

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» (ПГУ)

ООО НПФ «КРУГ»

НОЦ «ИНЖЕНЕРИЯ БУДУЩЕГО»

СТУДЕНЧЕСКОЕ НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО ПГУ



МЕТОДЫ, СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ («ШЛЯНДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023»)

Материалы
XV Международной научно-технической конференции
с элементами научной школы и конкурсом
научно-исследовательских работ для студентов,
аспирантов и молодых ученых

г. Пенза, 2–3 ноября 2023 г.

Под редакцией доктора технических наук,
профессора Е. А. Печерской

Пенза
Издательство ПГУ
2023

М54 Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации («Шляндинские чтения – 2023») : материалы XV Междунар. науч.-техн. конф. с элементами науч. шк. и конкурсом науч.-исслед. работ для студентов, аспирантов и молодых ученых (г. Пенза, 2–3 ноября 2023 г.) / под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. А. Печерской. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2023. – 274 с.

ISBN 978-5-907752-54-2

Включены тезисы докладов Международной научно-технической конференции. Тематика докладов охватывает следующие направления научных исследований:

- общие вопросы информационно-измерительной техники;
- фундаментальные проблемы метрологии и метрологического обеспечения средств измерений;
- системы мониторинга и контроля технически сложных объектов;
- фундаментальные основы построения информационно-измерительных систем и комплексов;
- актуальные фундаментальные проблемы измерений и контроля параметров процессов нано- и микроэлектроники;
- фундаментальные основы методов и средств обработки измерительной информации, виртуальные измерительные приборы и системы;
- интеллектуальные информационные системы;
- новые материалы и технологии.

Издание подготовлено на кафедре «Информационно-измерительная техника и метрология» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет» и предназначено для научных работников, сотрудников вузов, докторантов, аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей.

УДК 621.317.083-088

Мероприятие проведено на основании приказа о научных мероприятиях университета на 2023 г. (№ 1125/о от 16.12.2022) и в соответствии с планом мероприятий проекта «СНО-акселератор: Быть в науке – значит быть первым!» (соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий от 15.06.2023 № 075-15-2023-546 на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ).

*Приказ об организации и проведении XV Международной научно-технической конференции «Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации» («Шляндинские чтения – 2023») с элементами научной школы и конкурсом научно-исследовательских работ для обучающихся и молодых ученых
№ 933/о от 14.09.2023*

ISBN 978-5-907752-54-2

© Пензенский государственный университет, 2023

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

БЕЛОРУССКАЯ НОРМАТИВНАЯ БАЗА В КОНТЕКСТЕ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ И СТРУКТУРЫ РАНЖИРУЮЩИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

**Владимир Николаевич Штепа¹, Роман Константинович Кузьмич²,
Алексей Владимирович Бобрикович³, Юрий Владимирович Бобрикович⁴**

^{1,2}Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь

^{3,4}Столинский государственный аграрно-экономический колледж,
г. Столин, Республика Беларусь

Согласно прогнозов «Navigant Research», мировой рынок «умных» сетей водоснабжения и водоотведения ждет рост годового оборота с 1,1 млрд долларов США в 2013 году до более, чем 4 млрд. долларов США в 2024 году. Современные решения представляют собой переход водопроводно-канализационных хозяйств к принципу ведения деятельности, при котором организации будут опираться на обработку больших массивов данных, что позволит получить максимальную отдачу от высокотехнологичных устройств, информационных технологий и коммуникационных сетей. При этом «умные» измерительные приборы являются ключевым элементом «умных» сетей водоснабжения и водоотведения создавая приемлемую муниципальную экосреду.

Была сделана оценка существующей белорусской нормативной базы в области мониторинга экологической эффективности коммунальных систем, как юридической основы функционирования специализированных интеллектуальных информационных решений. Среди материалов выделено, как базовые, «Водный кодекс Республики Беларусь» (№ 149-З) и СН (строительные нормы) 4.01.02-2019 «Канализация. Наружные сети и сооружения».

