



«АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

**ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ,
посвященная 80-летию атомной промышленности**

19-23 мая 2025г.

Материалы конференции

Северск 2025

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФГАОУ ВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЯДЕРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»**

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Всероссийская конференция,
посвященная 80-летию атомной промышленности
19-23 мая 2025 г.**

Материалы конференции

УДК 621.039
А 437

Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий: всероссийская конференция, посвященная 80-летию атомной промышленности, 19-23 мая 2025 г.: материалы конференции / Министерство науки и высшего образования РФ, Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ", Северский технологический институт - филиал НИЯУ МИФИ (СТИ НИЯУ МИФИ); под ред. М.Д. Носкова. – Северск: Изд-во СТИ НИЯУ МИФИ, 2025. – 134 с. – Текст (визуальный): электронный

ISBN 978-5-93915-147-4

Сборник включает материалы конференции «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий». Приводятся научные и практические результаты исследований, связанных с проблемами развития атомного энергопромышленного комплекса, включая вопросы совершенствования химической технологии, автоматизации технологических процессов, социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли, применения современных информационных технологий в атомной промышленности.

Для специалистов, работающих в атомной отрасли, а также студентов старших курсов и аспирантов соответствующих специальностей.

Материалы сборника издаются в авторской редакции. Авторы несут полную ответственность за достоверность информации и возможность её опубликования в открытой печати.

ISBN 978-5-93915-147-4

© Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 2025

В 2025 году исполняется 80 лет основания атомной промышленности России. Атомная отрасль создала и поддерживает ядерный щит России, обеспечивает страну энергией, развивает отечественные науку и технологии. Все эти годы Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» был напрямую связан с атомным проектом. В настоящее время ядерный университет «МИФИ» представляет собой уникальный сетевой регионально-распределенный научно-образовательный комплекс, расположенный во всех регионах присутствия Госкорпорации «Росатом». В Сибирском федеральном округе достойным представителем университета является Северский технологический институт. С 19 по 23 мая в Северском технологическом институте проходила Всероссийская конференция «Актуальные проблемы инновационного развития ядерных технологий», посвящённая юбилею атомной промышленности России.

В сборнике представлены материалы докладов конференции, посвящённые актуальным проблемам развития атомного энергопромышленного комплекса, включая вопросы совершенствования химической технологии, автоматизации технологических процессов, социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли, применения современных информационных технологий в атомной промышленности. Надеемся, что данный сборник будет способствовать профессиональному росту участников конференции, налаживанию делового сотрудничества и развитию творческих связей ученых и специалистов, работающих в атомной промышленности.

Председатель редакционной коллегии,
доктор физико-математических наук,
профессор, Заслуженный работник
высшей школы Российской Федерации

М.Д. Носков

СО Д Е Р Ж А Н И Е

| | |
|---|-----------|
| Секция Материалы и технологии атомного энергопромышленного комплекса | 15 |
| Анкипович Е.И., Молчанова А.В., Ожерельев О.А. РЕЗУЛЬТАТЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЦИРКОНА В ЦЗЛ ТГОК ИЛЬМЕНИТ | 16 |
| Буйновский А.П., Жиганов А.Н., Муслимова А.В., Молоков П.Б., Буйновский А.С. ОЧИСТКА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ МЕТОДОМ СУБЛИМАЦИИ-ДЕСУБЛИМАЦИИ ФТОРИДОВ | 17 |
| Буткеева М.А., Роскош Е.С., Муслимова А.В., Молоков П.Б. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ НА ВЫДЕЛЕНИЕ НЕОДИМА ИЗ ДИДИМА В СРЕДЕ EXCEL..... | 18 |
| Васильева О.В., Молоков П.Б., Ушаков А.О. РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ГАЗОВ В ПРОБЕ С ТРИФТОРИДОМ БОРА В ДИАПАЗОНЕ ОТ 1 ДО 100 РРМ ПУТЕМ ВАРЬИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ | 19 |
| Дешина М.В., Кузнецова О.В., Богданова С.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИОКСИДА СЕРЫ В ОБЛАСТИ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТОДАМИ ПРЯМОГО И ОБРАТНОГО ТИТРОВАНИЯ | 20 |
| Дяденис М.Ю., Зеличенко Е.А., Охотникова Е.П., Чубенко Я.Б. ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ К МИКРОПЛАЗМЕННОМУ НАНЕСЕНИЮ ПОКРЫТИЙ | 21 |
| Завялов А.А., Коробейников Е.А., Козлов В.В., Софронов В.Л. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ СНУП-ТОПЛИВА В РЕАКТОРАХ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ | 22 |
| Клюжев П.А., Ткачук С.А., Житков С.А., Софронов В.Л. РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ УСТАНОВКИ ПИРОУПЛОТНЕНИЯ... .. | 23 |
| Кравченко Е.В., Чубенко Я.Б., Зеличенко Е.А., Гузеев В.В. ПОЛУЧЕНИЕ ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩЕГО ГРАНУЛИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА..... | 24 |

| | |
|--|----|
| Кулигина Е.В., Селезнева О.К, Богданова С.А. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СУСПЕНЗИИ СУЛЬФАТА БАРИЯ ПРИ ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ СУЛЬФАТ-ИОНОВ | 25 |
| Курмашов П.Б., Баннов А.Г. КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА | 26 |
| Лялина Н.А., Житков С.А., Ткачук С.А. ПИРОУПЛОТНЕНИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОКСОВЫХ АНОДНЫХ ПЛАСТИН | 27 |
| Мехряков И.К., Софронов В.Л. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВА РЕМИКС-С | 28 |
| Миличаева Ю.И., Бударагин Р.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАДИЕНТОВ НЕПРОВОЛОЧНОГО РЕЗИСТИВНОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ | 29 |
| Нижегородов Д.С., Селявский В.Ю., Жиганов А.Н. ОБЗОР МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕКОНДИЦИОННОЙ СМЕСИ ОКСИДОВ УРАНА И ПЛУТОНИЯ | 30 |
| Охотникова Е.П., Дяденис М.Ю., Гузеева Т.И. СОЗДАНИЕ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ | 31 |
| Петровская А.С., Цыганов А.Б. ОСОБЕННОСТИ УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ С ВНУТРИКОНТУРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗАКТИВАЦИИ | 32 |
| Роскош Е.С., Буткеева М.А., Муслимова А.В., Молоков П.Б. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННЫХ КАСКАДОВ В СРЕДЕ EXCEL..... | 33 |
| Семеньчева А.Н., Бурмистрова А.А., Смирнова Л.П., Ожерельев О.А. ОБОГАЩЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЛЬМЕНИТ-ЦИРКОНОВЫХ ПЕСКОВ..... | 34 |
| Сивина Д.А., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б. ИССЛЕДОВАНИЕ БИОАКТИВНОСТИ ГИДРОКСИАПАТИТА ДОПИРОВАННОГО КРЕМНИЕМ | 35 |

| | |
|--|----|
| Сусакин В.А., Исанов К.А. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕННОГО ВЫЖИГАНИЯ МИНОРНЫХ АКТИНИДОВ В РЕАКТОРЕ ТИПА БН С МОКС- И СНУП-ТОПЛИВОМ | 36 |
| Ченцов Ф.А., Молоков П.Б., Макасеев Ю.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛКП ОС-51-03 В УСЛОВИЯХ ЗАПРОЕКТНОЙ АВАРИИ..... | 37 |
| Чечельницкий М.Д., Рябова Ю.С., Молоков П.Б. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТВОРАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА И МЕТОДА PLS | 38 |
| Шайдуров Д.Е., Софронов В.Л., Ткачук С.А. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ФТОРА..... | 39 |
| Butkeeva M.A., Roskosh E.S., Muslimova A.V., Kazantseva T.Yu. SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF LANTANIDES USING ARSENAZO (III)..... | 40 |
| Deshina M.V., Kuznetsova O.V., Bogdanova S.A., Kazantseva T.Yu. VALIDATION OF TITRIMETRIC METHOD FOR SULFUR DIOXIDE DETERMINATION IN FLUORINE-CONTAINING GASES | 41 |
| Dyadenis M.Yu., Zelichenko E.A., Kazantseva T.Yu. METHODS FOR PRODUCING ELECTROCHEMICAL COATINGS ON METALS..... | 42 |
| Izhoykin D.A., Baryshev G.A., Efanov Z.A. STUDY OF AVIAL SUPPORT BLOCKS RADIATION CHARACTERISTICS FOR THE SORTING PURPOSE..... | 43 |
| Kozlov V.V., Zavyalov A.A., Kazantseva T.Yu. RESEARCH OF SECONDARY CIRCUIT WATER CHEMISTRY REGIMES (WCRs) IN GENERATION IV REACTORS..... | 44 |
| Kravchenko E.V., Chubenko Ya.B., Kazantseva T.Yu. DEVELOPMENT OF CHITOSAN-CONTAINING ION-EXCHANGE MATERIALS..... | 45 |
| Kuligina E.V., Bogdanova S.A., Kazantseva T.Yu. ENSURING THE RELIABILITY OF TURBIDIMETRIC ANALYSIS RESULTS FOR SULFATE IONS IN FLUORINE-CONTAINING GASES THROUGH CALIBRATION CURVE CONTROL | 46 |
| Lyalina N.A., Zhitkov S.A., Tkachuk C.A., Kazantseva T.Yu. ELECTROLYTE PURIFICATION BY SEDIMENTATION | 47 |

