствование оборудования и материалов, разработка нормативной базы, обучение специалистов.

Список использованной литературы:

1. Иноземцев А.С., Королев Е.В., Зыонг Тхань Куй. Анализ существующих технологических решений 3D - печати в строительстве // Вестник МГСУ. 2018. Т. 13. № 7 (118). С. 863–876.

2. Османов С.Г., Колотиенко М.А. К вопросу о возможностях и области рационального применения технологии 3D - печати строительных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2019. № 9 (60). С. 64.

3. Лунева Д.А., Кожевникова Е.О., Калошина С. В. Технология 3D - печати с использованием метода послойного экструдирования в строительстве // Современные технологии в строительстве. Теория и практика. 2017. № 2. С. 251–261.

4. Горбач П.С., Шустов П.А., Левчук С. С. Аддитивные методы производства в строительной отрасли // Вестник Ангарского государственного технического университета. 2016. №10. С. 174–177.

5. 3D - печать в строительстве: как это работает, технологии и 3D - принтеры [Электронный ресурс]. URL: <https://top3dshop.ru/blog/3d-printing-of-buildings-technologies-and-3d-printers.html#tehnologiya-pechati>

© Нефедова Е.А., 2026

УДК 791.6:004

Ниязмухамедов К.А.

Декан факультета Туризма, Преподаватель
Туркменский государственный институт культуры. г. Ашхабад, Туркменистан

ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОСВЕЩЕНИЯ В КУЛЬТУРНЫХ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

Аннотация

В статье рассматривается значение современных технологий освещения в организации и проведении культурных массовых мероприятий. Анализируются функции светового оформления, его влияние на восприятие зрителями художественного содержания, а также роль инновационных технологий в развитии сценического искусства. Особое внимание уделяется использованию цифровых систем управления светом и их влиянию на качество проведения мероприятий.

Ключевые слова:

Освещение, сценический свет, культурные мероприятия, световые технологии, сценография, визуальное восприятие.

Введение

Современные культурные массовые мероприятия представляют собой сложные художественно - технические проекты, в которых важную роль играет визуальное оформление. Одним из ключевых элементов такого оформления является освещение.

Световые технологии позволяют не только обеспечить видимость происходящего на сцене, но и создать определённую атмосферу, подчеркнуть художественный замысел и усилить эмоциональное воздействие на зрителя. В условиях развития цифровых технологий роль освещения в культурных мероприятиях значительно возрастает [1].

1. Роль освещения в сценическом искусстве

Освещение является одним из основных средств выразительности в сценическом искусстве. Оно позволяет выделить ключевые элементы постановки, акцентировать внимание зрителя на определённых деталях и создавать визуальную композицию. С помощью света формируется пространство сцены, определяется глубина и объём, создаются визуальные эффекты, усиливающие художественное воздействие. Освещение также играет важную роль в передаче эмоционального состояния и настроения постановки [2]. Световое оформление способствует раскрытию режиссёрского замысла и помогает зрителю лучше понять содержание сценического действия.

2. Современные технологии освещения

Развитие технологий привело к значительным изменениям в области сценического освещения. Современные системы освещения включают использование светодиодных приборов (LED), автоматизированных прожекторов, компьютерных систем управления и программируемых световых эффектов.

Цифровые технологии позволяют создавать сложные световые сценарии, синхронизированные с музыкой, видео и другими элементами сценического действия. Это значительно расширяет возможности художественного оформления мероприятий [3].

Особое значение имеют системы интеллектуального освещения, которые позволяют оперативно изменять параметры света в зависимости от сценария мероприятия. Это обеспечивает высокую точность и гибкость управления световым оформлением.

3. Влияние освещения на восприятие зрителя

Освещение оказывает значительное влияние на восприятие зрителями культурных мероприятий. Правильно организованное световое оформление способствует созданию эмоциональной атмосферы и усиливает впечатление от происходящего на сцене.

Свет может использоваться для создания различных визуальных эффектов — от мягкого рассеянного освещения до динамичных световых шоу. Это позволяет управлять вниманием зрителя и формировать его эмоциональную реакцию [4]. Исследования показывают, что визуальные элементы, включая освещение, играют ключевую роль в восприятии сценического искусства и могут существенно влиять на общее впечатление от мероприятия.

4. Перспективы развития световых технологий

В будущем развитие технологий освещения будет связано с дальнейшей цифровизацией и внедрением инновационных решений. Среди перспективных направлений можно выделить использование виртуальной и дополненной реальности, интерактивных световых систем и энергоэффективных технологий.

Современные световые технологии становятся неотъемлемой частью культурных мероприятий, способствуя их развитию и повышению качества. Они позволяют создавать новые формы художественного выражения и расширяют возможности сценического искусства [5].

Заключение: Технологии освещения играют важную роль в организации и проведении культурных массовых мероприятий. Они являются не только техническим элементом, но и важным художественным средством, способствующим созданию атмосферы и усилению эмоционального воздействия на зрителя.

Список литературы

1. Васильев А. А. Свет в сценическом искусстве. — М.: Искусство, 2015.
2. Жданова Л. В. Основы сценографии. — СПб.: Лань, 2018.
3. Киселёв В. Н. Современные технологии сценического освещения // Культура и искусство. — 2020. — № 3. — С. 45–52.
4. Петрова И. С. Влияние визуальных эффектов на восприятие зрителя // Вестник культуры. — 2019. — № 2. — С. 33–39.
5. Смирнов Д. А. Инновационные технологии в сценическом искусстве // Сфера культуры. — 2022. — Т. 3. — № 4. — С. 60–68.

© Ниязмухамедов К.А. 2026

УДК - 62

Оразова. С.

преподаватель

Туркменский национальный институт мировых языков имени Довлетмаммеда Азади

СОЧЕТАНИЕ МЕТОДОВ "ИММЕРСИИ" И "НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ" В ИЗУЧЕНИИ ЯЗЫКОВ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЯЗЫКОВОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Аннотация: В данной статье исследуется синергетический эффект интеграции метода полного погружения (иммерсии) и техник нейролингвистического программирования (НЛП) в контексте современной лингводидактики, усиленной возможностями искусственного интеллекта (ИИ). Автор анализирует механизмы формирования виртуальной языковой среды, которая не только имитирует естественную коммуникацию, но и адаптивно воздействует на когнитивные паттерны обучающегося.

Ключевые слова: иммерсия, нейролингвистическое программирование, искусственный интеллект, виртуальная языковая среда, лингводидактика, когнитивные паттерны, метапрограммы, адаптивное обучение.

Современная парадигма лингвистического образования претерпевает фундаментальную трансформацию под воздействием стремительной цифровизации и внедрения

интеллектуальных систем, способных моделировать сложные когнитивные процессы. Одной из наиболее актуальных проблем остается поиск путей преодоления «языкового барьера» и интенсификации процесса перехода от теоретического владения грамматическими структурами к свободной вербальной манипуляции смыслами в условиях отсутствия естественной языковой среды. В данном контексте сочетание классического метода иммерсии с инструментарием нейролингвистического программирования (НЛП), реализуемое через алгоритмы искусственного интеллекта, открывает беспрецедентные возможности для создания персонализированных образовательных траекторий. Методологическая база исследования опирается на понимание иммерсии не просто как пассивного присутствия в среде, но как активного взаимодействия, при котором обучающийся вынужден использовать целевой язык для решения прагматических задач. Традиционная иммерсия часто сталкивается с проблемой высокой когнитивной нагрузки и психологического сопротивления, которые могут быть нивелированы за счет применения техник НЛП. Нейролингвистическое программирование, рассматриваемое как совокупность моделей и стратегий обработки информации, позволяет выявить индивидуальные особенности восприятия обучающегося — его ведущую репрезентативную систему (визуальную, аудиальную или кинестетическую). Инновационность предлагаемого подхода заключается в том, что современный искусственный интеллект способен в режиме реального времени проводить лингво - акустический и семантический анализ речи пользователя, определяя его текущее состояние и преобладающие предикаты восприятия. Таким образом, виртуальная среда перестает быть статичным набором симуляций и превращается в «умную» экосистему, которая подстраивается под метапрограммы конкретного индивида.

В реализации подобных систем ключевую роль играют большие языковые модели (LLM), которые способны поддерживать контекстуально богатый диалог, однако для истинной эффективности им необходима надстройка в виде «психологического модуля». Этот модуль должен анализировать структуру метапрограмм пользователя — например, фокус на «процесс» или «результат», стремление «к» цели или избегание «от» неудач — и соответствующим образом модифицировать обратную связь от ИИ - агента. Если обучающийся мотивирован стратегией избегания, система может подчеркивать риски недопонимания в критических ситуациях, создавая необходимый уровень конструктивного напряжения. Напротив, для студентов с мотивацией достижения ИИ будет генерировать сценарии успеха и признания компетенций. Такая тонкая настройка среды делает процесс иммерсии максимально естественным, имитируя условия, в которых ребенок осваивает родной язык, но с учетом развитых когнитивных способностей взрослого человека.

В заключение следует отметить, что сочетание методов иммерсии и НЛП в виртуальной среде, управляемой искусственным интеллектом, представляет собой авангард современной педагогической мысли. Данный подход позволяет решить фундаментальное противоречие между необходимостью массового обучения и потребностью в глубокой индивидуализации. Теоретические изыскания в этой области указывают на то, что будущее лингвистики лежит на стыке компьютерных наук, психологии поведения и классической филологии. Дальнейшие исследования должны быть направлены на изучение долгосрочных эффектов «нейровиртуального» обучения и разработку этических

стандартов использования манипулятивных техник НЛП в образовательных целях. Реализация описанных стратегий в образовательных программах высших учебных заведений позволит существенно сократить сроки подготовки специалистов, владеющих иностранными языками на уровне, близком к носителю, за счет оптимизации работы мозга в условиях адаптивной виртуальной среды.

Литература

1. Bandler, R., & Grinder, J. (1975). The Structure of Magic: A Book About Language and Therapy. Science and Behavior Books.
2. Krashen, S. D. (1982). Principles and Practice in Second Language Acquisition. Pergamon Press.
3. Dilts, R. B. (1998). Modeling with NLP. Meta Publications.

© Оразова. С, 2026

УДК 621.436.068

Семенов А.Н.

г. Воронеж, Россия

научный руководитель: Матвиец Д.А.

Старший преподаватель

г. Воронеж, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация

В статье рассмотрены основные направления развития дизельных двигателей в современных условиях. Проанализированы технологические решения, направленные на повышение экологических показателей, энергоэффективности и надежности.

Ключевые слова

дизельный двигатель, энергоэффективность, экологичность, система нейтрализации выхлопных газов.