Первый документ имеет строгие концептуальные обоснования и требования необходимости экологического, в том числе локального, мониторинга на разных этапах жизненных циклов систем водоотведения разноотраслевых объектов, включая очистные сооружения:

- *Статья 24.* Технологические нормативы водопользования состоят из:
 - технологических нормативов водопотребления, которые представляют собой обоснованное расчетами количество воды с учетом ее качества, необходимое для производственного процесса, устанавливаемое на единицу производимой продукции, используемого сырья, материалов;
 - технологических нормативов водоотведения, которые представляют собой обоснованное расчетами количество сточных вод установленного качества, образующихся в процессе производства, устанавливаемое на единицу производимой продукции, используемого сырья, материалов.
- *Статья 25.* При проектировании, возведении зданий, сооружений и других объектов, оказывающих воздействие на водные объекты, должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие:
 - рациональное (устойчивое) использование водных ресурсов;

- учет количества и контроль качества добываемых (изымаемых) вод и сбрасываемых сточных вод;
- охрану вод от загрязнения и засорения, а также предупреждение вредного воздействия на водные объекты;
- применение наилучших доступных технических методов;
- предотвращение чрезвычайных ситуаций.

– *Статья 47.* Сброс производственных сточных вод в окружающую среду, в том числе через систему канализации населенных пунктов, должен осуществляться с соблюдением условий приема таких сточных вод в систему канализации, устанавливаемых местными исполнительными и распорядительными органами в порядке, установленном Советом Министров Республики Беларусь. При невозможности обеспечить допустимую концентрацию загрязняющих веществ в составе производственных сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водные объекты, концентрацию этих веществ подлежит снижать за счет устройства локальных очистных сооружений.

– *Статья 50.* Охрана вод обеспечивается путем: нормирования в области охраны и использования вод; установления водоохранных зон и прибрежных полос и режима осуществления в них хозяйственной и иной деятельности; создания и функционирования системы мониторинга поверхностных вод и мониторинга подземных вод, локального мониторинга;

– *Статья 56.* Юридические лица и индивидуальные предприниматели, осуществляющие сброс сточных вод непосредственно в поверхностные водные объекты либо через систему канализации населенных пунктов, за исключением случаев, предусмотренных законодательными актами, обязаны проводить локальный мониторинг, объектом наблюдения которого являются сточные воды и поверхностные воды.

В СН 4.01.02-2019 «Канализация. Наружные сети и сооружения» выделено следующее:

– 10.1.6. Расчет сооружений для очистки производственных сточных вод и обработки их осадков следует выполнять на основании данных научно-исследовательских организаций, опыта эксплуатации объектов-аналогов с учетом требований настоящих строительных норм и действующих ТНПА.

– 10.1.13. При проектировании станции очистки сточных вод следует предусматривать:

- устройства для равномерного распределения сточных вод и осадка между отдельными сооружениями, а также для отключения сооружений, каналов и трубопроводов на ремонт без нарушения режима работы комплекса, для опорожнения и промывки сооружений и коммуникаций;

- устройства для измерения расходов сточных вод, осадка, воздуха, биогаза;
- оборудование для контроля качества поступающих и очищенных сточных вод;

- автоматизацию процессов, связанных с контролем очистки сточных вод.

Из зарубежных документов в указанной проблемной области, были выбраны:

- ISO 24525:2022 «Drinking water, wastewater and stormwater systems and services – Operation and maintenance of on-site domestic wastewater services»;

- ISO 24521:2016 «Activities relating to drinking water and wastewater services – Guidelines for the management of basic on-site domestic wastewater services»;

- ISO 9001:2015 «Quality management systems – Requirements».

Сравнение отечественной и зарубежной нормативных баз обосновывает следующие направления улучшения наших юридических материалов [1–3]:

– необходимость большей детализации использования информационных технологий при сборе, передаче, накоплении и обработке больших массивов данных, включая технологическую информацию;

– включение обязательных требований по внедрению в водопроводно-канализационные хозяйства аппаратно-программных систем оперативного и распределённого учёта и анализа показателей качества транспортируемых сточных вод, а не только выполнение таких задач на очистных сооружениях;

– формирование системных запросов касательно прогнозирования в режиме реального времени изменения значений загрязнителей сточных вод путём интеграции в существующие (проектируемые) специализированные автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) прогностических блоков.