| | |
|--|-----------|
| Okhotnikova E.P., Guzeeva T.I., Kazantseva T.Yu. RESEARCH OF SILVER PRECIPITATION ONTO POWDERED HYDROXYAPATITE AND POROUS SUBSTRATES | 48 |
| Semenycheva A.N., Burmistrova A.A., Smirnova L.P., Kazantseva T.Yu. ENRICHMENT AND QUALITY CONTROL OF ILMENITE-ZIRCON SANDS | 49 |
| Zavyalov A.A., Kozlov V.V., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu. PROSPECTS FOR USING HEAT-RESISTANT EK-181 STEEL IN FUEL ASSEMBLIES WITH MIXED NITRIDE URANIUM-PLUTONIUM (MNUP) FUEL..... | 50 |
| | |
| <i>Секция Технологические процессы и техническая кибернетика</i> | <i>51</i> |
| | |
| Бакилин Д.В., Иванов К.А. ГИБРИДНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАДЕЖНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ..... | 52 |
| Воробьева Е.С., Зарипова Л.Ф. УСТАНОВКА КОМПАКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАО..... | 53 |
| Гусаковская Е.Д., Лохтина Л.Н. АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДЕНЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ | 54 |
| Кикенина И.К., Широков А.В., Михалёв Р.Ю., Грачев Е.К. ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОДОРОДНОГО ОХРУПЧИВАНИЯ НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ РЕЦИКЛИРУЕМЫХ МАГНИТОВ СИСТЕМЫ $R_2Fe_{14}B$ | 55 |
| Кондраков С.М., Щипков А.А. ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ В ПРОИЗВОДСТВО ФТОРА..... | 56 |
| Михалёв Р.Ю., Кикенина И.К., Широков А.В., Грачев Е.К. КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕЦИКЛИРОВАНИЯ МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ $R_2Fe_{14}B$: ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРВИЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Наумов В.А., Будко Е.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА И РАЗРАБОТКИ МАРШРУТОВ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ..... | 58 |
| Нейман Д.П., Борисов Д.А., Гатиятуллин С.И. LORAWAN В ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ: ОБЗОР И ПРЕИМУЩЕСТВА | 59 |
| Нерадовский В.А., Будко Е.А. ПРОГРАММА ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОБЛОКОВ РБМК НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС | 60 |
| Палашков И.И., Иванов К.А. МАШИНА ВЕРОЯТНОСТЕЙ МОДЕЛЬ 2. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ..... | 61 |
| Серебрянников А.А., Карташов Е.Ю., Пилипенко А.М. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ДОСТАВКИ МОДУЛЕЙ МОНИТОРИНГА | 62 |
| Скоц А.В., Будко Е.А. ПРОГРАММЫ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО-И РАДИАЦИОННО- ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ | 63 |
| Сусакин В.А., Грачев Е.К. РАЗРАБОТКА МЕР ПО ДЕМОНТАЖУ СИСТЕМ СПЕЦВЕНТИЛЯЦИИ ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА | 64 |
| Татарина С.А., Карташов. Е.Ю., Пилипенко А.М. АНАЛИЗ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО-И РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ | 65 |
| Троценко В.П., Иванов К.А., Иванов М.Л. СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКСИДОВ УРАНА НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЦВЕТА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 66 |
| Широков А.В., Кикенина И.К., Михалёв Р.Ю., Грачев Е.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ДИСПРОЗИЯ И ТЕРБИЯ ИЗ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДРОБНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ..... | 67 |

| | |
|---|-----------|
| Шпатов А.А., Иванов К.А. РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ СБОРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ (ПСДУ) ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ..... | 68 |
| Chernov D.A., Trotsenko V.P., Valeeva E.V. DESIGNING A ROBOT SPIDER FOR THE NEEDS OF STI AT THE NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY MEPHI | 69 |
| Kosov P.A., Leonovich I.A., Ivanov K.A., Valeeva E.V. DEVELOPMENT OF A LABORATORY STAND FOR AIR FLOW CONTROL SYSTEM | 70 |
| Mikhalev R.Yu., Grachev E.K., Kazantseva T.Yu. INTEGRATED RECYCLING TECHNOLOGY FOR R ₂ Fe ₁₄ B-TYPE MAGNETIC ALLOYS..... | 71 |
| Musokhranov A.A., Pravosud S.S., Valeeva E.V. ADAPTIVE PI CONTROLLER FOR LINEAR MODEL WITH VARIABLE PARAMETERS (LPV) OF THE VVER–1200 REACTOR | 72 |
| Palashkov I.I., Ivanov K.A., Valeeva E.V. PROBABILITY MACHINE DEVICE AND APPLICATION..... | 73 |
| Plyuskov E.I., Ivanov K.A., Valeeva E.V. THE MODEL OF AN 8-BIT MICROPROCESSOR SYSTEM..... | 74 |
| Simonov A.S., Leonovich I.A., Valeeva E.V. DEVELOPMENT OF A SHOOTING SIMULATION SYSTEM BASED ON THE ARIES 210 PLC WITH AN OPERATOR'S ARM | 75 |
| Tatarinova S.A., Budko E.A., Kineva T.A. DECOMMISSIONING AT THE SIBERIAN CHEMICAL PLANT..... | 76 |
| Tsaava A.A., Lyalin A.V., Valeeva E.V. MODERNIZATION OF THE AUTOMATED RADIATION ENVIRONMENT CONTROL SYSTEM (ARECS) | 77 |
| Yakovyuk E.O., Budko E.A., Kineva T.A. DECOMMISSIONING AT ANGARSK ELECTROLYSIS CHEMICAL PLANT..... | 78 |
| <i>Секция Математическое моделирование, информационные системы и цифровизация процессов и объектов атомной отрасли</i> | <i>79</i> |

| | |
|---|----|
| Березин А.А., Гуцул М.В., Истомина А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕВОГО ПЕРСОНАЛА ДОБЫЧНОГО ПОЛИГОНА СПВ УРАНА..... | 80 |
| Гуцул М.В., Носков М.Д. МНОГОФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ОТРАБОТКИ БЛОКА ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ | 81 |
| Ежуров Д.О., Истомина А.Д., Чеглоков А.А., Носков М.Д. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ | 82 |
| Жданова О.В. ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ..... | 83 |
| Жданова О.В. РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ В ПРОЕКТЕ «ПРОРЫВ»..... | 84 |
| Железнов И.С., Боровиков В.О., Щипков А.А. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОГРУЖНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ... | 85 |
| Коробейников Е.А., Козлов В.В., Завялов А.А. РИСК-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СТРАТЕГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ЭНЕРГООБЛОКА С РЕАКТОРОМ «БРЕСТ-ОД-300» ... | 86 |
| Кулеш Ю.О., Щипков А.А., Глазырин А.С., Боловин Е.В. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ СОПРОТИВЛЕНИЙ ОБМОТОК АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЙ МГНОВЕННЫХ ЗНАЧЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА СТАТОРА ПРИ НЕПОДВИЖНОМ РОТОРЕ | 87 |
| Симонов Е.С., Иванов М.Л., Троценко В.П. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА СПЕКТРОВ..... | 88 |
| Blyudov D.A., Trotsenko V.P., Valeeva E.V. DESIGNING A KEYLESS ENTRY SYSTEM FOR THE EDUCATIONAL BUILDING OF STI AT THE NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY (NRNU) MERPI | 89 |