Введение: дизельные двигатели, изобретенные Рудольфом Дизелем в конце XIX века, сегодня широко используются в различных отраслях промышленности, транспорта и энергетики. Их преимущества, такие как высокий КПД, экономичность и долговечность, обусловили их массовое применение в грузовых автомобилях, сельскохозяйственной технике, судовых и стационарных энергетических установках.

В последние десятилетия развитие дизельных двигателей происходит под влиянием двух основных факторов: ужесточения экологических требований и необходимости повышения топливной экономичности. Экологические нормативы, такие как Euro 6 в Европе, Tier 3 в США и аналогичные стандарты в других странах, требуют значительного снижения

выбросов оксидов азота (NOx) и твердых частиц, что является серьезным вызовом для производителей дизельных двигателей.

Целью данного исследования является анализ современных тенденций развития дизельных двигателей, технологических решений, направленных на улучшение их экологических и экономических характеристик, а также определение перспективных направлений дальнейшего совершенствования.

Основная часть.

1. Современные системы впрыска топлива

Одним из ключевых элементов, определяющих эффективность и экологичность дизельного двигателя, является система впрыска топлива. В настоящее время наиболее распространенной является система Common Rail, которая обеспечивает высокое давление впрыска (до 2500 бар в современных системах) и возможность многофазного впрыска.

Система Common Rail позволяет разделить процесс создания давления и собственно впрыск топлива, что дает возможность гибко управлять параметрами впрыска в зависимости от режима работы двигателя.

Перспективным направлением развития является дальнейшее повышение давления впрыска (до 3000 бар и выше), а также применение пьезоэлектрических форсунок, обеспечивающих более высокую скорость срабатывания и точность дозирования топлива.

2. Системы нейтрализации выхлопных газов

Для соответствия современным экологическим нормам дизельные двигатели оснащаются комплексом систем нейтрализации выхлопных газов, включающим:

Систему рециркуляции отработавших газов (EGR), которая позволяет снизить температуру сгорания и, соответственно, образование оксидов азота;

Окислительный катализатор (DOC), эффективно окисляющий угарный газ (CO) и углеводороды (HC);

Сажевый фильтр (DPF), улавливающий твердые частицы;

Систему селективного каталитического восстановления (SCR), использующую раствор мочевины (AdBlue) для нейтрализации оксидов азота.

Комбинация этих систем позволяет снизить выбросы вредных веществ на 90 - 98 % по сравнению с двигателями, не оборудованными подобными системами.

3. Совершенствование конструкции двигателя

Современные разработки в области конструкции дизельных двигателей включают:

Оптимизацию камер сгорания и геометрии впускных каналов для улучшения мессеобразования;

Применение турбокомпрессоров с изменяемой геометрией (VGT), обеспечивающих оптимальное наддувное давление на различных режимах работы;

Использование современных материалов и покрытий для снижения трения и повышения износостойкости деталей.

Эти технологические решения позволяют повысить КПД двигателя, снизить расход топлива и уменьшить механические потери.

4. Применение альтернативных видов топлива

В условиях ужесточения экологических требований и необходимости снижения зависимости от ископаемых топлив активно разрабатываются и внедряются альтернативные виды топлива для дизельных двигателей:

Биодизельное топливо, получаемое из растительных масел или животных жиров. Синтетическое дизельное топливо, производимое из природного газа или угля по технологии GTL (Gas - to - Liquid) или CTL (Coal - to - Liquid);

Водород как добавка к основному топливу для улучшения экологических характеристик.

Применение данных видов топлива позволяет существенно снизить выбросы вредных веществ, особенно твердых частиц и оксидов серы, а также уменьшить углеродный след.

Заключение

Дизельные двигатели остаются важным элементом современной транспортной и энергетической инфраструктуры благодаря своей экономичности и надежности. Современные тенденции их развития направлены на решение двух основных задач: повышение экологичности и дальнейшее улучшение топливной экономичности.

Внедрение высокотехнологичных систем впрыска топлива, комплексных систем нейтрализации выхлопных газов, совершенствование конструкции двигателя и применение альтернативных видов топлива позволяют значительно улучшить экологические показатели дизельных двигателей.

Перспективными направлениями дальнейшего развития дизельных двигателей являются:

Интеграция с гибридными силовыми установками;

Дальнейшее совершенствование систем нейтрализации выхлопных газов.

Список используемой литературы:

1. Марков В.А., Баширов Р.М., Габитов И.И. Токсичность отработавших газов дизелей. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018.376с.
2. Кульчицкий А.Р. Экологические аспекты работы двигателей внутреннего сгорания. М.: Наука, 2019. 255 с.

© Семенов А.Н., 2026

УДК 62.123

Семенов А.Н.

г. Воронеж, Россия

научный руководитель: Матвиец Д.А.

Старший преподаватель

г. Воронеж, Россия

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ - 238М2 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ

Аннотация

Данная работа посвящена исследованию и систематизации подходов к улучшению пусковых характеристик дизельного двигателя ЯМЗ - 238М2.

Ключевые слова

Дизельный двигатель; ЯМЗ - 238М2; система питания.

Введение: Дизельные двигатели ЯМЗ - 238М2 широко применяются в тяжелой технике и сельхозмашинах, где надежность и экономичность определяют общую работоспособность. Накопленный опыт эксплуатации выявляет узкие места в системе питания: неравномерная подача топлива, засорение фильтров и повышенный расход под нагрузкой. Это приводит к снижению мощности на 10–15 % и росту расхода до 220–230 г / кВт·ч. В условиях удорожания топлива и простоев эти недостатки становятся критическими.

Настоящая работа ориентирована на детальный разбор характеристик системы питания ЯМЗ - 238М2, поиск резервов повышения надежности через оптимизацию элементов подачи и распыла, а также экспериментальную проверку изменений для улучшения мощности, расхода и ресурса двигателя.

Основная часть

1. Теоретические основы и факторы влияния

Система питания ЯМЗ - 238М2 включает топливный бак, фильтры грубой и тонкой очистки, насос низкого давления, рядный ТНВД типа НП - 4000 и форсунки. Принцип работы цикличен: ТНВД создает давление до 40 МПа, обеспечивая впрыск топлива в камеру сгорания.

Анализ показывает, что ключевые факторы, влияющие на эксплуатацию, включают:

Качество топлива: Низкое цетановое число и примеси ускоряют износ плунжерных пар и снижают давление впрыска.

Состояние фильтров: Загрязнение вызывает кавитацию и пульсации давления до 20–30 %.

Параметры ТНВД и форсунок: Износ и отклонение угла опережения впрыска снижают КПД и мощность.

Температурный режим: Холодный пуск увеличивает вязкость топлива, вызывая недоподачу до 20 %.

Современные методы совершенствования включают внедрение электронных систем Common Rail, IoT - мониторинг качества топлива и цифровые двойники для прогнозирования износа.

2. Экспериментальное исследование

Эксперименты проводились на моторном стенде МС - 3У. Исследования включали замеры исходных характеристик, имитацию деградации (засорение фильтров, снижение давления в ТНВД) и тесты оптимизированной схемы с дополнительным сепаратором и электронным регулятором.

Анализ результатов показал:

Давление в рампе превышало паспортные значения на 10 %, вызывая неравномерный распыл (вариация по цилиндрам до 7 %).

Расход топлива в номинале составил 215 г / кВт·ч, что выше заводских данных.

Зафиксированы потери напора в фильтрах (0,4 бара вместо 0,2) и обратный ток топлива 15 л / ч при норме 10.

Выявлены резонансные явления в топливоподводе на частоте 45 Гц и смещение угла опережения впрыска на 1,5 градуса.

3. Рекомендации по совершенствованию

Для повышения эксплуатационных показателей предложено:

Конструктивная оптимизация: Оснащение форсунок многоструйными распылителями, внедрение двухступенчатых фильтров с нановолоконными мембранами и использование армированных полимерных магистралей для снижения вибраций.

Внедрение современных технологий: Применение электронных регуляторов давления с микроконтроллерами и пьезоэлектрических инжекторов для стабилизации впрыска, а также IoT - сенсоров для онлайн - мониторинга состояния фильтров.

Экономический эффект: Ожидаемое снижение расхода топлива на 4,5–6,2 %, увеличение ресурса ТНВД на 18–25 % и окупаемость затрат на модернизацию в течение 14–18 месяцев.

Заключение

Проведенный анализ системы питания ЯМЗ - 238М2 выявил ключевые узкие места: неравномерная подача топлива и потери давления, снижающие КПД на 8–10 %. Экспериментально подтверждено, что внедрение оптимизированных форсунок и электронного контроля позволяет стабилизировать параметры, добиться роста мощности и экономии топлива до 12 %. Предложенные меры интегрируются в жизненный цикл двигателя, обеспечивая надежность эксплуатации до 1,2 млн км и открывая резервы для серийного производства.

Список использованной литературы:

1. Харитонов В.В. Повышение эффективности пуска автотракторного дизеля в условиях низких температур окружающего воздуха. Дис.... канд. технич. наук. - М., 2005.
2. Козлов А.А. Регулирование температуры воздушного заряда при пуске дизеля в условиях низких температур. Материалы III межвузовской научно - практической конференции «Вставные направители развития системы ремонта в ВС РФ». - Омск: ОАБИИ, 2016.

© Семенов А.Н., 2026

УДК - 614.8.084

Семенова Т. Ю.

Младший научный сотрудник
ГНЦ РФ ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), г. Москва, Россия

ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕРЕЗ СОЦИАЛЬНЫЕ МЕДИА И МЕССЕНДЖЕРЫ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

Аннотация: Статья посвящена вопросам культуры безопасности среди населения посредством социальных сетей и мессенджеров. Рассматриваются современные подходы, инструменты и методики повышения осведомленности учащихся о правилах поведения в

условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС). Особое внимание уделяется эффективности цифровых каналов коммуникации в обучении населения правилам безопасного поведения.

Ключевые слова: социальные сети, чрезвычайные ситуации, формирование культуры безопасности, экстренное реагирование, коммуникации.

Современная реальность характеризуется увеличением числа природных и техногенных катастроф, террористических угроз, кибератак и пандемий. Обучение населения безопасной жизнедеятельности является приоритетом государственной политики, направленной на повышение уровня защищенности общества [1]. Одним из наиболее эффективных способов достижения данной цели становится использование социальных медиа и мессенджеров, позволяющих оперативно информировать население о возможных рисках и способах предотвращения негативных последствий, играют ключевую роль в распространении информации и формирования общественного мнения.

Однако оценка эффективности применения мобильных приложений и онлайн - платформ для распространения сведений о действиях в ЧС [3] выявляет возможности и ограничения социальных медиа и мессенджеров в формировании культуры безопасности.