Исходя из указанных оценок, целесообразно использовать методический аппарат ранжирующих измерительных систем (РИС) – класса измерительных систем (ИС), для которых результат измерения величины попадает в одну из категорий и число таких категорий конечно [3, 4]. Их алгоритм работы отличает их от классических ИС, которые выдают результаты в виде количественных переменных. Можно выделить два основных типа ранжирующих измерительных систем: в которых измерения проводит человек (контролер) при помощи своих органов чувств; и автоматические системы, где задачу ранжирования осуществляет электронный прибор (программируемый контроллер, датчики, фотоэлементы, электронные калибры другие измерительные средства) – они могут работать без участия человека-контролера. Автоматические РИС часто бывают встроены в технологический процесс, хотя их методика принятия решений использует числовые значения результатов измерений, тем не менее, выводы представлены в порядковой шкале – именно поэтому они попадают под определение ранжирующих решений. Вместе с тем в задачах экологического анализа водоотведения целесообразно внедрять комбинированные ранжирующие измерительные системы, поскольку количество комплексов получения информации о показателях качества сточных вод, способных работать в оперативном режиме (или приближённо к нему), крайне незначительно (нехватка инструментариев порядка 70 % от потребностей) – частично информацию, с учётом инерционности, обоснованно консолидно вводить в базу данных РИС, например, на основе знаний экспертов и данных исследований аккредитованных лабораторий.

С целью устранения недостатков прототипов и улучшения экологической безопасности водоотведения предлагается следующая укрупнённая структура специализированных информационно-управляющих систем на базе РИС (рис. 1).

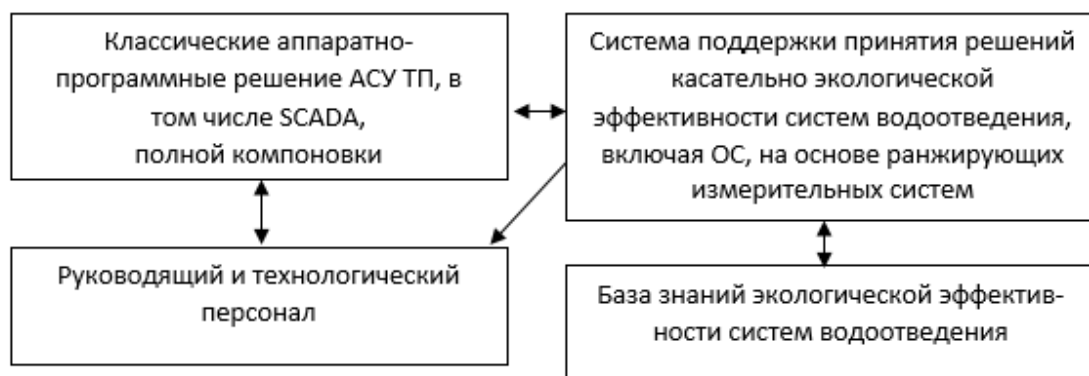


Рис. 1. Структура специализированных информационных систем экологического мониторинга водоотведения на базе РИС

Анализ динамики изменения показателей качества сточных вод пилотного объекта, водоотведения г. Барановичи (имеются значительные экологические риски для природных водных ресурсов), показал, что величины загрязнителей изменяются нелинейно, стохастично, нестационарно, в несоответствии с нормальным законом распределения, с большими (даже в несколько часов) продолжительными амплитудными выбросами (в некоторых случаях более 40 % от математического ожидания). Таким образом, для создания профильных моделей обосновано использовать математический аппарат искусственных нейронных сетей, который демонстрирует эффективность в указанных условиях [4].