| | |
|--|------------|
| Butkeev K.A., Trotsenko V.P., Ivanov K.A., Valeeva E.V. DESIGN OF EXHAUST SYSTEM FOR LASER INSTALLATIONS AND 3D PRINTERS IN LABORATORIES OF SEVERSK TECHNOLOGICAL INSTITUTE..... | 90 |
| Korobeynikov E.A., Kazantseva T.Yu. MACHINE LEARNING-BASED DETERMINATION OF LIMIT SWITCH ADJUSTMENT REQUIREMENTS FOR PIPELINE VALVE ACTUATORS | 91 |
| Simonov E.S., Ivanov M.L., Valeeva E.V. METHODS FOR AUTOMATED SPECTRUM ANALYSIS | 92 |
| Tsytsunov V.S., Fedyanin A.L., Kineva T.A. INFORMATION SYSTEMS FOR ELECTRIC POWER GRIDS CONTROL IN NUCLEAR INDUSTRY..... | 93 |
| <i>Секция Социальные и экономические проблемы инновационного развития атомной отрасли</i> | |
| <i>Балико А.Е., Ретунская Т.Н. СУБЪЕКТИВНЫЙ ОПЫТ КАК ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ОСОЗНАНИЯ СЕБЯ И ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА</i> | <i>95</i> |
| <i>Бардина П.Е., Цурикова А.Ю. ВОЙНА И ЖИЗНЬ ТОМСКИХ СЕЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БУДУЩЕГО ЗАТО СЕВЕРСК</i> | <i>96</i> |
| <i>Брит Н.В., Добрусина М.Е. ЭНЕРГЕТИКА ТРУДА: АКТУАЛЬНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ</i> | <i>97</i> |
| <i>Воробьева Е.С., Истомина Н.Ю., Краковецкая И.В., Сбитнева М.Г. ФРЕЙМ ПЕРСОНАЛЬНОГО СООТВЕТСТВИЯ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДНЕЙ И СТАРШЕЙ ШКОЛЫ: КЕЙС ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ СТИ НИЯУ МИФИ</i> | <i>98</i> |
| <i>Данилова М.Н., Уфимцева Е.В., Подопригора Ю.В. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТИМ-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ</i> | <i>99</i> |
| <i>Искужин Б.Э., Вотякова И.В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ.....</i> | <i>100</i> |

| | |
|--|-----|
| Искужин Б.Э., Кирсанова Е.С. О ВЛИЯНИИ АНГЛОСАКСОНСКОГО БЛОКА СТРАН НА ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА | 101 |
| Катаев М.Ю., Карташов Е.Ю. БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ БПЛА | 102 |
| Катаев М.Ю., Карташов Е.Ю. ОЦЕНКА СТОИМОСТИ БПЛА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСМОТРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ | 103 |
| Коробейников Е.А., Козлов В.В., Завялов А.А. ЦИФРОВАЯ ЭТИКА В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА | 104 |
| Кузнецов П.С., Смирнова Т.Л. УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ | 105 |
| Кузнецова И.А., Смирнова Т.Л. АНАЛИЗ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ: ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА | 106 |
| Кулигина Е.В., Ретунская Т.Н. СТРЕСС И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ВЫГОРАНИЕ РАБОТНИКОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ | 107 |
| Кулигина Е.В., Воробьева Е.С. ЭКОНОМИКА УТИЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ: ЗАТРАТЫ И ТЕХНОЛОГИИ..... | 108 |
| Луценко А.В. ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ | 109 |
| Мальшикина А.С. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВНЕШНИМИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМИ | 110 |
| Новокшенов Д.А., Гаман Л.А. ПРОБЛЕМА ОТЦОВСТВА В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ | 111 |
| Палашков И.И., Ретунская Т.Н. ОРАТОРСКОЕ ИСКУССТВО. ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С АУДИТОРИЕЙ | 112 |
| Плюсков Е.И. , Ретунская Т.Н. ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ КАК СОЗДАТЕЛЬ НОВОГО КОГНИТИВНОГО РЕЖИМА И СОЦИАЛЬНОЙ ПРАКТИКИ | 113 |

| | |
|---|-----|
| Подопригора Ю.В., Уфимцева Е.В., Данилова М.Н. «ЗЕЛЕННЫЕ» ЗДАНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ | 114 |
| Подопригора Ю.В., Уфимцева Е.В., Данилова М.Н. ЦИФРОВОЙ РУБЛЬ: ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ | 115 |
| Половиков Е.Т., Скрыпникова Е.А., Гаман Л.А. ПРИЧИНЫ «АТОМНЫХ» СТРАХОВ: ОПАСНЫ ЛИ АЭС | 116 |
| Ретунская Т.Н. ВЫНУЖДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИЧНОСТИ КАК МЕХАНИЗМ АДАПТАЦИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ И КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ | 117 |
| Семенычева А.Н., Бурмистрова А.А., Вотякова И.В. АТОМФЛОТ : СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ . | 118 |
| Семенычева А.Н., Ретунская Т.Н. ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ..... | 119 |
| Смирнова Т.Л. ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЫНКА РАБОЧЕЙ СИЛЫ В РЕГИОНЕ | 120 |
| Смирнова Т.Л. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО БИЗНЕСА В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ | 121 |
| Смирнова Т.Л. РАЗВИТИЕ РЫНКА ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПРИСУТСТВИЯ ГК «РОСАТОМ»..... | 122 |
| Солдатова А.Э., Смирнова Т.Л. ДОЛГОСРОЧНЫЕ ВЫЗОВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ | 123 |
| Тараненко Д.А., Гаман Л.А. ВОЛОНТЁРСКОЕ ДВИЖЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ: ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, ПЕРСПЕКТИВЫ | 124 |
| Текутьев С.И., Ретунская Т.Н. ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА | 125 |
| Трофимова У.С., Смирнова Т.Л. ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ | 126 |
| Трубицина Я.П., Гаман Л.А. МИГРАЦИЯ МОЛОДЁЖИ ИЗ ЗАКРЫТЫХ ГОРОДОВ: ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ..... | 127 |

| | |
|--|-----|
| Уфимцева Е.В., Данилова М.Н., Подопригора Ю.В. ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ | 128 |
| Уфимцева Е.В., Подопригора Ю.В., Данилова М.Н. ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ | 129 |
| Фриц Я.Я., Смирнова Т.Л. «ЗЕЛЁНЫЕ» ИНВЕСТИЦИИ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ... | 130 |
| Чернов Д.А., Ретунская Т.Н. ОБРАЗОВАНИЕ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ – ЗЕРКАЛО ЭПОХИ | 131 |
| Шех П.М., Гаман Л.А. СТУДЕНЧЕСКАЯ АКАДЕМИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ | 132 |
| Шляхов Ф.С., Ретунская Т.Н. ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНЫХ КОММУНИКАЦИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ УСПЕШНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ | 133 |

*Секция
Материалы и технологии атомного
энергопромышленного комплекса*

Анкипович Е.И., Молчанова А.В., Ожерельев О.А.

РЕЗУЛЬТАТЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ЦИРКОНА В ЦЗЛ ТГОК ИЛЬМЕНИТ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: ankipovichekaterina@mail.ru*

Цирконий, как ключевой компонент ТВЭЛов в реакторах ВВЭР и БРЕСТ, критически важен для программ Госкорпорации Росатом. Использование отечественного сырья повышает ядерную технологическую эффективность и снижает зависимость от импорта [1].

Цирконий содержится в природе в виде руд, таких как циркон ($ZrSiO_4$) с содержанием ZrO_2 – 60 – 67% и бадделеит (ZrO_2) с содержанием ZrO_2 – 95 – 97%. Циркон обеспечивает 95% мировых запасов и производства циркониевых руд, бадделеит оставшиеся 5%.