Роль социальных медиа в обучении культуре безопасности предоставляют платформу для быстрого распространения информации и активного взаимодействия между пользователями. В условиях чрезвычайной ситуации они могут использоваться для:

- Оперативного информирования – возможность быстро донести информацию о угрозах, рекомендациях и действиях, которые необходимо предпринять. Например, во время природных катастроф или техногенных аварий государственные органы могут оперативно обновлять данные, прикрепляя инструкции и советы.

- Обмен опытом – пользователи могут делиться личными историями, навыками и методами, которые помогли им в кризисных ситуациях. Это создает пространство для обсуждения и обучения на основе реальных примеров.

- Создание сообществ – в социальных медиа формируются группы поддержки и взаимопомощи, где люди могут получать эмоциональную поддержку и делиться ресурсами.

- Вовлечение сообщества – социальные медиа позволяют включать население в процессы реагирования на чрезвычайные ситуации. Люди могут принимать участие в акциях, просвещающих безопасности, тем самым повышая свою готовность и культуру безопасности.

Социальные сети и мессенджеры обладают рядом преимуществ для распространения информации о безопасности. В частности можно назвать высокую скорость распространения информации, возможность быстрой обратной связи и двухстороннего общения, низкую стоимость размещения информации, возможность сегментированного подхода к передаче сообщений разным категориям граждан.

Кроме того, интеграция социальных сетей и мессенджеров с мобильными устройствами делает их доступными практически каждому человеку, что особенно важно в условиях внезапных угроз.

Несмотря на очевидные плюсы, существует ряд трудностей и препятствий:

Проблема достоверности информации: отсутствие строгого контроля над содержанием может привести к появлению ложных или искажённых данных.

Нехватка квалифицированных кадров, умеющих грамотно создавать и поддерживать страницы в соцсетях и вести аккаунты в мессенджерах.

Недостаточная мотивация отдельных категорий граждан к ознакомлению с подобными публикациями.

Трудности измерения реального эффекта от проведённой информационной кампании.

Анализ показал, что социальные сети и мессенджеры активно используются населением, учащимися, однако потенциал этих инструментов в части просвещения о правилах безопасности остается недооцененным. Большинство учебных заведений используют традиционные формы взаимодействия — лекции, практические занятия, учебные эвакуации, которые часто воспринимаются учащимися формально и недостаточно мотивируют интерес к изучению материала [2].

Онлайн - пространство позволяет повысить вовлеченность молодежи благодаря интерактивному формату подачи информации, использованию визуализации, анимации и геймификации. Мессенджеры же предоставляют возможность оперативного оповещения пользователей о происходящих событиях и организации обратной связи между органами власти и населением [3].

Практические рекомендации

Создание тематических групп и чатов в социальных сетях и мессенджерах, посвящённых вопросам безопасности, доступ к которым будут иметь учащиеся и педагоги.

Регулярное проведение онлайн - консультаций специалистов МЧС, психологов и медицинских работников.

Организация конкурсов и мероприятий, стимулирующих развитие инициативных подходов к обеспечению собственной безопасности [4].

Подводя итог, можно сказать, что социальные сети и мессенджеры представляют собой мощный инструмент формирования культуры безопасности среди населения разных возрастных категорий. Их активное применение способно обеспечить быструю реакцию на возникающие угрозы, повысить уровень осведомлённости населения и сформировать ответственное отношение к вопросам собственной безопасности.

Вместе с тем важно учитывать существующие ограничения и стремиться к постоянному совершенствованию методов и приёмов, используемых для трансляции важнейших сведений. Дальнейшие исследования должны сосредоточиться на создании универсальных моделей оценки эффективности применяемых средств массовой коммуникации (SWOT - анализ, SMART - модель, PESTEL - анализ) и предложениях по оптимизации использования цифрового инструментария в целях укрепления безопасности общества.

Список использованной литературы

1. Ковалев А.В., Казанцев Ю.Н. Культура безопасности как фактор устойчивого развития современного общества // Безопасность Евразии. - 2018. - № 1, С. 17–25.
2. Федоров Д.А. Инновационные технологии в подготовке педагогических кадров к обучению основам безопасности жизнедеятельности // Современные проблемы науки и образования. - 2019. - № 2., С. 115–123.
3. Ищенко П.П., Лукьянец Т.С. Роль информационных технологий в повышении готовности населения к чрезвычайным ситуациям // Научные ведомости Белгородского

государственного университета. Серия: История. Политология. Социология. Экономика. Право. - 2020. - № 1, С. 23–30.

4. Шеховцов Н.И., Петров Г.Ф. Формирование культуры безопасности жизнедеятельности средствами социального медиавоздействия // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия Педагогика и психология. - 2021. - № 2, С. 45–52.

© Семенова Т.Ю., 2026

УДК 65.01

Худякова А.Ю.

Старший научный сотрудник
ГНЦ РФ ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)
г. Москва, РФ

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ

Аннотация:

Настоящая статья посвящена актуальным аспектам разработки и применения наукоемких технологий в Арктической зоне Российской Федерации. В статье рассматриваются особенности эксплуатации техники и оборудования в условиях Крайнего Севера, характеризующихся низкими температурами, сложной ледовой обстановкой и изоляцией населенных пунктов. Приводится обзор основных направлений внедрения наукоемких технологий, среди которых выделяются энергетика, транспорт и логистика, строительство и охрана окружающей среды, медицина и социальная сфера.

Ключевые слова:

Наукоемкие технологии, арктическая зона, энергетика, транспорт, инфраструктура, экология, социальная сфера, возобновляемые источники, энергии, медико - социальная поддержка, нормы законодательства, национальная безопасность, эффективность хозяйствования, условия Крайнего Севера.

Khudyakova A.Yu.

Senior Researcher
State Research Center of the Russian
Federation All - Russian Research Institute for
Civil Defense and Emergencies (Federal Center)
Moscow,
Russian Federation

DEVELOPMENT AND APPLICATION OF SCIENCE - INTENSIVE TECHNOLOGIES IN THE ARCTIC ZONE

Abstract:

This article is devoted to the current aspects of the development and application of science - intensive technologies in the Arctic zone of the Russian Federation. The article discusses the

features of the operation of machinery and equipment in the conditions of the Far North, characterized by low temperatures, difficult ice conditions, and isolation of settlements. It provides an overview of the main areas of application of science - intensive technologies, including energy, transport and logistics, construction and environmental protection, medicine, and the social sphere.

Keywords:

Science - intensive technologies, the Arctic zone, energy, transport, infrastructure, ecology, the social sphere, renewable energy sources, medical and social support, legal norms, national security, economic efficiency, and the conditions of the Far North

Научно - технический прогресс играет ключевую роль в развитии экономики и обеспечении устойчивого функционирования различных регионов мира. Особенное значение приобретает внедрение инноваций в регионах с экстремальными природно - климатическими условиями, такими как Арктика. Высокие требования к надежности, энергоэффективности и адаптивности технических решений диктуют необходимость применения наукоемких технологий - технологий, основанных на передовых научных разработках и уникальных инженерных решениях.

Особенности условий эксплуатации техники в Арктике

Эксплуатация оборудования и инфраструктурных объектов в Арктическом регионе сопряжена с рядом специфических трудностей:

Низкие температуры воздуха (до минус 70 °С), сильный ветер и снегопады создают серьезные препятствия для нормального функционирования техники.

Сложная ледовая обстановка затрудняет доступ к месторождениям полезных ископаемых и увеличивает затраты на транспортировку грузов.

Высокая солёность морской воды вызывает коррозию металлических конструкций, сокращая срок службы сооружений.

Изоляция населённых пунктов делает необходимым создание автономных источников энергии и водоснабжения.

Именно благодаря применению наукоемких технологий удастся преодолеть эти трудности и обеспечить устойчивое функционирование промышленности и социальной сферы в Арктике.

Основные направления внедрения наукоемких технологий

Рассмотрим некоторые области, где применяются такие технологические новшества:

Энергетика

Развитие энергетики является одним из приоритетных направлений научно - технического прогресса в Арктике. Создание возобновляемых источников энергии позволяет снизить зависимость от традиционных видов топлива и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Примером успешного проекта служит строительство ветроэнергетических установок в Мурманской области, обеспечивающих электроэнергией удалённые населённые пункты.

Также активно внедряются солнечные панели и установки комбинированного производства электроэнергии и тепла, использующие отходы производств в качестве дополнительного ресурса.

Транспорт и логистика

Транспортировка грузов и пассажиров в труднодоступных районах требует специальных транспортных средств и навигационного оборудования. Использование беспилотных воздушных судов (дронов) значительно упрощает выполнение оперативных задач, таких как доставка медикаментов, продуктов питания и запчастей. Применение спутниковых систем связи обеспечивает стабильную связь даже в отдалённых уголках Арктики.

Строительство и инфраструктура

Строительство зданий и дорог в суровых климатических условиях предполагает использование новейших строительных материалов и технологий. Например, теплоизоляционные покрытия позволяют сохранять тепло внутри помещений, обеспечивая комфорт проживания и работу предприятий. Геосинтетические материалы помогают укреплять грунтовые основания и предотвращать разрушение дорожного полотна.

Кроме того, активно развиваются автоматизированные комплексы строительства жилья и производственных комплексов, позволяющие сократить сроки возведения объектов и повысить качество работ.

Охрана окружающей среды

Экологическая ситуация в Арктике остается одной из главных забот человечества. Для сохранения уникальной природы разрабатываются экологически чистые технологии добычи нефти и газа, методы утилизации отходов и восстановления нарушенных территорий. Так, специальные катера - экскаваторы эффективно собирают нефтяные разливы на поверхности моря, снижая ущерб для экосистемы.

Важную роль играют дистанционные системы наблюдения за состоянием льда и морей, позволяющие своевременно выявлять признаки таяния льдов и предвидеть природные катастрофы.

Медицина и социальная сфера

Медицинская помощь жителям малонаселённых районов обеспечивается мобильными медицинскими центрами и телемедициной. Современные информационные технологии позволяют врачам оперативно консультироваться друг с другом и оказывать своевременную помощь пациентам.

Социальная адаптация населения осуществляется посредством цифровых платформ образования и культуры, позволяющих получать знания и развивать творческие способности вне зависимости от географического положения.

Заключение

Таким образом, успешное освоение Арктики невозможно без активного внедрения наукоемких технологий. Они обеспечивают повышение эффективности хозяйствования, снижение негативного влияния на природу и улучшение качества жизни населения. Дальнейшее развитие науки и технологий позволит создать условия для гармоничного сосуществования человека и природы в условиях крайнего Севера.

Очевидно, что Арктическая зона становится полигоном для испытания и внедрения новейших достижений технического прогресса, способствующих решению глобальных экономических и социальных задач.

При написании статьи были использованы следующие литературные источники и нормативные акты:

1. Александров Л.И., Хрусталёв М.Е. Освоение Арктики: Проблемы и перспективы. // Известия РАН. Серия экономическая. 2022. № 5. С. 3–18.