Заключение. Отечественная нормативная база требует детализации использования современных телекоммуникационных решений и интеллектуальных измерительных средств. Внедрение ранжирующих измерительных систем при цифровизации водоотведения позволит более оперативно получать репрезентативную информацию (выводы, прогнозы) о состоянии транспортируемых и очищаемых водных ресурсов, что повысит эффективность управление экологической безопасностью окружающей среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штепа В. Н., Шикунец А. Б. Data Mining процессов очистки сточных вод с использованием нечётких нейронных сетей // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика : сб. науч. ст. по материалам III Всерос. конф. (г. Курск, 22–23 ноября 2022 г.) / отв. ред. А. А. Халин. Курск : Курск. гос. ун-т, 2022. С. 210–216.
2. Штепа В. Н., Золотых Н. Ю. Интеллектуальная система анализа и прогноза экологической безопасности биологических сооружений очистки сточных вод // Первая выставка-форум IT-академграда «Искусственный интеллект в Беларуси» : сб. докл. (г. Минск, 13–14 октября 2022 г.) / Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси. Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2022. С. 41–45.
3. Штепа В. Н., Шикунец А. Б., Ёрш Я. Ю. Использование виртуальной меры энергоэффективности водоочистки при цифровизации водопроводно-канализационного хозяйства // Методы, средства и технологии получения и обработки измерительной информации («Шляндинские чтения – 2022») : материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. с элементами науч. шк. и конкурсом науч.-исслед. работ для обучающихся и молодых ученых (г. Пенза, 24–26 октября 2022 г.) / под ред. Е. А. Печерской. Пенза : Изд-во ПГУ, 2022. С. 182–186.
4. Штепа В. Н., Золотых Н. Ю., Киреев С. Ю. Обоснование и схемы использования ранжирующих измерительных систем экологического мониторинга и интеллектуального анализа режимов водоотведения // Вестник Полоцкого государственного университета. Сер. Ф. Строительство. Прикладные науки. 2023. № 1. С. 94–103.

СОДЕРЖАНИЕ

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

<i>Штепа В. Н., Кузьмич Р. К., Бобрикович А. В., Бобрикович Ю. В.</i> БЕЛОРУССКАЯ НОРМАТИВНАЯ БАЗА В КОНТЕКСТЕ МОНИТОРИНГА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОДООТВЕДЕНИЯ И СТРУКТУРЫ РАНЖИРУЮЩИХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	10
<i>Захаров О. В., Сулейманова Ф. Д.</i> АЛГОРИТМ КОМПЕНСАЦИИ РАДИУСА ЩУПА ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ШЕРОХОВАТОСТИ	13
<i>Ильин К. А., Баранов В. А.</i> СТРУКТУРА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ АППАРАТА СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ	16
<i>Задера А. В., Антонов И. С., Юртаева Т. П., Леванова А. Д., Богородицкий А. В., Буланкина Д. П., Пастухов А. М., Цветков А. П.</i> ОСОБЕННОСТИ СПЕКТРА ПРОДОЛЬНЫХ МОД He-Ne ЛАЗЕРА, ВЫЯВЛЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ СКАНИРУЮЩЕГО РЕЗОНАТОРА-ИНТЕРФЕРОМЕТРА БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ	18
<i>Антипенко В. В.</i> РЫНОК БИОИМПЕДАНСНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ – ВЛИЯНИЕ COVID-19 И ПРОГНОЗЫ НА БЛИЖАЙШИЕ ПЯТЬ ЛЕТ	22
<i>Абрамов А. Ю.</i> ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМИСТОРАМИ	25
<i>Рыскин Д. А.</i> ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ЯДЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ	31
<i>Синельников Е. В.</i> БЕЗЫНЕРЦИОННЫЙ АМПЛИТУДНЫЙ ДЕТЕКТОР	34
<i>Рыблова Е. А.</i> РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ПОГРЕШНОСТИ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ТЕНЗОДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ, ПРИМЕНЯЕМОГО В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	38
<i>Рассыпнова Е. А., Шестаков И. А.</i> ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	41
<i>Рассыпнова Е. А., Шестаков И. А.</i> КОНЦЕПЦИЯ ЛІТ КАК МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ПРОЦЕССОМ	44

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИИ

И МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ

<i>Рыбаков И. М., Ежижанский В. Д., Яркин А. Е., Асеев Е. А., Бычкова К. С.</i> ОЦЕНКА МЕТОДОВ И СТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	47
---	----