Одно из месторождений циркона разрабатывает ТГОК Ильменит ГК Росатом, производящий цирконовый концентрат опытно-промышленного производства (ТУ 1762-002-581914756–2005) с содержанием: ZrO_2 - 60,0%; TiO_2 - 4,0%; Fe_2O_3 — 1,0%; Al_2O_3 - 1,0% [2].

Примеси могут значительно влиять на минералогический анализ образцов и их интерпретацию [3]. Частицы примесей, таких как оксиды алюминия, железа, кремния и др., могут изменить твердость, магнитные и электрические свойства, что затрудняет процесс обогащения и последующее использование циркониевых концентратов. Доклад является логическим продолжением ранее сделанного сообщения [4].

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов В. А. Состояние и перспективы развития сырьевой базы для производства циркониевых материалов в Российской Федерации / В. А. Соколов, Е. В. Богатырева, М. Д. Гаспарян. – Сырьевые материалы. – 2020. – №4. – С. 5-11.
2. Каталог продукции : ТГОК ИЛЬМЕНИТ. – URL: <https://www.ilmenite.ru/> (дата обращения: 14.04.2025).
3. Коннова Н. И. Рудная и технологическая минералогия : учеб. пособие – Красноярск : СФУ, 2019. – 176 с.
4. Анкипович Е. И. Минералогический анализ коллективного концентрата в ЦЗЛ ТГОК Ильменит / Е. И. Анкипович, А. В. Молчанова, О. А. Ожерельев. – Новые материалы (НМ-2024): перспективные технологии получения материалов и методы их исследования : материалы 22-й междунар. школы-конф. имени Б.А. Калина, Москва, 15 - 17 октября 2024 года. Москва : НИЯУ МИФИ, 2024. – С. 225.

*Буйновский А.П., Жиганов А.Н., Муслимова А.В.,
Молоков П.Б., Буйновский А.С.*

ОЧИСТКА РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ ОТ РАДИОНУКЛИДОВ МЕТОДОМ СУБЛИМАЦИИ-ДЕСУБЛИМАЦИИ ФТОРИДОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: toklyb@gmail.com*

Одной из актуальных задач при переработке редкоземельных концентратов является удаление примесей природных радионуклидов, таких как уран-238 (радий-226) и торий-232. Их присутствие связано с геохимическим сродством к редким и редкоземельным элементам и приводит к высокой эффективной удельной активности исходного сырья – в отдельных случаях до 6000 Бк/кг, что в 9-12 раз превышает предельно допустимые значения для I класса материалов [1].

Одним из эффективных подходов к снижению радиоактивности концентратов является метод сублимации-десублимации фторидов, основанный на различии температур сублимации между целевыми компонентами и радионуклидами. Данный метод позволяет селективно переводить элементы в летучие фторидные формы и разделять их по летучести, тем самым обеспечивая очистку концентратов от радионуклидных примесей.

В качестве модельного объекта для экспериментального подтверждения эффективности технологии был выбран цирконовый концентрат. Проведённые исследования показали, что при его фторировании с последующей сублимацией-десублимацией возможно значительное снижение содержания радионуклидов в конечном продукте. Это подтверждает применимость предлагаемого метода для переработки и других редкоземельных концентратов с целью снижения их радиоактивности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справка по результатам предварительных исследований по вскрытию циркона ОАО «ТГОК «Ильменит»: Справка / АО «СХК»; директор программы по развитию АО «СХК» Галата А.А.; исполн.: Шамин В.И. [и др.]– Северск, 2015.–14 с.– рег. № 67/58-ДСП 06.04.2015.

Буткеева М.А., Роскош Е.С., Муслимова А.В., Молоков П.Б.

ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ НА ВЫДЕЛЕНИЕ НЕОДИМА ИЗ ДИДИМА В СРЕДЕ EXCEL

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: mariamasur23@gmail.com*

Экстракционные методы разделения веществ находят широкое применение для разделения РЗЭ. Жидкостная экстракция активно используется для выделения целевых металлов из сложных смесей [1].

Неодим, как ключевой редкоземельный элемент, востребован в высокотехнологичных отраслях. Его выделение из дидима с помощью жидкостной экстракции требует точного контроля параметров процесса, что делает автоматизацию расчетов критически важной [2]. Для оптимизации эффективности производства и выбора оптимальной схемы организации процесса необходимо проводить моделирование и расчет альтернативных экстракционных схем с последующей комплексной оценкой их эффективности.

В данной работе мы рассмотрели три варианта экстракционных каскадов для выделения неодима из дидима: полный противоточный каскад с постоянными коэффициентами распределения, полный противоточный каскад с понижением коэффициентов распределения в промывной части, полный противоточный каскад с обменной промывкой [3].

Для каждого из каскадов была создана программа автоматического расчета в среде Excel, которая использовалась для выбора необходимого варианта каскада для выделения неодима из дидима. После расчета каждого из каскадов мы провели их сравнительную характеристику и выбрали наиболее эффективный по технологическим и экономическим соображениям.

В докладе будут более подробно представлены сравнительные характеристики каскадов и полученных концентраций на выходе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Михайличенко А. И. Редкоземельные металлы / А. И. Михайличенко, Е. Б. Михлин., Ю. Б. Патрикеев. – Москва : Металлургия, 1987. – 229 с.
2. Скайград группа компаний. Технология производства редкоземельных металлов. – 2025. – URL: <http://en.rzm.sky-grad.ru/factory/tekhnologiya/> (дата обращения: 23.03.2025).
3. Гасанов А. А. Редкие металлы, полупроводники / А. А. Гасанов, А. А. Семенов, В. В. Апанасенко [и др.]. – Цветные металлы 2016. – №5. – С. 44-49.

Васильева О.В., Молоков П.Б., Ушаков А.О.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ГАЗОВ В ПРОБЕ С ТРИФТОРИДОМ БОРА В ДИАПАЗОНЕ ОТ 1 ДО 100 РРМ ПУТЕМ ВАРЬИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: sokolova.27052002@gmail.com*

В современных микроэлектронных технологиях фторированные газы, такие как трифторид бора (BF_3), гексафторид вольфрама (WF_6), трифторид азота (NF_3) и другие, занимают ключевое место в процессах травления полупроводниковых материалов. Для данных целей необходима точная оценка содержания нежелательных примесей, так как это влияет на эффективность работы транзисторов, электропроводимость, безопасность работы персонала и на общее качество продукции в целом. Требуемая чистота электронных газов составляет 99,99 - 99,999%. Следовые концентрации примесей в электронных газах позволяет определять метод газовой хроматографии, основанный на распределении компонентов между подвижной (газ-носитель) и неподвижной (сорбент) фазами.

В данном исследовании анализ реализован на газовом хроматографе «Кристалл 5000.2» с использованием металлических насадочных колонок:

- предколонки HayeSep T с этиленгликольдиметакрилатом;
- колонки HayeSep D с дивинилхлоридом;
- колонки Са-А с молекулярными ситами.

Для разработки методики определения концентраций воздушных примесей (O_2 , N_2 , CO_2) в трифториде бора в диапазоне 1–100 ppm была проведена градуировка, связывающая давление ввода пробы с концентрацией примесей. С целью снижения затрат ресурсов было уменьшено количество используемых эталонных смесей (15 ppm и 50 ppm) с последующим построением обобщенной модели градуировочной зависимости.

При обработке результатов измерений была проведена оценка погрешности измерений по ГОСТ Р 8.997-2021, а именно определение грубых промахов по методу Граббса, проверка на нормальность по составному критерию, определение однородности дисперсий по критерию Кохрена и случайной составляющей погрешности.

В дальнейшем полученная градуировка станет основой для разработки методики определения небольших количеств примесей (воздушных газов) в трифториде бора.

Дешина М.В., Кузнецова О.В., Богданова С.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИОКСИДА СЕРЫ В ОБЛАСТИ МАЛЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ МЕТОДАМИ ПРЯМОГО И ОБРАТНОГО ТИТРОВАНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: deschina.mary@yandex.ru*

Наличие диоксида серы (SO_2) в трифториде бора (BF_3) может существенно повлиять на его физико-химические свойства и поведение в технологических процессах. Примеси SO_2 могут быть результатом побочных реакций, загрязнений сырья или условий хранения, и приводят к нежелательным реакциям, снижению эффективности применения BF_3 , а также ускоренной коррозии оборудования.