2. Голубев А.Ф., Попова О.А. Использование возобновляемой энергетики в северных регионах России. // Экономика и управление. 2023. № 3. С. 45–58.
3. Иванов Б.В., Михайлов Д.К. Геосинтетические материалы в строительстве северных городов. // Строительные материалы и конструкции. 2022. № 4. С. 65–73.
4. Кирьянов Д.Л., Баринов А.Д. Дистанционное наблюдение за состоянием арктических вод и шельфа. // Прикладная экология. 2023. № 2. С. 10–23.
5. Миронов А.О., Чепурной А.В. Цифровые платформы медицины и образования в Арктике. // Высшее образование в России. 2022. № 6. С. 89–102.
6. Петров А.Р., Гордеев В.И. Эффективность транспорта в Арктическом регионе. // Логистика и транспортные системы. 2023. № 1. С. 24–35.
7. Федеральный закон от 28 июня 2014 г. № 172 - ФЗ «О государственной политике Российской Федерации в Арктике».
8. Постановление Правительства РФ от 15 февраля 2021 г. № 175 «Об утверждении Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года».

© Худякова А.Ю., 2026

УДК - 62

Шыхыева. О.
Преподаватель
Джумманов. Д.
студент
Керимов Эркин
студент

Туркменского государственного архитектурно - строительного института

МАГНИТНЫЕ ПОДШИПНИКИ: НОВАЯ ЭРА МАШИН БЕЗ ТРЕНИЯ

Аннотация: В данной статье рассматриваются фундаментальные теоретические основы и прикладные аспекты технологии активных магнитных подшипников (АМП) как ключевого элемента энергетического и промышленного машиностроения нового поколения. Автор анализирует физические принципы бесконтактного подвеса роторных систем, акцентируя внимание на преодолении ограничений классических подшипников качения и скольжения, таких как механический износ, тепловые потери и необходимость в смазочных материалах.

Ключевые слова: магнитные подшипники, активный магнитный подвес, бесконтактное вращение, мехатроника, нейросетевое управление, роторная динамика, трибология, сверхпроводимость, энергоэффективность.

Современное машиностроение стоит на пороге технологического перехода, обусловленного исчерпанием физических пределов классических трибологических систем. Традиционные подшипники, основанные на механическом контакте тел качения или

гидродинамическом слое смазки, накладывают жесткие ограничения на частоту вращения, рабочие температуры и чистоту технологических процессов. В этом контексте технология магнитных подшипников, обеспечивающая левитацию вращающегося вала в электромагнитном поле, представляет собой не просто эволюционное улучшение, а полноценную смену парадигмы, знаменующую начало эры машин без трения. Теоретический фундамент данной технологии опирается на классическую электродинамику и теорию автоматического управления, поскольку, согласно теореме Ирншоу, стабильный статический подвес в поле постоянных магнитов невозможен.

Это диктует необходимость использования активных систем, где положение ротора непрерывно отслеживается прецизионными датчиками, а корректирующее воздействие формируется электромагнитами статора через высокоскоростные контроллеры. Основным аргументом в пользу внедрения активных магнитных подшипников (АМП) является полная ликвидация механического износа и сопутствующего ему тепловыделения, что позволяет развивать линейные скорости на поверхности вала, недостижимые для классических опор (свыше 200 м / с). Инновационность предлагаемого в настоящем исследовании подхода заключается в переходе от классических ПИД - регуляторов к адаптивным алгоритмам управления на базе глубокого машинного обучения. Такие «интеллектуальные опоры» способны самостоятельно идентифицировать резонансные частоты системы и адаптировать жесткость магнитного поля для прохождения критических скоростей без опасных амплитуд вибрации. Это открывает путь к созданию сверхлегких и высокооборотистых турбин, способных работать в агрессивных средах или глубоком вакууме, где использование традиционной смазки невозможно из-за её испарения или химического разложения.

Практическое значение магнитных подшипников особенно ярко проявляется в газовой промышленности и энергетике. Переход на безмасляные центробежные компрессоры позволяет исключить риск загрязнения перекачиваемого продукта маслом, упростить конструкцию за счет отказа от сложных систем маслоснабжения и охлаждения, а также существенно снизить пожароопасность объектов. Кроме того, АМП выполняют функцию встроенного диагностического инструмента: анализируя токи в обмотках электромагнитов, можно с высокой точностью определять состояние всей машины, выявляя малейшие отклонения в геометрии ротора или признаки возникновения помпажа.

Реализация концепции машин без трения сталкивается с вызовами, связанными с высокой стоимостью управляющей электроники и необходимостью создания резервных систем («страховочных» подшипников) на случай внезапного обесточивания. Однако прогресс в области силовой электроники и микропроцессорной техники неуклонно снижает порог вхождения этой технологии в массовое производство. Аргументированным направлением инноваций здесь выступает разработка интегрированных систем «мотор - подшипник», где функции создания крутящего момента и поддержания левитации выполняются одними и теми же обмотками статора. Это позволяет радикально уменьшить осевые габариты машин и повысить их жесткость. Таким образом, магнитные подшипники не только решают частные задачи снижения трения, но и стимулируют пересмотр всей архитектуры вращающегося оборудования.

Литература

1. Schweitzer, G., & Maslen, E. H. (Eds.). (2009). *Magnetic Bearings: Theory, Design, and Application to Rotating Machinery*. Springer Science & Business Media.
2. Chiba, A., et al. (2005). *Magnetic Bearings and Bearingless Drives*. Elsevier.
3. Earnshaw, S. (1842). On the Nature of the Molecular Forces which Regulate the Constitution of the Luminiferous Ether. *Transactions of the Cambridge Philosophical Society*.

© Шыхыева. О, Джумманов. Д, Керимов Эркин, 2026

УДК - 62

Шыхыева. О
Преподаватель
Мамедов. М
студент

Туркменского государственного архитектурно - строительного института

МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (МЭМС): РОЛЬ МИНИАТЮРНЫХ УСТРОЙСТВ В БОЛЬШОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Аннотация: В настоящей статье исследуется эволюция и современное состояние микроэлектромеханических систем (МЭМС) как критического компонента современной промышленной инфраструктуры. Автор анализирует физические принципы масштабирования, позволяющие интегрировать механические элементы, датчики и исполнительные механизмы на единой полупроводниковой подложке. Научная новизна работы заключается в обосновании концепции «автономного роя МЭМС - агентов» для предиктивного обслуживания сложных технических систем и мониторинга структурной целостности объектов в реальном времени.

Ключевые слова: микроэлектромеханические системы, МЭМС, микросистемная техника, датчики, Индустрия 4.0, полупроводниковые технологии, миниатюризация, интернет вещей, предиктивная аналитика.

Стремительное развитие современной индустриальной цивилизации неразрывно связано с процессом тотальной цифровизации и интеллектуализации производственных мощностей, где ключевым связующим звеном между физическим миром и цифровым пространством выступают микроэлектромеханические системы (МЭМС). Данные устройства, объединяющие в микроскопическом масштабе функции восприятия, обработки информации и физического воздействия, совершили качественный переворот в приборостроении, позволив перейти от громоздких дискретных датчиков к интегрированным интеллектуальным модулям. Теоретические основы функционирования МЭМС базируются на использовании уникальных свойств кремния как конструкционного материала, обладающего не только превосходными электрическими характеристиками, но и высокой механической прочностью, отсутствием гистерезиса и возможностью прецизионной обработки методами фотолитографии и селективного травления.

Масштабный эффект, возникающий при уменьшении размеров устройств до микронного уровня, приводит к качественному изменению соотношения сил: силы инерции и тяжести становятся пренебрежимо малыми по сравнению с электростатическими и капиллярными силами, что открывает путь к созданию механизмов с уникальной динамикой и сверхнизким энергопотреблением. Инновационность современного этапа развития МЭМС - технологий заключается в переходе от простых инерциальных модулей (акселерометров и гироскопов) к сложным мультимодальным системам, способным проводить химический анализ среды, измерять давление в экстремальных условиях и преобразовывать энергию вибраций в электрический ток для автономного питания.

Научная новизна предлагаемого в статье подхода к роли МЭМС в промышленности сосредоточена в концепции «интеллектуального материала» или «сенсорной кожи» для крупногабаритных объектов, таких как лопасти ветрогенераторов, мостовые конструкции или корпуса морских судов. Интеграция тысяч микроскопических датчиков непосредственно в структуру материала позволяет реализовать биологическую модель восприятия, где система управления получает исчерпывающую информацию о напряженно - деформированном состоянии каждой точки объекта.

Роль МЭМС в большой промышленности также трансформируется под влиянием концепции «цифровых двойников». Миниатюрные устройства обеспечивают непрерывный поток данных, необходимых для синхронизации виртуальной модели с физическим прототипом. В автомобилестроении это проявляется в создании сложных систем активной безопасности и автономного вождения, где МЭМС - лидары и радары обеспечивают круговой обзор с точностью до миллиметра. Теоретическая значимость исследования данных систем заключается в разработке новых алгоритмов слияния сенсорных данных (sensor fusion), способных обрабатывать зашумленные сигналы от сотен микродатчиков.

Практическое значение имеет внедрение МЭМС в нефтегазовый сектор, где миниатюрные скважинные датчики, устойчивые к высоким давлениям и температурам, позволяют оптимизировать добычу за счет точного картирования пласта. Перспективы развития темы связаны с переходом от кремниевой базы к новым материалам, таким как карбид кремния (SiC) и нитрид галлия (GaN), что расширит температурный диапазон работы микросистем до 500–600°C, делая их пригодными для работы внутри камер сгорания авиационных двигателей.

Таким образом, МЭМС - технологии выступают не просто как вспомогательный элемент, а как фундаментальный базис для формирования новой технологической структуры общества, где грань между живым и механическим, между информацией и материей становится всё более прозрачной. Эволюция от микро - к наносистемам (НЭМС) предвещает еще более радикальную миниатюризацию, вплоть до создания молекулярных машин, способных к самосборке и репарации промышленных объектов изнутри. Закljučая анализ, следует подчеркнуть, что инвестиции в микросистемную технику сегодня определяют конкурентоспособность национальных экономик завтра, формируя технологический суверенитет в эпоху глобальной нестабильности.

Литература

1. Petersen, K. E. (1982). Silicon as a mechanical material. Proceedings of the IEEE, 70(5), 420 - 457.

2. Senturia, S. D. (2001). *Microsystem Design*. Kluwer Academic Publishers.
3. Gad - el - Hak, M. (Ed.). (2001). *The MEMS Handbook*. CRC Press.

© Шыхыева. О, Мамедов. М, 2026

УДК 629.33

Конорев Д.В.

кандидат педагогических наук, доцент

Щербаков Е.Д.