<i>Рыбаков И. М., Ежижанский В. Д., Яркин А. Е., Бычкова К. С., Логинова Л. В.</i> МОДЕЛЬ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ	51
<i>Керимов Р. А.</i> ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ	56
<i>Макленков Н. И.</i> ВЛИЯЮЩИЕ ВЕЛИЧИНЫ РАБОЧИХ УСЛОВИЙ	59
<i>Базаева Е. С., Берзинская М. В.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАЛИБРОВКИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН	61
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ	
<i>Мишина К. Д., Безбородова О. Е., Бодин О. Н.</i> МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА	63
<i>Прокопчук С. П., Кирюшкина Е. В., Цыпин Б. В.</i> АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОВЕРКИ РАДИОСТАНЦИЙ	66
<i>Ивлиев С. Н., Егоркин О. В.</i> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ СОСТОЯНИЯ ПУТЕЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО СООБЩЕНИЯ	69
<i>Калабкин А. А., Кузнецов Е. А., Ивлиев С. Н.</i> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СВЕТОДИОДНОГО ФИТООБЛУЧАТЕЛЯ В ОБЛАСТИ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ АКТИВНОЙ РАДИАЦИИ	71
<i>Фролова А. И., Баранов В. А.</i> АНАЛИЗ РИСКОВ ПРИ КАЛИБРОВКЕ УСТРОЙСТВ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ДЫХАНИЯ	74
<i>Мартынов Д. В., Безбородова О. Е., Бодин О. Н.</i> МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	76
<i>Новиков Д. В., Безбородова О. Е., Бодин О. Н.</i> МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ	80
<i>Голобоков С. В., Бростилова Т. Ю., Тимченко П. А., Дудин А. В.</i> СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АКВАМОДУЛЯ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СПИРУЛИНЫ	83
<i>Голобоков С. В., Медведева С. Н., Клейменов А. В., Безуглов В. К.</i> СИСТЕМА ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ	85
<i>Бижанов Д. Е., Прыщак А. В., Батрашов В. М.</i> СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ШОВНЫХ ТРУБ ИЗ СЛОИСТОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА	88
<i>Александров В. С., Бычков А. С.</i> РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПРИБОРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	91

Волков А. В., Абрамов М. В., Тертычный М. С. ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ СВЕТОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ	93
Волков А. В., Марченко А. В. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕР ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА Т-КРИТЕРИЯ ВИЛКОКСОНА	96
Волков А. В., Марченко А. В., Заварцева Е. В. АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМ ОБЛАСТИ АУДИТА ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	99
Волков А. В., Крылова С. Л., Марченко А. В. ОЦЕНКА РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ	103
Волков А. В., Марченко А. В., Мизгачева Е. М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ИХ БЕЗОПАСНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ	106
Волков А. В., Селяев Д. В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОЙ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТРОЛЯ И ПОДДЕРЖАНИЯ РАБОЧЕГО СОСТОЯНИЯ ТОКОПРИЕМНОГО УСТРОЙСТВА МОТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	109
Волков А. В., Мизгачева Е. М. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСКОНТАКТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ ОТ КОНТАКТНОЙ СЕТИ ПОСТОЯННОГО ТОКА РЖД	113
Волков А. В., Семяхина Е. Д. РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ПРОВЕРКИ СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОЛЕСНЫХ ПАР МОТОРВАГОННОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	117

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ И КОМПЛЕКСОВ

Першин Е. А., Тузова Д. Е. РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УСИЛИТЕЛЬНОГО КАСКАДА ТИПА КТ345Б НА БИПОЛЯРНОМ ТРАНЗИСТОРЕ С ОБЩИМ ЭМИТТЕРОМ УСИЛИТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ	120
Ашанин В. Н., Ларкин С. Е. ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА В КОД	125
Ашанин В. Н., Коротков А. А. ПРОТОТИПИРОВАНИЕ ΣТ-АЦП С ЦИФРОВОЙ КОМПЕНСАЦИЕЙ ПОГРЕШНОСТИ ОТ КРАЕВЫХ ЭФФЕКТОВ.....	127
Емельянов Н. С. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПОЛЯРИЗАЦИЮ АКТИВНЫХ ДИЭЛЕКТРИКОВ	130

<i>Тузова Д. Е., Печерская Е. А., Нелюцков М. А., Антипенко В. В., Карпанин О. В.</i> СТРУКТУРА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР И ПРИБОРОВ	132
---	-----

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ, ВИРТУАЛЬНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

<i>Кревчик В. Д., Семенов М. Б., Рудин А. В., Семенов И. М., Шилкин И. А., Баркунов С. А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ МЕТОДОМ ВЧ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	136
<i>Ионов Н. В., Резеда В. В., Резеда О. Н.</i> ПОСТРОЕНИЕ ВЕКТОРНЫХ ДИАГРАММ В СРЕДЕ MathCAD	139