Учитывая высокие требования к чистоте BF_3 в химической, электронной и атомной промышленности, актуальной задачей становится разработка точных методов контроля содержания SO_2 на уровне микроконцентраций (ppm). Методы титриметрического анализа благодаря своей доступности, воспроизводимости и чувствительности, представляют собой эффективный инструмент для решения данной аналитической задачи. Главная трудность при разработке и апробации методики заключается в подготовке проб газа и переводе диоксида серы в растворимое состояние, пригодное для количественного титриметрического определения.

Целью данной работы является сравнение результатов определения содержания диоксида серы методами прямого и обратного титрования в области малых концентраций; подбор оптимальных условий проведения анализа и оценка чувствительности и точности методов.

Для оценки правильности и точности использовали метод «введено–найдено» с модельными растворами, содержащими известные количества SO_2 . В качестве рабочего раствора при прямом титровании использовали йод молярной концентрацией эквивалента $0,01 \text{ моль/дм}^3$, а в случае обратного – раствор тиосульфата натрия $0,01 \text{ моль/дм}^3$. Для фиксирования момента эквивалентности применяли 0,5%-ный раствор крахмала.

На основании полученных данных установлено, что метод прямого титрования обладает большей точностью и лучшей воспроизводимостью.

Дяденис М.Ю., Зеличенко Е.А., Охотникова Е.П., Чубенко Я.Б.

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВЫХ ИМПЛАНТАТОВ К МИКРОПЛАЗМЕННОМУ НАНЕСЕНИЮ ПОКРЫТИЙ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: mariyanadyadenis@gmail.com*

Титан и его сплавы используют в медицинских целях уже более 60 лет, поскольку они нетоксичны и не подвергаются коррозии, вызванной жидкостями в организме. Соотношение прочности и веса металла позволяет использовать его в качестве материала для имплантатов или инструментов для замены тела. Его применяют: при изготовлении искусственных сердечных клапанов, стентов кровеносных сосудов, эндопротезов костей и суставов (плечевых, коленных, тазобедренных, локтевых), для реконструкции ушных раковин, в лицевой хирургии, а также в качестве зубных имплантатов.

С целью улучшить биосовместимость и интеграцию металлического имплантата с костной тканью и уменьшить побочные негативные явления, возникающие при использовании имплантата без покрытия, на титановые имплантаты наносят биопокрытия, содержащие кальций-фосфатные соединения.

К таким покрытиям предъявляют определенные требования: адгезия, шероховатость ($Ra = 5$), пористость (40-60%, с размером пор 20-200 мкм) и толщина (10- 80 мкм, в зависимости от назначения). Одним из важных аспектов достижения данных характеристик является подготовка поверхности имплантата. К основным этапам относятся: снятие заусенец и окалин; обезжиривание; травление. Для улучшения адгезии, создают дополнительную шероховатость поверхности, этот этап выделяют как особенность подготовки поверхности к покрытию [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Карлов А. В. Системы внешней фиксации и регуляторные механизмы оптимальной биомеханики / А. В. Карлов, В. П. Шахов. – Томск : СТТ, 2001. – 477 с.

Завялов А.А., Коробейников Е.А., Козлов В.В., Софронов В.Л.

АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ПРИМЕНЕНИЯ СНУП-ТОПЛИВА В РЕАКТОРАХ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: alex.zav.jov.azj@gmail.com*

Смешанное уран-плутониевое нитридное топливо (СНУП) представляет собой перспективное направление развития ядерной энергетики, особенно для реакторов на быстрых нейтронах. Его ключевые преимущества включают высокую теплопроводность, снижающую риск перегрева активной зоны, повышенную плотность делящихся материалов и улучшенные воспроизводные характеристики, что способствует реализации замкнутого топливного цикла.

Особое внимание уделяется вопросам радиационной стойкости конструкционных материалов и разработке новых сплавов, способных выдерживать экстремальные условия эксплуатации. Важным направлением исследований является оптимизация геометрии топливных элементов для улучшения теплоотвода и повышения надежности ТВС.

Перспективы внедрения СНУП-топлива включают:

- сокращение объема радиоактивных отходов, за счет глубокого выгорания;
- эффективное использование оружейного плутония;
- создание устойчивой системы замкнутого топливного цикла.

Приведенные выше факторы делают СНУП-топливо важным элементом будущей ядерной энергетики, сочетающей безопасность, экономичность и экологичность.

В дальнейших исследованиях планируется детально рассмотреть вопросы оптимизации конструкций ТВС и совершенствования технологий производства СНУП-топлива для промышленного внедрения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чамовских Ю. В. Особенности проектирования, изготовления и внедрения лабораторного и промышленного оборудования для фабрикации таблеток МОКС и нитридного топлива в РФ / Ю. В. Чамовских, П. А. Шкурин, Н. Г. Сергеев [и др.]. – Международная конференция по реакторам на быстрых нейтронах и соответствующим топливным циклам (FR-17) : материалы междунар. конф., Екатеринбург, 26-29 июня 2017 года.

Клюжев П.А., Ткачук С.А., Житков С.А, Софронов В.Л.

РАЗРАБОТКА ОПЫТНОЙ УСТАНОВКИ ПИРОУПЛОТНЕНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: klyuzhev.pasha@mail.ru*

В настоящее время промышленное производство фтора осуществляется электрохимическим методом в электролизерах, в которых в качестве электролита используется расплав соли $KF \cdot 2HF$. Фтор используют для производства гексафторида урана, а также для производства фторорганических соединений. В электрохимическом процессе в качестве анода используются коксовые пластины от ресурса работы которых, зависит межремонтный пробег электролизера, что главным образом, определяет затраты на производство фтора. Кроме того, ремонт электролизеров связан с вредными условиями труда из-за высокой токсичности используемого электролита, относящегося ко второму классу опасности.

Для решения этих проблем перспективным направлением является применение технологии пироуплотнения коксовых материалов. Данный метод может существенно повысить эксплуатационные характеристики анодов, увеличивая их срок службы и силу тока на аноде. Предварительные результаты исследований пироуплотненных анодов в электрохимическом процессе показали, что аноды, уплотненные изотермическим методом, имели более высокую силу тока, чем аноды, уплотненные градиентным методом.

Целью работы является разработка исследовательской установки изотермического пироуплотнения, предназначенной для оптимизации параметров (температуры, парциального давления метана, избыточного давления газа, скорости подачи метана, время проведения процесса) обработки коксовых образцов.

Кравченко Е.В., Чубенко Я.Б., Зеличенко Е.А., Гузеев В.В.

ПОЛУЧЕНИЕ ХИТОЗАНСОДЕРЖАЩЕГО ГРАНУЛИРОВАННОГО МАТЕРИАЛА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: lizochka.kravchenko.03@mail.ru*

Твердые зернистые материалы, содержащие ионогенные группы с подвижными ионами, называются ионообменными. Активные группы могут иметь кислотный или основной характер, встречаются также амфолиты. Иониты в виде гранул имеют широкий спектр применения – от процессов получения ядерного горючего и переработки облученного топлива до очистки радиоактивных изотопов, сточных вод и водоподготовки в ядерных реакторах.

В настоящее время покупка зарубежных ионообменных материалов затруднена по ряду причин, поэтому актуальной задачей является синтез ионообменных материалов на основе отечественного сырья, которым могут являться, в том числе, природные полимеры. Целью данной работы является разработка способа получения гранулированного ионита из хитозана – аминополисахарида, выделяемого из панцирей ракообразных или хитина иного происхождения. Гранулы ионообменного материала должны соответствовать требованиям ГОСТ 20301-2022 и ГОСТ Р 52127-2003 по таким показателям, как гранулометрический состав, остаточное содержание влаги, коэффициент однородности и пр. Предполагается, что хитозансодержащие иониты будут обладать свойствами, сравнимыми с применяемыми аналогами, при этом являясь более доступными и простыми в производстве.