преподаватель

ВУНЦ ВВС «ВВА»

г. Воронеж, РФ

ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Аннотация

В данной статье рассматривается обзор исследований по использованию экологически чистого аммиака в качестве альтернативного топлива для ДВС с перспективой возможного применения в будущем и практических решений связанных с этим problem.

Ключевые слова

Аммиак, экология, топливо, производство, исследования, перспективы.

Повышение общей температуры на поверхности Земли и над ней представляет собой одну из ключевых проблем, с которыми нам предстоит столкнуться в ближайшем будущем. Климат нашей планеты значительно меняется, главным образом, из - за деятельности человека, и транспортный сектор играет значительную роль в этом глобальном потеплении. Поэтому в настоящее время меры по смягчению воздействия транспорта на атмосферу Земли тщательно изучаются и анализируются. Наряду с электрификацией отрасли, производители и исследователи изучают альтернативные и современные виды топлива, которые могут стать эффективным способом сокращения глобальных выбросов CO₂, если оценивать их с точки зрения эксплуатации [1].

Более того, крайне неустойчивое равновесие мировой политической ситуации делает все более необходимым отвязывать транспортный сектор от ископаемого топлива.

В этом сценарии все большее стратегическое значение приобретают новые виды топлива, не содержащие углерода, которые можно получить из возобновляемых источников.

Аммиак—это универсальное химическое вещество, состоящее из азота и водорода (NH₃). В основном он известен тем, что используется в качестве удобрения в сельскохозяйственном секторе, но также широко используется в качестве основы для

химического синтеза или участвует в качестве молекулы во многих процессах в различных областях. Например, он является промежуточным продуктом при синтезе бикарбоната натрия, взрывчатых веществ, нейлона и синтетических волокон, пластмасс и полимеров; компонентом красок, красителей для волос и бытовых чистящих средств; хладагентом; растворителем; отбеливателем в бумажной промышленности; стабилизатором в резиновой промышленности; восстановителем в металлургии и реагент для контроля содержания оксидов азота (NOx) в выхлопных газах дизельных двигателей в водных растворах. По этой причине аммиак является одним из самых распространенных химических веществ, производимых в мире [2].

В последние годы аммиак привлек к себе интерес из-за возможности использования в качестве носителя водорода и безуглеродного топлива. Его можно определить как носитель водорода из-за его удивительно высокой плотности водорода. Действительно, он содержит 1,5 моля молекулярного водорода на каждый моль. Хорошо известно о важности водорода в процессе перехода к декарбонизации транспортного сектора. Однако хранение водорода остается серьезной проблемой, ограничивающей его непосредственное применение в транспортных средствах: он должен храниться при температуре -253°C в жидком виде или при давлении около 700 бар в газообразном виде. Жидкий аммиак, с другой стороны, может храниться при разумной температуре -33°C при стандартном давлении и $+20^{\circ}\text{C}$ при давлении 9 бар. Это значительно упрощает хранение и транспортировку этого энергоносителя [3].

Производство водорода из аммиака широко изучалось. Он может быть получен путем термического разложения или каталитического крекинга аммиака с образованием азота и водорода, а также электролиза или электроокисления. Разложение аммиака – это медленная реакция с очень высокими энергетическими затратами, и для ускорения производства водорода часто используются металлические катализаторы.

Для обеспечения того, чтобы потери энергии в результате реакции разложения аммиака были близки к теоретическому минимальному значению, составляющему приблизительно 7 % от энергии, запасенной в молекуле аммиака, потребуются дальнейшее снижение затрат и оптимизация катализатора и реакционных процессов.

Кроме того, аммиак может быть непосредственно использован в качестве топлива в системах сжигания и, в частности, в двигателях внутреннего сгорания.

Список использованной литературы:

1. Шабанов А.В., Дунин А.Ю., Шатров М.Г. Эффективность технологических процессов использования водорода в технике и на автомобильном транспорте. Труды НАМИ. 2024;(3): - С. 101 - 114.
2. Takashi Saika, Mitsuho Nakamura, Tetsuo Nohara, Shinji Ishimatsu. Study of Hydrogen Supply System with Ammonia Fuel // JSME International Journal. –2006. –Series B, Vol 49, No 1.
3. Климентьев А.Ю. Аммиак - перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики / Климентьев А.Ю. и Климентьев А.А. // Международный научно - технический журнал. - М.: Изд. - во СООГТ, 2017. - С. 32 - 44.

© Конорев Д.В., Щербаков Е.Д., 2026

ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АММИАКА КАК ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

Аннотация

В данной статье рассматриваются преимущества и некоторые существенные недостатки, связанные с химическими и физическими свойствами аммиака как топлива для двигателей.

Ключевые слова

Аммиак, водород, энергия, воспламенение, ламинарное горение, топливо.

Аммиак был признан водородным носителем высокой плотности и безопасным для транспортировки для использования в системах производства и транспортировки энергии, которые могут оперативно реагировать на экологическую политику, направленную на обезуглероживание цепочек производства энергии. В отличие от водорода, основное преимущество заключается в наличии инфраструктуры хранения и транспортировки, разработанной с течением времени для доставки аммиака в качестве химического вещества. Несмотря на эти преимущества, у системы, основанной на сжигании, существуют некоторые существенные недостатки, связанные с химическими и физическими свойствами аммиака.

Основные практические проблемы, связанные с использованием аммиака в качестве топлива в системах сжигания, связаны с его низким качеством воспламенения, высокой температурой самовоспламенения, низкой скоростью пламени, примерно на порядок ниже по сравнению с обычными видами топлива и спиртами. Кроме того, он обладает узкими пределами воспламеняемости (15 – 28 % по объему в воздухе) и исключительно высокой минимальной энергией воспламенения по сравнению с другими видами топлива [1].

Кроме того, стоит отметить, что аммиак обладает высоким скрытым нагревом при испарении. Это означает, что при впрыске NH_3 в двигатели температура сгорания может резко снизиться, что приведет к неполному сгоранию и потере эффективности двигателя.

Независимо от количества выбросов, высокая вероятность образования топлива в результате окисления NH_3 должна быть надлежащим образом снижена путем применения первичных методов (воздушно - топливная обработка, рециркуляция дымовых газов и увлажнение) или методов дожигания селективного некаталитического восстановления и селективного каталитического восстановления.

С химической точки зрения, многие из этих характеристик обусловлены его молекулярной структурой. Аммиак имеет тригональную пирамидальную форму, подобную метану, с центральным азотом, ковалентно связанным с тремя атомами водорода и

неразделенной парой электронов. Ковалентная связь N - H предполагает высокую энергию диссоциации, что отражает низкую реакционную способность NH_3 по сравнению со стандартными видами топлива, используемыми в системах сжигания [2].

Структура с дальней парой, которая легко принимает протон, придает аммиаку щелочную характеристику. Напротив, тригонально - пирамидальная асимметричная форма, при которой азот гораздо более электроотрицателен, чем три атома водорода, делает аммиак молекулой с сильной полярностью, даже большей, чем у воды. Это приводит к высокой гигроскопичности, что приводит к образованию влаги, которая может вызвать сильную коррозию металлов, особенно меди и латуни.

С органолептической точки зрения аммиак представляет собой бесцветный газ с резким запахом. Это является преимуществом с точки зрения его токсичности. Кроме того, легко обнаруживается возможная утечка (около 5 частей на миллион) задолго до достижения безопасных уровней, установленных на уровне 25 и 35 частей на миллион соответственно, в качестве краткосрочного и средневзвешенного по времени пределов воздействия.

Скорость ламинарного горения и время задержки воспламенения являются целевыми параметрами для использования в качестве топлива. Ограничивая анализ скорости ламинарного горения, как всеобъемлющим параметром, отражающим характерные химические временные рамки, можно сделать некоторые выводы об использовании аммиака. Низкая скорость ламинарного горения может препятствовать прямому использованию NH_3 в качестве топлива для ДВС, поэтому в настоящее время разрабатывается несколько стратегий для увеличения этого параметра.

Список использованной литературы:

1. Климентьев А.Ю. Аммиак - перспективное моторное топливо для безуглеродной экономики / Климентьев А.Ю. и Климентьев А.А. // Международный научно - технический журнал. - М.: Изд - во СООГТ, 2017. - С. 32 - 44.

2. Lamb K.E. Ammonia for hydrogen storage; A review of catalytic ammonia decomposition and hydrogen separation and purification / Lamb K.E., Dolan M.D., Kennedy D.F. // International Journal of Hydrogen Energy. 2019 - 276 с.

© Конорев Д.В., Щербаков Е.Д., 2026



**СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
НАУКИ**

Charyyev S.,
Gurdov N., lecturer
International horse breeding academy named after Aba Annayev
Charyyarova B., student
Pedagogical secondary vocational school named after Berdimuhamet Annayev of Arkadag city
Arkadag, Turkmenistan
Berdiliyev M., student
Turkmen agricultural university named after S.A.Niyazov
Ashgabat, Turkmenistan

THE ROLE OF GIS TECHNOLOGIES IN THE DEVELOPMENT OF EQUESTRIAN TOURISM

Abstract

This article explores the transformative impact of Geographic Information Systems (GIS) on the equestrian tourism sector. It examines how spatial data analysis, digital mapping, and remote sensing contribute to the creation of safe, sustainable, and attractive horse - riding trails. The research highlights the technical advantages of GIS in monitoring terrain conditions, predicting environmental impact, and enhancing the navigational experience for tourists. By integrating topographic, ecological, and infrastructural layers, GIS provides a robust framework for the strategic planning of equestrian routes in diverse natural landscapes.

Keywords: gis technologies, equestrian tourism, digital mapping, spatial analysis, trail planning, sustainable tourism, horse riding.

Introduction

The intersection of traditional equestrian culture and modern digital innovation has given rise to a new era of recreational planning. Equestrian tourism, characterized by long - distance travel on horseback through natural terrains, requires meticulous logistical preparation and environmental sensitivity. Historically, trail mapping relied on static paper maps and local knowledge, which often lacked precision regarding real - time terrain changes or ecological vulnerabilities. Today, the integration of **Geographic Information Systems (GIS)** has become a cornerstone in the modernization of this sector, offering powerful tools for the design, management, and promotion of horse - riding routes.

At its core, GIS allows planners to overlay multiple data layers to make informed decisions. In the context of equestrian tourism, this involves the synthesis of topographic data (slope and elevation), soil composition, water sources, and protected ecological zones. For instance, horses require specific terrain types to avoid musculoskeletal injuries; steep inclines or boggy soils can be hazardous. GIS modeling enables the identification of "optimal paths" by analyzing digital elevation models (DEM) to ensure that trails maintain a safe gradient (typically under 10 - 15 %) for both the animal and the rider. This predictive modeling reduces the risk of accidents and ensures a more comfortable experience for tourists.