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

<i>Хрящев В. В., Приоров А. Л., Котов Н. В.</i> КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА КОЛОНОСКОПИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ	143
<i>Юрченко С. А., Цыбульский Д. В.</i> ЧАСТО ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ МЕДИЦИНСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ НА РЫНКЕ	145
<i>Матвеев Д. В., Хрящев В. В., Лукашевич Ю. А.</i> ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА СПОРТИВНЫХ ВИДЕОДАННЫХ МЕТОДАМИ ГЛУБОКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ	149
<i>Назаровский А. Е., Хрящев В. В., Андержанова А. С., Волков Д. Б., Егоров В. Н.</i> РАЗРАБОТКА И ТЕСТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЯ ЖИДКОЙ СТАЛИ НА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	151
<i>Агеев В. А., Автаев С. Н., Пяткин Д. В., Гусев И. Э.</i> АНАЛИЗ КОМПЛЕКСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ	154
<i>Душутин К. А., Дудин А. В., Аль-Джумаили Омер Мувафак Абдулджаббар, Шумкин К. В., Душутина Т. Б.</i> ВЛИЯНИЕ УСТРОЙСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ПОТЕРИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ	157
<i>Приоров А. Л., Гурьянов Е. Д.</i> ЭНЕРГИЯ УЗЛА КАК МЕТРИКА БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ	160
<i>Ушакова А. М., Приоров А. Л., Набилков В. Д., Лаврентьев М. А., Куприянов Е. В.</i> РАСПОЗНАВАНИЕ МОДУЛИРОВАННЫХ РАДИОСИГНАЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	163

Маркелов С. О., Ашанин В. Н. О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОМЕЩЕНИЙ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА	165
--	-----

Печаткин К. В., Шибанов С. В. ПРИМЕНЕНИЕ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЖУРНАЛА СОБЫТИЙ.....	168
---	-----

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Якушова Н. Д., Карманов А. А., Пронин И. А. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА НА СТРУКТУРУ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОКСИДА ЦИНКА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ МЕДЬЮ	171
---	-----

Горешник Д. Д. К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПЬЕЗОКЕРАМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В КОНСТРУКЦИИ ФОРСУНОК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ	172
--	-----

Хорин А. В., Гуськов М. С., Веревкин Д. А., Захарова П. И. МЕТОДЫ РАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ НОВОГО МНОГОСЛОЙНОГО КОРРОЗИОННО-СТОЙКОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ 12X18H10T-M1	175
---	-----

Веревкин Д. А., Гуськов М. С., Захарова П. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МНОГОСЛОЙНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ КОРРОЗИИ	178
---	-----

Зинченко Т. О. АНАЛИЗ РЫНКА ПРОЗРАЧНЫХ ПРОВОДЯЩИХ ОКСИДОВ	180
--	-----

Зинченко Т. О., Печерская Е. А. ОБЗОР МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ	183
--	-----

Трофимов А. А., Козлов В. В., Жуков Т. О., Максов А. А. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДЕФОРМАЦИИ КОНТАКТНОГО ТИПА ДЛЯ КОМПОНЕНТОВ СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ	186
--	-----

Анисимова А. А. АКТУАЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ БИОНИЧЕСКОГО ШАГАЮЩЕГО РОБОТА	188
--	-----

Журина А. Е., Емельянов Н. С., Печерская Е. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ОБРАЗЦОВ С МДО-ПОКРЫТИЕМ В ИЗДЕЛИЯХ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ	192
---	-----

Крюков Д. Б., Кривенков А. О., Чугунов С. Н., Гуськов М. С., Миронов С. А., Акимов А. А. ГЕТЕРОГЕННЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ	194
---	-----

Тугускин А. А., Тразанов Д. В. СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЫ И ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ	196
---	-----