В работе рассмотрены российские и зарубежные публикации в области растворения хитозана, синтеза хитозансодержащих материалов в виде гранул, криогелей и волокон и их применения. Получены образцы гранулированного хитозансодержащего материала нескольких видов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Pillai C. K. S. Chitin and chitosan polymers: chemistry, solubility and fiber formation / C. K. S. Pillai, W. Paul, C. P. Sharma // Progress in polymer science. – 2009. – Vol. 3. – № 7. – P. 641-678.
2. Фуфаева В. А. Извлечение ионов меди сорбентами на основе хитозана, модифицированными 2-этилмидазолатом никеля / В. А. Фуфаева, Т. Е. Никифорова // Физико-химические процессы на межфазных границах. – 2022. – Т. 58. – №2. – С. 163-169.

Кулигина Е.В., Селезнева О.К, Богданова С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ СУСПЕНЗИИ СУЛЬФАТА БАРИЯ ПРИ ТУРБИДИМЕТРИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ СУЛЬФАТ-ИОНОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: elizavetakuligina671@gmail.com*

Метод турбидиметрического анализа широко применяется для определения содержания сульфат – ионов в растворах различного состава. Поскольку метод основан на измерении количества света, поглощенного коллоидной суспензией сульфата бария ($BaSO_4$), данная величина зависит от размеров частиц, находящихся в растворе.

Главная трудность в турбидиметрии – определение условий, при которых можно получить воспроизводимые по свойствам суспензии. На поглощение или рассеяние света могут резко повлиять небольшие изменения в способе добавления раствора осадителя, в температуре и времени, проходящем до наблюдения. От этих факторов зависит первоначальный и последующий размеры частиц осадка.

Для того, чтобы получить растворы, имеющие одинаковые оптические свойства и размер взвешенных частиц, необходимо контролировать такие факторы, как: концентрация ионов, образующих осадок; порядок смешивания; время, необходимое для получения максимальной мутности раствора; присутствие посторонних веществ; скорость смешивания; температура; кислотность среды; наличие защитных коллоидов. Последние применяют для увеличения стойкости взвесей и предотвращения их осаждения.

Цель данной работы – исследовать влияние кислотности среды, скорости и порядка смешивания осадителя с анализируемым раствором, содержащем сульфат-ионы, а также времени, необходимого для формирования устойчивой суспензии сульфата бария, пригодной для турбидиметрического анализа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методы экологических исследований: учебное пособие для вузов / Н. В. Каверина, Т. И. Прожорина, Е. Ю. Иванова [и др.]. – Воронеж: Научная книга, 2019. – 355 с.
2. РД 52.24.405-2018 Массовая концентрация сульфатов в водах. Методика измерений турбидиметрическим методом : дата введения 2018-08-17. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2018. – 16 с.

Курмашов П.Б., Баннов А.Г.

КАТАЛИТИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА

*Новосибирский государственный технический университет,
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20
e-mail: kurmaschov@gmail.com*

Низкотемпературный пиролиз метана и ПНГ является альтернативным способом получения CO₂-нейтрального водорода и углерода. Процесс реализуется в широком диапазоне температур (500-1000°C) и давлений (1-5 атм) в присутствии катализаторов 8-й группы 4-го периода (Ni, Fe, Co и др.), эффективность которых определяется составом и методом его приготовления.

Перспективным является метод «горения раствора», основанный на смешении кристаллогидратов солей (Ni, Fe, Co и др.), а также органических восстановителей (например, уротропин, глицин, мочевины и т.д.) в результате протекания окислительно-восстановительной реакции в муфельной печи по заданной программе.

Каталитическая активность катализатора определяет выход продуктов реакции, а также динамику образования водорода и наноструктурированный углерод, являющийся побочным продуктом каталитической реакции. Так, на активных частицах наноразмерного катализатора, могут образовываться углеродные нанотрубки и нановолокна, в зависимости от металла, входящего в состав катализатора.

Каталитические испытания, проведенные в лабораторном кварцевом реакторе, позволили установить оптимальные технологические параметры, связанные с технологией производства катализаторов методом «горения раствора», обеспечивающие высокую производительность по водороду и наноструктурированному углероду.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (код 24-29-00661).

ЛИТЕРАТУРА

1. Kuvshinov D. G. Synthesis of Ni-based catalysts by hexamethylenetetramine-nitrates solution combustion method for co-production of hydrogen and nanofibrous carbon from methane / D. G. Kuvshinov, P. B. Kurmashov, A. G. Bannov [etc.] // International Journal of Hydrogen Energy. – 2019. – Vol. 44, №. 31. – P. 16271-16286. – doi: 10.1016/j.ijhydene.2019.04.179.

Лялина Н.А., Житков С.А., Ткачук С.А.

ПИРОУПЛОТНЕНИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА КОКСОВЫХ АНОДНЫХ ПЛАСТИН

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: nadehzali@gmail.com*

В атомной промышленности для производства гексафторида урана используется фтор, который получают электрохимическим способом. В электролизерах для получения фтора используются коксовые аноды, являющиеся расходным материалом, и от срока службы анодов зависит межремонтный пробег электролизеров и издержки, связанные с ремонтными работами. Поэтому целью работы являются:

- продление срока службы коксовых анодов;
- повышение силы тока на анодах.

Одним из способов повышения качества коксовых анодов является способ уплотнения пироуглеродом, который приводит к повышению плотности и пределов прочности на сжатие, а также снижению открытой пористости и удельной электросопротивления. Существуют два основных способа уплотнения пироуглеродом: изотермическое и градиентное уплотнения.

Проводились исследования образцов коксовых пластин, уплотненных пироуглеродом изотермическим и градиентным способами. Проведены лабораторные испытания образцов на лабораторном электролизере. Образцы, уплотненные изотермическим способом, показали худшие результаты по следующим параметрам:

- плотность,
- удельная электропроводность,
- предел прочности на сжатие;
- открытая пористость.

При испытании образцов на лабораторном электролизере сила тока анода, уплотненного изотермическим способом была на 15 – 20% выше, чем сила тока на анодах, уплотненных градиентным способом. Ресурс работы анодов, уплотненных разными способами, будет установлен в течение длительных испытаний.

Мехряков И.К., Софронов В.Л.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СОЗДАНИЯ И АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ТОПЛИВА РЕМИКС-С

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: mehryakov2000@mail.ru*

Замыкание ядерного топливного цикла позволит атомной энергетике стать экологически приемлемой и конкурентоспособной по отношению к другим способам производства электроэнергии.

Одним из способов замыкания топливного цикла является переработка урана и плутония без их разделения, а также добавление обогащенного природного урана с содержанием ^{235}U около 16-17%. Это базовая регенерированная смесь (REMIX) топлива.

Суть варианта топливной смеси РЕМИКС-С заключается в отправлении регенерированного U, полученного от переработки отработавшего ядерного топлива, на дообогащение до ~ 4–5 % по изотопу U^{235} и дальнейшее смешивание с прокаленной уран-плутониевой смесью. Также возможно применение обогащенного природного U в качестве добавки. При этом избыток ядерных материалов исключается, но появляются операции транспортировки регенерированного урана на завод по обогащению и обратно.

При использовании 7 циклов, в данном варианте количество ОЯТ на хранении сокращается в 7 раз. Экономия природного урана составляет 30 %. Доля смешанного топлива в РЕМИКС ЯТЦ – 86 %.

С точки зрения топливообеспечения реакторов российского дизайна, строящихся за рубежом, на весь период жизненного цикла концепция РЕМИКС-С выглядит оптимальной, так как Российская Федерация предполагает предоставлять услуги по переработке ОЯТ и возвращению заказчику его же ядерных материалов, но уже в виде смешанного уран-плутониевого топлива и радиоактивных отходов. Количества рециклов (до 7) такого топлива хватает на весь срок эксплуатации реакторной установки. При таком подходе заказчик избавляется от проблемы долговременного хранения ОЯТ, так как в процессе эксплуатации оно не накапливается.

В настоящее время активно ведутся исследования новых видов ядерного топлива. Некоторые из них уже дошли до этапа испытаний, но тем самым все более острым становится вопрос о технических решениях необходимых для вовлечения новых разработок в существующую атомную промышленность.