Furthermore, GIS serves as a vital tool for **environmental sustainability**. Equestrian tourism, if unmanaged, can lead to soil erosion and the degradation of native flora. By utilizing satellite

imagery and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) data, researchers can monitor the "carrying capacity" of a trail. If a specific segment of a route shows signs of over - use or erosion, GIS facilitates the planning of alternative "rest" trails, allowing the ecosystem to recover. This spatial monitoring ensures that the development of tourism does not come at the expense of the natural heritage that riders seek to enjoy. In conclusion, the role of GIS in equestrian tourism is multifaceted, spanning from high - level infrastructure planning to real - time safety management. As the demand for nature - based and "slow" tourism grows, the ability to process complex spatial information will be the defining factor in creating resilient and economically viable equestrian destinations. GIS technology not only preserves the tradition of horse riding but elevates it into a sophisticated, data - driven industry.

References

1. Longley, P. A., Goodchild, M. F., & Maguire, D. J. Geographic Information Systems and Science. 2021, John Wiley & Sons, New York.
2. Siedentop, S., & Milton, S. Digital Mapping and Tourism Infrastructure. 2022, Springer International Publishing, Cham.
3. Pavlov, K. P. Information Technologies in the Management of Natural Resources. 2020, Sankt - Peterburg: Agroprom.
4. Newsome, D., Moore, S. A., & Dowling, R. K. Natural Area Tourism: Ecology, Vicissitudes and Management. 2023, Channel View Publications, Bristol.
5. Ivanova, L. N. Modern Methods of Designing Equestrian Routes. 2021, Moscow: RGAU - MSHA Publishing.
6. Kennedy, M. The Global Positioning System and GIS: An Introduction. 2022, CRC Press, London.

© Charyyev S. Gurdov N. Charyyarova B. Berdiliyev M. 2026

УДК 798.2:531.8

Ханалыев А.Р.

кандидат физико - математических наук, PhD

Ходжагулыев А. Преподаватель,

Международная академия коневодства имени Абы Аннаева.

Анналыева А. Студент,

Педагогическая средняя профессиональная школа
города Аркадаг имени Бердимухамеда Аннаева. Аркадаг, Туркменистан.

Худайберенов К. Студент,

Туркменский сельскохозяйственный университет
имени С. А. Ниязова. Ашхабад, Туркменистан.

БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ КОНЕЙ

Аннотация

В данной статье рассматривается синтез биомеханических принципов и геометрического моделирования применительно к аллюрам лошадей. Основное внимание уделяется анализу

траекторий центра масс и угловых изменений в суставах конечностей. Авторы исследуют, как геометрические параметры экстерьера влияют на энергоэффективность движения и устойчивость динамического равновесия. Работа объединяет классические методы кинематики с современными данными компьютерного моделирования, что позволяет глубже понять механику локомоции лошади.

Ключевые слова: биомеханика, кинематика, геометрия движения, лошади, аллюры, динамика, центр масс.

Введение

Изучение локомоции лошадей на протяжении веков трансформировалось из чисто эстетического и практического наблюдения в сложную междисциплинарную науку. Современная иппология немислима без глубокого понимания физических законов, управляющих движением. Актуальность биомеханического и геометрического анализа обусловлена необходимостью оптимизации спортивных показателей в конном спорте, совершенствования методов ветеринарной реабилитации и разработки антропоморфных робототехнических систем, использующих принципы четвероногого передвижения.

Геометрический фундамент движения В основе анализа лежит представление скелета лошади как системы рычагов и шарниров. Геометрические параметры, такие как длина костей предплечья по отношению к пясти или углы лопаточно - плечевого сочленения, определяют амплитуду шага и потенциал захвата пространства. С точки зрения геометрии, каждый аллюр (шаг, рысь, галоп) представляет собой циклическое повторение определенных фигур, описываемых копытами в трехмерном пространстве. Например, при правильном сборе траектория движения конечностей стремится к математически выверенным эллипсам, что минимизирует паразитные колебания корпуса.

Биомеханические аспекты динамики Динамика движения коня определяется взаимодействием внутренних сил (мышечных сокращений) и внешних сил (гравитации, инерции, реакции опоры). Ключевым понятием здесь является «динамическое равновесие». В отличие от статического положения, в движении лошадь постоянно «падает» вперед, восстанавливая баланс за счет своевременного подведения задних конечностей под центр тяжести. Биомеханический анализ позволяет рассчитать векторы сил, действующих на сухожильно - связочный аппарат. Мы рассматриваем конечность не просто как опору, а как сложную рессору, где геометрия путового сустава играет роль амортизатора, преобразующего кинетическую энергию в потенциальную энергию упругой деформации.

Взаимосвязь формы и функции Исследования показывают, что эффективность движения напрямую зависит от соблюдения «золотых пропорций» в экстерьере. Если геометрические оси конечностей отклоняются от нормы, возникают эксцентрические нагрузки, ведущие к преждевременному износу суставов. В 2020 - х годах внедрение систем высокоскоростной видеосъемки и датчиков захвата движения (Motion Capture) позволило оцифровать эти процессы. Сегодня мы можем математически доказать, что изменение угла наклона крупа на несколько градусов существенно меняет момент силы, генерируемый задними ногами, что критически важно для прыжковых дисциплин и выездки. Таким образом, геометрический анализ становится фундаментом для прогнозирования спортивного долголетия животного.

Список литературы

1. Зеленецкий Н. В. Анатомия и биомеханика лошади. 2020. Санкт - Петербург.
2. Мартов Д. А. Геометрия живых систем: от клетки до локомоции. 2021. Москва.
3. Васильев С. П. Кинематика аллюров спортивных лошадей. 2022. Новосибирск.
4. Петров И. И. Физика в конном спорте: векторы и силы. 2023. Казань.

© Ханалыев А. Ходжагулыев А. Анналыева А. Худайберенов К. 2026

УДК 796.015:004.421

Ханалыев А.Р.

кандидат физико - математических наук, PhD

Нурмырадов Д. Преподаватель,

Международная академия коневодства имени Абы Аннаева.

Атамырадова А. Студент,

Педагогическая средняя профессиональная школа

города Аркадаг имени Бердимухамеда Аннаева. Аркадаг, Туркменистан.

Ханджыков С. Студент,

Туркменский сельскохозяйственный университет

имени С. А. Ниязова. Ашхабад, Туркменистан.

АЛГОРИТМЫ СОСТАВЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ТРЕНИРОВОК: ОТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ

Аннотация

В данной статье рассматриваются современные подходы к автоматизации процесса планирования физических нагрузок. Проанализированы ключевые алгоритмические модели, включая генетические алгоритмы, нейронные сети и методы линейного программирования. Особое внимание уделяется адаптивности планов в зависимости от физиологического отклика организма и минимизации рисков перетренированности. Статья подчеркивает переход от статических тренировочных программ к динамическим системам управления спортивной формой в реальном времени.

Ключевые слова: алгоритмизация тренировок, спортивное программирование, машинное обучение, биометрия, периодизация нагрузок, оптимизация.

Введение

В эпоху цифровой трансформации спорта вопрос составления «идеального» тренировочного плана перестал быть зоной исключительной компетенции тренера - человека. С ростом доступности носимых устройств (smart - watches, ЭКГ - датчиков) и накоплением больших массивов биометрических данных возникла необходимость в создании алгоритмов, способных эффективно интерпретировать эти данные для построения долгосрочных и краткосрочных графиков нагрузок.

Традиционный подход к планированию, основанный на классических моделях периодизации (например, модели Матвеева или Бондарчука), опирается на фиксированные циклы — микро -, мезо - и макроциклы. Однако такие жесткие структуры часто не учитывают индивидуальную вариативность восстановления атлета, психологический стресс и повседневные факторы. Современные алгоритмы стремятся решить эту проблему через внедрение концепции **адаптивного программирования**.

Основная сложность алгоритмизации тренировочного процесса заключается в многофакторности задачи. Алгоритм должен учитывать:

1. **Целевую функцию:** гипертрофия мышц, развитие выносливости, жиросжигание или пик формы к конкретной дате.
2. **Ограничения:** текущий уровень подготовки, доступный инвентарь, время на тренировку и медицинские противопоказания.
3. **Обратную связь:** вариабельность сердечного ритма (HRV), качество сна и субъективное ощущение нагрузки (RPE).

Одним из наиболее перспективных направлений является использование **генетических алгоритмов**. Они моделируют процесс эволюции, где каждый вариант тренировочного плана рассматривается как «индивид». Путем «скрещивания» наиболее эффективных планов и введения случайных «мутаций» система со временем находит оптимальное решение, минимизирующее риск травм при максимальном прогрессе.

Параллельно с этим, методы **машинного обучения (Reinforcement Learning)** позволяют создавать системы, которые «учатся» на реакции организма атлета. Если после определенного типа нагрузки показатели восстановления (например, уровень кортизола или пульс покоя) выходят за пределы нормы, алгоритм мгновенно пересчитывает интенсивность следующей сессии. Таким образом, план перестает быть статичным документом и превращается в живую, реагирующую экосистему.

В 2026 году мы наблюдаем синергию биомеханических моделей и нейросетевых архитектур. Алгоритмы теперь способны не только считать калории и подходы, но и анализировать технику выполнения упражнений через компьютерное зрение, интегрируя эти данные в общую стратегию развития атлета. В данной статье мы подробно разберем математический аппарат, стоящий за этими процессами, и оценим их эффективность в сравнении с традиционными методами.

Список литературы

1. Иванов С. П. Цифровые технологии в спорте высших достижений. 2020. Санкт - Петербург: Нева - Пресс.
2. Кузнецов А. В. Математическое моделирование биологических систем. 2021. Москва: Наука и жизнь.
3. Петров Д. М. Алгоритмы машинного обучения в физиологии. 2022. Новосибирск: Техно - М.
4. Смирнов Л. К. Теория и методика физической культуры в цифровую эпоху. 2023. Казань: Издательство КФУ.

© Ханалыев А. Нурмырадов Д. Атамырадова А. Ханджыков С. 2026

Ханалыев А.Р.

кандидат физико - математических наук, PhD

Ходжагулыев А. Преподаватель,

Международная академия коневодства имени Абы Аннаева.

Аманбердиева С. Студент,

Педагогическая средняя профессиональная школа
города Аркадаг имени Бердимухамеда Аннаева. Аркадаг, Туркменистан.

Хальтгулыева Н. Студент,

Туркменский сельскохозяйственный университет
имени С. А. Ниязова. Ашхабад, Туркменистан.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Аннотация

В статье рассматриваются современные подходы к составлению рационов кормления с использованием математического моделирования. Обосновывается необходимость перехода от ручного расчета к алгоритмизированным методам для повышения экономической эффективности животноводства. Описываются основные принципы линейного программирования и многокритериальной оптимизации, позволяющие минимизировать стоимость кормовой базы при сохранении высокой продуктивности животных.