Пальков А. С., Морозов М. М., Козлов В. В. ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЭПОХ НА КАЧЕСТВО ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ РЕЧЕВЫХ КОМАНД	199
Оськин Е. А., Прыщак А. В., Гуськов М. С. ВЫСОКО-КОРРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ АГРЕССИВНЫХ И ИОНИЗИРУЮЩИХ СРЕД	203
Морозов М. М., Пальков А. С., Трофимов А. А. МЕТОД ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ	205
Хорин А. В., Батрашов В. М., Веревкин Д. А., Захарова П. И. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ НОВОГО МНОГОСЛОЙНОГО КОРРОЗИОННО-СТОЙКОГО МАТЕРИАЛА СИСТЕМЫ 12Х18Н10Т-М1	207
Катыков М. В., Ашанин В. Н. РАЗРАБОТКА АВТОМОБИЛЬНОГО РЕГУЛИРУЕМОГО АМОРТИЗАТОРА С МАГНИТОРЕОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТЬЮ	210
Мошаров Е. А., Хорин А. В. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ	213
Максов А. А., Голубков П. Е. АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ МИКРОДУГОВОГО ОКСИДИРОВАНИЯ	215
Шкурина Е. Д. ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ ФОТОТОКА ОТ ПРИЛОЖЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ И ОТ ОСВЕЩЕННОСТИ	218
Филиппов И. А., Пронин И. А. ЭЛЕКТРОФОРМИРОВАНИЕ ГЕТЕРОГЕННОГО МАТЕРИАЛА ZnO/ПОЛИСТИРОЛ ДЛЯ ГИБКОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ	221
Филиппов И. А., Пронин И. А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕНИ ГИДРОТЕРМАЛЬНОГО СИНТЕЗА ОКСИДА ЦИНКА НА СТРУКТУРУ ГЕТЕРОГЕННОГО ВОЛОКНА ZnO/ПОЛИСТИРОЛ	223
Филиппов И. А., Пронин И. А. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ГИБКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФОРМИРОВАНИЯ ВОЛОКНА	225
Бояркин Д. С., Ежижанский В. Д., Асеев Е. А., Пызаров И. А., Лысенко А. В. АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ RFID ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ УСТРОЙСТВ ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ	227
Малашкина Е. О., Малашкин М. А., Мясникова М. Г. ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАЧ ВЕДЕНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	233

Пономарев С. В. МЕТОДОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ И РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ МЕТОДОВ И УСТРОЙСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВ	237
Алимурадов А. К., Тычков А. Ю., Чураков П. П. ОБЗОР И АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ И КЛАССИФИКАЦИИ КРИТИЧЕСКИХ ЭМОЦИОНАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ЧЕЛОВЕКА ПО РЕЧЕВЫМ СИГНАЛАМ	240
Сашина А. Д., Березина А. О., Майданов Н. А., Давыдов М. А., Алимурадов А. К. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ АЭРОПОННЫМ СПОСОБОМ	245
Кирюшкина Е. В., Прокопчук С. П., Кострикина И. А. РЕГИСТРАЦИЯ ПРЕТЕНЗИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕТЕНЗИЯМИ И РЕКЛАМАЦИЯМИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	248
Хорева В. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПОТОКА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В ВАКУУМНОМ СОЛНЕЧНОМ КОЛЛЕКТОРЕ	251
Якушов Д. В., Печерская Е. А., Антипенко В. В. ГАЛЬВАНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛИТЕЛЬ ТОКОВОЙ ПЕТЛИ	253
Верхушин С. С., Мищенко В. И. ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ОГРАНИЧЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ О НАДЕЖНОСТИ.....	257
Михайлов Е. А., Мищенко В. И. ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР МЕТОДОВ ПРОДЛЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	261
Казаченко А. А., Данилова Е. А. ОПИСАНИЕ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ЛИНИИ НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА MITSUBISHI FX3U-32MR/ES-A	264
Кочегаров И. И., Нелюцков М. А., Тузова Д. Е., Вершинин Е. А. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ АНАЛИЗАТОРОВ СПЕКТРА	268

Научное издание

**МЕТОДЫ, СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
(«ШЛЯНДИНСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2023»)**

Материалы XV Международной научно-технической конференции
с элементами научной школы и конкурсом
научно-исследовательских работ для студентов,
аспирантов и молодых ученых

г. Пенза, 2–3 ноября 2023 г.

Под редакцией доктора технических наук, профессора
Печерской Екатерины Анатольевны

Материалы публикуются в авторской редакции

Корректор *Е. П. Мухина*
Компьютерная верстка *М. Б. Жучковой*
Технический редактор *М. Б. Жучкова*
Дизайн обложки *И. В. Шваревой*

Подписано в печать 27.10.2023.
Формат 60×84¹/₈. Усл. печ. л. 31,85.
Заказ № 556. Тираж 100.

Издательство ПГУ.
440026, г. Пенза, ул. Красная, 40.
Тел./факс: (8412) 66-67-77; e-mail: iic@pnzgu.ru