Миличаева Ю.И., Бударагин Р.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАДИЕНТОВ НЕПРОВОЛОЧНОГО РЕЗИСТИВНОГО ПОГЛОТИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева,
603155, г. Нижний Новгород, ул. Минина, 24
email: nntu@nntu.ru

Для производства материалов атомной промышленности в ряду технологических операций используется интенсивное нагревание металла в поле волн СВЧ-генераторов. Точное измерение СВЧ-мощности, с использованием калориметрических ваттметров, напрямую влияет на качество обработки материалов. Калориметрический метод состоит в преобразовании ВЧ-мощности в тепловую на основе поглотителя резистивного на теплоотводе (ПРТ), который интегрируется в систему охлаждения. Исследование температурных градиентов ПРТ необходимо для повышения точности контроля температуры при его эксплуатации. Расположение датчиков температуры на поверхности корпуса ПРТ является ключевым фактором для эффективного теплоотвода и предотвращения перегрева, что влияет на долговечность и стабильность работы устройства. Целью работы стало исследование характеристики ПРТ при нагревании без последующего охлаждения, определение зависимости температуры по длине ПРТ [1].

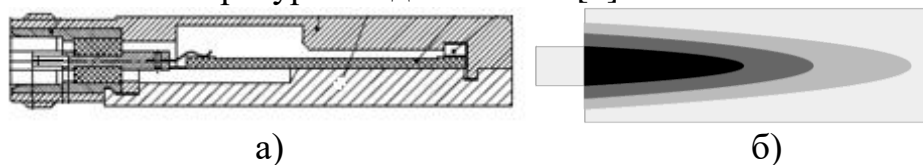


Рисунок 1 – Конструкция ПРТ (а) и градиент распределения температур по поверхности ПРТ (б)

Для определения характеристик ПРТ, зафиксированной в текстолитовом корпусе макета СВЧ-ваттметра, с подключенными к нему датчиками температуры DS18B20 был использован лабораторный трансформатор. В результате обработки данных эксперимента определено, что температура уменьшается при отдалении от разъёма коаксиального кабеля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куркумели А. А. Использование СВЧ-энергии в технологических процессах атомной промышленности / А. А. Куркумели. – ТРУДЫ НИКИМТ, том 6. – Москва : Изд. АТ, 2003. – С. 9-52.

Нижегородов Д.С.^{1,2}, Селявский В.Ю.¹, Жиганов А.Н.²

ОБЗОР МЕТОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ НЕКОНДИЦИОННОЙ СМЕСИ ОКСИДОВ УРАНА И ПЛУТОНИЯ

*¹АО «Сибирский химический комбинат»,
636039, г. Северск, Томской обл., ул. Курчатова, 1,
²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: DSNizhegorodov@sxc.ru*

В настоящее время Госкорпорация «РОСАТОМ» в рамках перехода к двухкомпонентной атомной энергетике активно развивает технологии замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) с использованием смешанного уран-плутониевого топлива (УПТ). Повышенное внимание к данному направлению обусловлено истощаемостью сырьевых ресурсов U-235. Использование ЗЯТЦ со смешанным УПТ позволяет решить вопросы топливообеспечения. Технологии фабрикации УПТ требуют совершенствования, в частности обращения с образующимися оборотами.

Образующиеся технологические обороты, представляют собой скрапы – некондиционную смесь оксидов урана и плутония, которые невозможно запустить в дальнейший цикл из-за несоответствия химических или физических характеристик годной продукции

Переработку данного вида оборотов можно осуществить экстракционным, сорбционным, осадительным методами. Однако, стоит акцентировать внимание на подготовке исходных скрапов. В связи с чем была исследована начальная стадия, заключающаяся в растворение скрапов в азотной кислоте.

В ходе работы было проведено растворение малой (до 20 гр.) и крупной (до 500 гр.) партий скрапов (таблеток УПТ несоответствующих годной продукции) в растворе азотной кислоты. При этом рассматривали такие параметры процесса, как присутствие фтор-иона, полноту растворения, концентрация азотной кислоты, время протекания процесса.

В результате экспериментов было установлено, что растворение малого количества скрапов УПТ в малых объемах азотной кислоты 4М, 6М и 8М не происходит. При растворение крупных партий в 2М азотной кислоте, выхода продукта в раствор не произошло, но при проведении процесса с использованием 6М азотной кислоты, без добавления фтор-иона наблюдалось растворение скрапов с образованием нерастворимого остатка, массой до 1,0% от общей массы партии, взятой на растворение. При добавлении фтор-иона, растворение происходило без образования нерастворимого остатка.

Охотникова Е.П., Дяденис М.Ю., Гузеева Т.И.

СОЗДАНИЕ РАНОЗАЖИВЛЯЮЩИХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ГИДРОКСИАПАТИТА И ПРИРОДНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: okhotnikova.lizochka@mail.ru*

Разработка и исследование композиций на основе гидроксиапатита (ГА) и природных полимерных материалов таких как хитозан, альгинат натрия, карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) для использования в качестве ранозаживляющего, гемостатического и антисептического материала для использования в полевых военных условиях является актуальной задачей.

Ранее нами был синтезирован порошок ГА, модифицированный серебром, методами пропитки коллоидным серебром и непосредственным восстановлением серебра на порошке ГА. Однако использование порошкообразного материала, приводит к большим потерям ценного материала ГА+Ag, поэтому необходимо фиксировать ГА в полимерной матрице.

В качестве полимерных материалов были выбраны природные полимеры хитозан, альгинат натрия и КМЦ. Хитозан [1] и альгинат натрия [2] используются в медицине для защиты и заживления кожных покровов при местных аппликациях, способствуют остановке кровотечений и ускоряют процессы заживления. КМЦ применяется как агент, способствующий быстрому заживлению ран и ожогов.

Был разработан композиционный материал на основе ГА+Ag и природных полимеров, закрепленный на нетканой основе. Были проведены микроскопические исследования, которые показали, что после нанесения и высушивания состав образует пористую пленку, эффективно фиксирующую частицы ГА+Ag. Материал обладает кровоостанавливающим и обезболивающим действием, что делает его перспективным для военно-полевой медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Области применения хитозана / Г. Г. Няникова, Т. Э. Маметнабиев, И. П. Калинин [и др.]. – Известия Санкт-Петербургского университета – 2007. – № 2. – С. 20-26.
2. The Usages and Potential Uses of Alginate for Healthcare Applications / M. Z. I. Mollah, H. M. Zahid, Z. Mahal. – Frontiers in Molecular Biosciences. – 2021. – № 8.

Петровская А.С., Цыганов А.Б.

ОСОБЕННОСТИ УДАЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ С ВНУТРИКОНТУРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ИОННО-ПЛАЗМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЕЗАКТИВАЦИИ

*Общество с ограниченной ответственностью «ИнноПлазмаТех»
199034, г. Санкт-Петербург, Линия 17-я В.О., дом 4-б, литер В
e-mail: anita3425@yandex.ru*

Для решения одной из актуальных проблем ядерной энергетики – дезактивации внутриконтурного оборудования реакторов при плановых остановах и выводе из эксплуатации, нами разрабатывается принципиально новая ионно-плазменная технология, свободная от образования вторичных ЖРО. Технология позволяет удалять радиоактивные отложения любого химического состава (включая соединения оксидов металлов и шпинелей с общей формулой: $Ni_nCr_mFe_{(3-n-m)}O_4$, где $n = 0 \div 2$, $m = (2 - n)$, $Ni_nFe_{(3-n)}O_4$ (где $n = 0 \div 2$), $(CoO)_x(NiO)_y(FeO)_{(1-x-y)}Fe_2O_3$, где $1 > y >> = x$) с дезактивируемой поверхности посредством ионного распыления в среде инертного газа в плазменном разряде при давлении 0.1-1 атм., токе 0.01-1 А/см², напряжении 200-300 В, в разрядном промежутке 0.1-2 мм. Осаждение распыленного слоя радиоактивного отложения осуществляется в компактной форме на электрод-коллектор портативного распылительного устройства. В настоящей работе выполнен численный расчет коэффициентов распыления отложений FeO, Fe₃O₄, Fe₂O₃, NiFe₂O₄, NiCrFeO₄, FeCr₂O₄, NiCr₂Fe₂O₄, NaCrO₂ ионами инертных газов (Ar, He, Ne, Xe, Kr) с энергией в диапазоне (50-1000) эВ для выбора инертного газа для наиболее эффективного распыления. Получено, что наибольшие значения коэффициентов распыления для выбранных оксидов и шпинелей наблюдаются в аргоне и неоне. В силу экономических причин предпочтение следует отдавать использованию аргона, как более дешевому газу. Ранее достигнутые результаты исследований ионно-плазменной технологии, применительно к дезактивации реакторного графита, были доложены по приглашению секретариата МАТАТЭ на техническом совещании «Technical Meeting on Processing Technologies for Irradiated Graphite Waste», Вена, Австрия, 5-9 Августа 2024 года. Технология запатентована нами совместно с ГК «Росатом» и АО «Концерн Росэнергоатом» [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2711292 С1 РФ, МПК G21F 5/00. Способ дезактивации элемента конструкции ядерного реактора / А. С. Петровская, А. Б. Цыганов, М. Р. Стахив ; Заявка EP 19888171.6, US 20210272715, CA3105179A1, KHP CN112655056A.