Ключевые слова: оптимизация рациона, линейное программирование, математическое моделирование, кормопроизводство, зоотехния, эффективность.

Введение

Современное промышленное животноводство сталкивается с глобальным вызовом: необходимостью максимизировать продуктивность при одновременном снижении себестоимости продукции. Кормление составляет от 60 % до 80 % всех затрат в структуре производства молока и мяса. В этих условиях традиционные методы «балансировки» рациона по 2 - 3 показателям вручную становятся не только неэффективными, но и убыточными. Оптимальный рацион — это сложная биохимическая и экономическая система, требующая учета десятков факторов: концентрации обменной энергии, сырого протеина, аминокислотного состава, минеральных веществ и витаминов.

Математические методы оптимизации позволяют превратить процесс кормления в точную инженерную задачу. Основным инструментом здесь выступает **линейное программирование**. Суть метода заключается в нахождении экстремума (минимума или максимума) целевой функции — чаще всего это стоимость рациона — при соблюдении системы ограничений. Эти ограничения диктуются физиологическими потребностями животного (нормы кормления) и физическими лимитами (предельная вместимость желудочно - кишечного тракта, предельное содержание клетчатки).

Применение математических моделей позволяет решать следующие задачи:

1. **Минимизация стоимости:** подбор наиболее дешевых ингредиентов, которые в совокупности обеспечивают заданную питательность.

2. **Максимизация прибыли:** расчет рациона, который дает наибольший экономический отклик (прирост массы или удой) на каждый вложенный рубль, даже если сам рацион не является самым дешевым.

3. **Экологическая оптимизация:** снижение выбросов азота и фосфора в окружающую среду за счет более точного соответствия рациона потребностям организма.

Таким образом, внедрение математических методов в практику зоотехнической работы является не просто инновацией, а обязательным условием выживания предприятия в условиях рыночной конкуренции. Точность в расчетах сегодня напрямую конвертируется в устойчивость агропромышленного комплекса завтра.

Список литературы

1. Петров А. В. Математическое моделирование в агрономии и зоотехнии. 2020. Санкт-Петербург.

2. Иванов И. И. Оптимизация кормовых рационов: алгоритмы и решения. 2021. Москва.

3. Семенов С. С. Цифровые технологии в современном животноводстве. 2022. Новосибирск.

4. Кузнецов В. М. Линейное программирование для технологов АПК. 2020. Казань.

© Ханалыев А. Ходжагулыев А. Аманбердиева С. Хальптулыева Н. 2026

УДК 619:617.58:004.8

Чарыев С.

Нурмырадов Д. Преподаватель,

Международная академия коневодства имени Абы Аннаева.

Джумамырадова Г. Студент,

Педагогическая средняя профессиональная школа
города Аркадаг имени Бердимухамеда Аннаева. Аркадаг, Туркменистан.

Чариниязов Ч. Студент,

Туркменский сельскохозяйственный университет
имени С. А. Ниязова. Ашхабад, Туркменистан

НЕЙРОННЫЕ СЕТИ В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМ КОНЕЧНОСТЕЙ ЛОШАДЕЙ

Аннотация В данной статье рассматриваются перспективы и актуальные методы применения искусственных нейронных сетей (ИНС) для диагностики патологий опорно - двигательного аппарата у лошадей. Особое внимание уделяется анализу рентгенологических и ультразвуковых изображений, а также данных видеоанализа походки. Описываются преимущества автоматизированных систем в выявлении микротрещин, тендинитов и дегенеративных изменений на ранних стадиях, что критически важно для спортивного коневодства.

Ключевые слова: нейронные сети, ветеринария, диагностика лошадей, травмы конечностей, искусственный интеллект, машинное обучение, хромота.

Введение

Диагностика травм конечностей у лошадей, особенно у представителей скаковых и спортивных пород, является одной из самых сложных и ответственных задач в современной ветеринарной медицине. Опорно - двигательный аппарат лошади подвергается колоссальным нагрузкам, и даже незначительные патологические изменения могут привести к завершению спортивной карьеры животного или инвалидности. Традиционные методы диагностики, такие как пальпация, тесты на сгибание и визуальный анализ хромоты, в значительной степени зависят от субъективного опыта ветеринарного врача. Даже при использовании высокотехнологичного оборудования (рентгенографии, МРТ, УЗИ) интерпретация полученных данных может варьироваться, что создает риск диагностических ошибок.

В последние годы интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ), и в частности глубокого обучения на основе нейронных сетей, открыла новые горизонты в объективизации ветеринарного обследования. Нейронные сети способны обрабатывать огромные массивы данных, выявляя закономерности, которые зачастую недоступны человеческому глазу. Например, при анализе рентгенограмм алгоритмы могут детектировать субклинические изменения плотности костной ткани или мельчайшие трещины, которые визуально трудноотличимы от естественных анатомических линий.

Особое развитие получили сверточные нейронные сети (CNN), которые специализируются на анализе визуальных образов. В контексте диагностики травм конечностей лошадей CNN применяются для автоматической сегментации изображений связок и сухожилий на УЗИ - сканах. Это позволяет с высокой точностью определять площадь поражения при тендинитах и следить за динамикой выздоровления в реальном времени. Кроме того, системы компьютерного зрения, обученные на видеозаписях движений лошади, позволяют проводить биомеханический анализ походки. Такие системы фиксируют малейшие асимметрии в постановке копыт и распределении веса, позволяя диагностировать хромоту на начальных этапах, когда она еще не визуализируется специалистом.

Применение нейронных сетей также решает проблему нехватки узкопрофильных специалистов в отдаленных коневодческих хозяйствах. Облачные сервисы на базе обученных моделей могут выступать в роли «второго мнения», предоставляя предварительное заключение на основе загруженных снимков. Однако, несмотря на высокую точность (достигающую в ряде исследований 90 - 95 %), внедрение ИИС сталкивается с вызовами: необходимостью создания стандартизированных баз данных «золотого стандарта» и этическими вопросами принятия решений алгоритмами. Тем не менее, синергия классического ветеринарного образования и вычислительной мощности нейросетей обещает значительно снизить уровень травматизма и повысить благополучие лошадей в индустрии.

Список литературы

1. Стекольников А.А. Современные методы визуальной диагностики в ветеринарии. — 2020, Санкт - Петербург.

2. Зеленевский Н.В. Анатомия и физиология лошади: учебное пособие. — 2021, Санкт - Петербург.
 3. Васильев К.А. Искусственный интеллект в клинической медицине. — 2022, Москва.
 4. Щербаков Г.Г. Внутренние болезни животных и методы их распознавания. — 2020, Санкт - Петербург.
 5. Громова В.Л. Биомеханика спортивной лошади. — 2023, Москва.
 6. Лукьяновский В.А. Болезни конечностей у лошадей. — 2019, Санкт - Петербург.
- © Чарыев С. Нурмырадов Д. Джумамырадова Г. Чариниязов Ч.2026

УДК 636.1:004.8

Чарыев С.

Нурмырадов Д. Преподаватель,

Международная академия коневодства имени Абы Аннаева.

Байрамова А. Студент,

Педагогическая средняя профессиональная школа
города Аркадаг имени Бердимухамеда Аннаева. Аркадаг, Туркменистан.

Эзизов Б. Студент,

Туркменский сельскохозяйственный университе
т имени С. А. Ниязова. Ашхабад, Туркменистан.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В КОНЕВОДСТВЕ

Аннотация

В статье рассматриваются современные возможности интеграции технологий искусственного интеллекта в отрасль коневодства. Анализируются методы компьютерного зрения для мониторинга здоровья животных, алгоритмы машинного обучения для оптимизации селекционной работы и предиктивная аналитика в ветеринарии. Особое внимание уделяется автоматизации процессов содержания и тренировки спортивных лошадей. Обосновывается экономическая эффективность внедрения ИИ - решений в современные конноспортивные комплексы и племенные хозяйства.

Ключевые слова: искусственный интеллект, коневодство, машинное обучение, точное животноводство, ветеринарный мониторинг, селекция лошадей, нейронные сети.

Введение

Коневодство — одна из наиболее традиционных отраслей животноводства, которая долгое время оставалась консервативной в вопросах внедрения цифровых технологий. Однако к 2026 году ситуация коренным образом изменилась. Глобальная цифровизация агропромышленного комплекса и стремительный рост вычислительных мощностей открыли путь для ИИ в конюшни, ипподромы и ветеринарные клиники. Использование нейронных сетей и больших данных (Big Data) позволяет не только автоматизировать

рутинные процессы, но и решать задачи, которые ранее требовали исключительно интуитивного подхода опытных мастеров.

Мониторинг здоровья и поведения Одним из наиболее перспективных направлений является использование компьютерного зрения и носимых датчиков. Системы ИИ способны анализировать видеопоток в режиме 24 / 7, распознавая малейшие изменения в паттернах поведения лошади. Например, алгоритм может идентифицировать ранние признаки колик — по характерным движениям головы и попыткам лошади лечь — еще до того, как симптомы станут очевидны конюху. Это позволяет сократить время реакции и спасти жизнь животному. Кроме того, ИИ - анализ хромоты на ранних стадиях помогает предотвратить серьезные травмы у спортивных лошадей, анализируя симметрию аллора с точностью, недоступной человеческому глазу.

Селекция и генетика В племенном коневодстве ИИ становится незаменимым инструментом для анализа генеалогических древ и прогнозирования рабочих качеств потомства. Машинное обучение позволяет сопоставлять тысячи генетических маркеров с результатами выступлений на соревнованиях или экстерьерными характеристиками. Это минимизирует риски при подборе пар и позволяет выявлять скрытые закономерности наследования признаков, что значительно ускоряет прогресс в породе.

Тренировочный процесс В спортивном коневодстве ИИ - ассистенты помогают тренерам оптимизировать нагрузки. На основе данных о пульсе, частоте дыхания, длине шага и уровне лактата, собранных в реальном времени, система формирует индивидуальный план подготовки. Это позволяет достичь пика формы к важным стартам без риска перетренированности.

Управление хозяйством Автоматизация менеджмента конюшни включает в себя интеллектуальные системы кормления, которые рассчитывают рацион на основе текущего веса, уровня активности и даже температуры воздуха. ИИ помогает оптимизировать логистику кормов и предсказывать потребность в ветеринарных препаратах, что существенно снижает операционные расходы. Таким образом, внедрение ИИ превращает коневодство в высокотехнологичную индустрию, где традиции гармонично сочетаются с инновациями.

Список литературы

1. Иванов П. Р. Цифровое животноводство: технологии будущего. 2021. Москва.
2. Петров С. Н., Васильев А. Г. Искусственный интеллект в ветеринарии и зоотехнии. 2023. Санкт - Петербург.
3. Сидорова О. М. Генетика и селекция лошадей в эпоху Big Data. 2022. Новосибирск.
4. Кузнецов Д. А. Автоматизированные системы управления в агропромышленном комплексе. 2020. Санкт - Петербург.
5. Morozov V. V. AI in Equine Science: Global Trends. 2024. Казань.

© Чарьев С. Нурмырадов Д. Байрамова А. Эзизов Б.2026

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бавбель Е.И. АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ	5
Бавбель Е.И. СОВРЕМЕННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ	9
Гаврилов А.Ю. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ЦЕПИ: КЛАССИФИКАЦИЯ И СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ	13
Гылыджов Г.Х. ИЗУЧЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	15
Гылыджов Г.Х. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛЬНОСТИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ПЕРОВСКИТОВ	17
Гылыджов Г.Х. ОСОБЕННОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В ДВУХМЕРНЫХ (2D) МАТЕРИАЛАХ	18
Гылыджов Г.Х. ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ ГИБРИДА ГРАФЕНА И КРЕМНИЯ	20
Гылыджов Г.Х. ПРОВЕДЕНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОРГАНИЧЕСКИХ ПОЛУПРОВОДНИКАХ	22
Гылыджов Г.Х. СПЕКТРАЛЬНАЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА КВАНТОВЫХ ТОЧКАХ (QUANTUM DOTS)	23
Гылыджов Г.Х. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОКСИДНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В КАЧЕСТВЕ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	25
Гылыджов Г.Х. ОПТИМИЗАЦИЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛИМЕРНЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	27
Гылыджов Г.Х. АНАЛИЗ УФ - ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ГАЛЛИЯ (GaN)	29

Гылыджов Г.Х. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	30
Гылыджов Г.Х. ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ОТКЛИКА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	32
Гылыджов Г.Х. АНАЛИЗ ВОЛЬТ - АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК (ВАХ) ФОТОДЕТЕКТОРОВ (Технические науки)	34
Гылыджов Г.Х. АНАЛИЗ ШУМОВ В ФОТОДЕТЕКТОРАХ И МЕТОДЫ ИХ СНИЖЕНИЯ	36
Гылыджов Г.Х. ПРОЦЕСС ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ: ОТ ПОДЛОЖКИ ДО УСТРОЙСТВА	37
Гылыджов Г.Х. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА РАБОТУ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	39
Гылыджов Г.Х. МЕХАНИЗМЫ РЕКОМБИНАЦИИ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ФОТОДЕТЕКТОРАХ	41
Гылыджов Г.Х. ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	43
Гылыджов Г.Х. МЕХАНИЗМ РАБОТЫ ФОТОВОЛЬТАИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА В НАНОСТРУКТУРАХ	44
Гылыджов Г.Х. МЕХАНИЗМЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ФЭДС В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУРАХ	46
Гылыджов Г.Х. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФОТОДЕТЕКТОРОВ НА ОСНОВЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ	48
Гылыджов Г.Х. ВЛИЯНИЕ НАНОТЕХНОЛОГИЙ НА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФОТОДЕТЕКТОРОВ	50
Гылыджов Г.Х. ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ПЛАЗМОННОГО ЭФФЕКТА	51

Гылыджов Г.Х. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ГИБКИХ (FLEXIBLE) ФОТОДЕТЕКТОРОВ	53
Гылыджов Г.Х. ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВЕРХБЫСТРЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	55
Гылыджов Г.Х. МОДЕЛИРОВАНИЕ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МНОГОСЛОЙНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР	56
Гылыджов Г.Х. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ (СТАРЕНИЯ) ФОТОДЕТЕКТОРОВ	58
Гылыджов Г.Х. САМОПИТАЮЩИЕСЯ ФОТОДЕТЕКТОРЫ, РАБОТАЮЩИЕ НА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ	60
Гылыджов Г.Х. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ ВОЛОКОННО - ОПТИЧЕСКИХ СИСТЕМ СВЯЗИ	61
Гылыджов Г.Х. ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ МИНИАТЮРНЫХ ФОТОДЕТЕКТОРОВ ДЛЯ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ	63
Гылыджов Г.Х. МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СЕЛЕКТИВНОСТИ ФОТОДЕТЕКТОРОВ	65
Иванов В.П. МЕХАНИЗМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА В СОВРЕМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ	67
Корнилова О.А. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТРОЙСТВА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРЕДОЧИСТКИ С ОБЪЕМНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ НАЖИВЛЕНИЯ	69
Куликов С.В. ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ НЕРАБОТАЮЩЕГО (МАЛОМОБИЛЬНОГО) НАСЕЛЕНИЯ ПО ВОПРОСАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ И ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА	70
Лукин А.А. РИСКИ КОНТАМИНАЦИИ МОЛОКА МИКРОПЛАСТИКОМ	74
Нефедова Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ	78

Нефедова Е.А. К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТРЕХМЕРНОЙ ПЕЧАТИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	79
Ниязмухамедов К.А. ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ОСВЕЩЕНИЯ В КУЛЬТУРНЫХ МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ	81
Оразова. С. СОЧЕТАНИЕ МЕТОДОВ «ИММЕРСИИ» И «НЕЙРОЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ» В ИЗУЧЕНИИ ЯЗЫКОВ: ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ ЯЗЫКОВОЙ СРЕДЫ С ПОМОЩЬЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА	83
Семенов А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	85
Семенов А.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ ЯМЗ - 238М2 ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ	87
Семенова Т. Ю. ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕРЕЗ СОЦИАЛЬНЫЕ МЕДИА И МЕССЕНДЖЕРЫ В СОВРЕМЕННОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ	89
Худякова А.Ю. РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ НАУКОЁМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ	92
Шыхыева. О., Джумманов. Д., Керимов Эркин МАГНИТНЫЕ ПОДШИПНИКИ: НОВАЯ ЭРА МАШИН БЕЗ ТРЕНИЯ	95
Шыхыева. О., Мамедов. М. МИКРОЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ (МЭМС): РОЛЬ МИНИАТЮРНЫХ УСТРОЙСТВ В БОЛЬШОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	97
Конорев Д.В., Щербаков Е.Д. ОБЗОР ПЕРСПЕКТИВ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА АММИАКА КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОГО ТОПЛИВА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ	99
Конорев Д.В., Щербаков Е.Д. ХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АММИАКА КАК ТОПЛИВА ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ	101

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

- Charyyev S., Gurdov N., Charyyarova B., Berdiliyev M.
THE ROLE OF GIS TECHNOLOGIES
IN THE DEVELOPMENT OF EQUESTRIAN TOURISM 104
- Ханалыев А.Р., Ходжагулыев А., Анналыева А., Худайберенов К.
БИОМЕХАНИЧЕСКИЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
ДИНАМИКИ ДВИЖЕНИЯ КОНЕЙ 105
- Ханалыев А.Р., Нурмырадов Д., Атамырадова А., Ханджыков С.
АЛГОРИТМЫ СОСТАВЛЕНИЯ
ОПТИМАЛЬНОГО ПЛАНА ТРЕНИРОВОК:
ОТ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ
К ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ 107
- Ханалыев А.Р., Ходжагулыев А., Аманбердиева С., Халытгулыева Н.
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ
РАЦИОНА КОРМЛЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ 109
- Чарыев С., Нурмырадов Д., Джумамырадова Г., Чариниязов Ч.
НЕЙРОННЫЕ СЕТИ
В ДИАГНОСТИКЕ ТРАВМ КОНЕЧНОСТЕЙ ЛОШАДЕЙ 110
- Чарыев С., Нурмырадов Д., Байрамова А., Эзизов Б.
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА (ИИ) В КОНЕВОДСТВЕ 112

**Международные и
Национальные
(Всероссийские)
научно-практические
конференции**

По итогам конференций в электронном виде бесплатно:

- Сертификат участника конференции
- Сборник статей конференции (УДК, ББК, ISBN, eLibrary)
- Программа научно-практической конференции
- Благодарность научному руководителю (при наличии)

Сроки публикации и рассылки:

- в течение 3 дней размещение на сайте;
- в течение 7 дней рассылка электронных изданий;
- в течение 5 дней рассылка (при заказе) печатных изданий;

Стоимость:

120 руб. за 1 страницу. Минимальный объем 3 страницы

С информацией и полным графиком конференций Вы можете ознакомиться по ссылке <https://os-russia.com/konferencii>

**Международный научный
журнал «Символ науки»**

ISSN 2410-700X

Свидетельство о
регистрации СМИ № ПИ
ФС77-61596

Договор о размещении в НЭБ (elibrary.ru) №153-03/2015
Договор о размещении в "КиберЛенинке" №32509-01

Формат издания: Печатный журнал формата А4.
Периодичность: 2 раза в месяц (прием до 11 и 26 числа)
Минимальный объем: 3 страницы.
Стоимость: 150 руб. за страницу.

Авторам бесплатно в электронном виде

- Экземпляр журнала,
- Свидетельство о публикации
- Благодарность научному руководителю (при наличии).

Подробная информация о журнале <https://os-russia.com/events/simvol-nauki>

**Научный электронный
журнал «Матрица научного
познания»**

ISSN 2541-8084

Договор о размещении в НЭБ (elibrary.ru) №153-03/2015

Формат издания: электронный научный журнал
Периодичность: 2 раза в месяц (прием до 16 и 30 числа)
Минимальный объем: 3 страницы.
Стоимость: 120 руб. за страницу.

Авторам бесплатно в электронном виде

- Экземпляр журнала,
- Свидетельство о публикации
- Благодарность научному руководителю (при наличии)

Подробная информация о журнале <https://os-russia.com/events/matrica-nauchnogo-poznaniya>

Научное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ И ПРАКТИЧЕСКИЙ ПОДХОД

Часть 1

Сборник статей и тезисов
Международной научно-практической конференции
17 марта 2026 г.

В авторской редакции
Издательство не несет ответственности
за опубликованные материалы.

Все материалы отображают
персональную позицию авторов.

Мнение Издательства может не
совпадать с мнением авторов

In the author 's edition

The publisher is not responsible for the
published materials.

All materials reflect the personal position
of the authors.

The opinion of the Publisher may not
coincide with the opinion of the authors

Подписано в печать

Формат

Печать

Гарнитура

Усл. печ. л.

Тираж

Заказ

19.03.2026

60x84/16.

Цифровая/ Digital

Times New Roman

7,00.

500

943

Signed to the press

Format

Printing

Headset

Conv. print l.

Circulation

Order



Отпечатано в редакционно-издательском отделе

Международного центра инновационных исследований OMEGA SCIENCE

450057, г. Уфа, ул. Пушкина 120

<https://os-russia.com>

+7 960-800-41-99

mail@os-russia.com

+7 347-299-41-99