Роскош Е.С., Буткеева М.А., Муслимова А.В., Молоков П.Б.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И ОПТИМИЗАЦИИ ЭКСТРАКЦИОННЫХ КАСКАДОВ В СРЕДЕ EXCEL

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: egorroskosh@gmail.com*

Жидкостная экстракция является одним из ключевых методов в промышленной переработке редкоземельных и радиоактивных элементов. Современные технологические процессы активно используют данную технологию для селективного извлечения, глубокой очистки и фракционного разделения ценных компонентов.

Так, в технологии разделения редкоземельных элементов приходится использовать сложные многоступенчатые процессы экстракционного разделения. Для повышения эффективности и выбора оптимального варианта организации технологического процесса приходится просчитывать различные варианты схем и проводить их сравнительный анализ, однако такие расчеты могут являться крайне трудоемкими.

Существующие методики расчета гидromеталлургических экстракционных каскадов осложнены громоздкими формулами и при расчете нередко приходится прибегать к использованию итераций, а использование специализированных программ может привести к неточным результатам расчета.

Однако, для облегчения расчета экстракционных каскадов можно [1-2] воспользоваться электронными таблицами, в частности программой Excel. Программа позволяет сделать расчет менее трудоемким, легко просчитывать большое число вариантов и таким образом выбирать оптимальный вариант для реализации процесса.

В докладе будет уделено особое внимание алгоритмам расчёта, тонкостям работы в среде Excel при использовании итерационных вычислений и методам оптимизации параметров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вольдман Г. М. Расчет с использованием программы Excel экстракционного разделения в полном противоточном каскаде с понижением коэффициентов распределения в промывной части / Г. М. Вольдман. – Цветные металлы. – 2022. – №1. – С. 30-37.
2. Вольдман Г. М. Расчет экстракционного разделения в полном противоточном каскаде с постоянными коэффициентами распределения с использованием Excel / Г. М. Вольдман. – Цветные металлы. – 2018. – №3. – С. 57-64.

Семенычева А.Н., Бурмистрова А.А., Смирнова Л.П., Ожерельев О.А.

ОБОГАЩЕНИЕ И КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЛЬМЕНИТ-ЦИРКОНОВЫХ ПЕСКОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: alicabazilio@gmail.com*

Ильменит-цирконовые пески представляют собой стратегически важное сырьё для производства титана и циркония, спрос на которые устойчиво растет как на внутреннем, так и на мировом рынке. В этой связи совершенствование технологий их обогащения и повышение качества готовой продукции остаются задачами первостепенной важности.

Технологическая схема обогащения включает три ключевых этапа: подготовку исходного материала, гравитационное разделение с применением винтовых сепараторов и финальную доводку концентратов. Для эффективного выделения целевых минералов применяются методы магнитной и электростатической сепарации, а также вакуумная фильтрация и сушка. Высокая эффективность процессов разделения достигается благодаря различиям в плотности, магнитной восприимчивости и электропроводности компонентов исходного сырья.

Система контроля качества охватывает все стадии переработки – от оценки характеристик исходного материала до контроля свойств конечного продукта. Основным аналитическим методом является атомно-эмиссионная спектрометрия на аппаратах iCAP PRO X DUO и PLASMA-3500, обеспечивающая высокоточную количественную оценку содержания циркония и сопутствующих элементов в пробах.

Дополнительно в рамках высокоточной аналитики используются методы рентгенофазового анализа (РФА) и сканирующей электронной микроскопии (СЭМ), позволяющие установить кристаллический состав и морфологические особенности минеральных частиц. Эти методы особенно важны при выявлении труднообогатимых примесей и тонкодисперсных вкраплений, которые не поддаются стандартному гравитационному или магнитному разделению.

Высокоточная аналитика играет ключевую роль в обеспечении стабильного качества готового продукта, позволяя достигать требуемой степени чистоты и соответствовать как российским, так и международным стандартам для сырья, используемого в металлургии, керамике и ядерной энергетике.

Сивина Д.А., Зеличенко Е.А., Чубенко Я.Б.

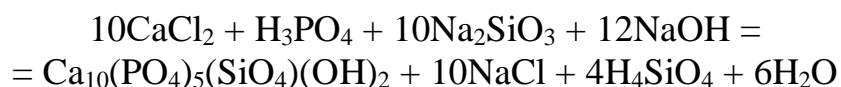
ИССЛЕДОВАНИЕ БИОАКТИВНОСТИ ГИДРОКСИАПАТИТА ДОПИРОВАННОГО КРЕМНИЕМ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: dasivkaaaa@mail.ru*

В настоящее время Si-ГА представляет значительный интерес в качестве синтетического материала для костной трансплантации.

Клинически доказано, что кремний значительно повышает устойчивость гидроксиапатита к деградации в кислых условиях, что является важным фактором для длительного нахождения материала в организме. Ионы кремния редко способны замещать ионы кальция, а чаще взаимодействовать с фосфатными группами в структуре гидроксиапатита [1]. Это замещение может влиять на механические и биологические свойства материала, улучшая его биосовместимость и долговечность.

Опробован способ синтеза гидроксиапатита допированного кремнием:



Процесс синтеза продолжался до достижения стабильного значения pH = 9-10, с выдержкой в маточном растворе в течение 24 часов.

В результате исследования отмечено что, Si-ГА имеет повышенную резорбируемость по сравнению с чистым ГА. Это подтверждает, что внедрение силикат-ионов в решетку ГА приводит к увеличению его биоактивности и зависит от содержания ионов кремния в образце.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2342319 С1 Российская Федерация, МПК С01В 25/32, В82В 3/00. Способ получения наноразмерного гидроксилатапатита : № 2007121231/15 : заявл. 06.06.2007 : опубл. 27.12.2008 / М. Б. Иванов, Н. Н. Волковняк, Ю. Р. Колобов ; заявитель и патентообладатель Белгородский государственный национальный исследовательский университет.

Сусакин В.А.¹, Исанов К.А.²

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОМОГЕННОГО ВЫЖИГАНИЯ МИНОРНЫХ АКТИНИДОВ В РЕАКТОРЕ ТИПА БН С МОКС- И СНУП-ТОПЛИВОМ

¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,

²Обнинский институт атомной энергетики НИЯУ МИФИ,

²249040, г. Обнинск, Калужской обл., Студгородок, д.1

e-mail: bvp8eebk@gmail.com

На данный момент актуальной задачей является минимизация объемов минорных актинидов (МА) путем их повторного вовлечения в топливный цикл и дожигаания в реакторах типа БН с целью минимизации объемов отработавшего ядерного топлива. Существует возможность вовлечения МА и плутония из ОЯТ в различные виды смешанного уран-плутониевого топлива. Включение минорных актинидов в топливо без потери энергетического потенциала возможно осуществить только в быстрых реакторах. [1]

Ранее в работе [2] было выявлено сильное влияние изотопного состава плутония на гомогенное выжигание минорных актинидов в МОКС-топливе, что при реализации эффективного сокращения МА накладывает ограничения на вид используемого плутония. Целью данной работы является оценка влияния изотопного качества плутония ОЯТ на эффективность выжигания МА в реакторе БН-1200 со СНУП-топливом и проведение сравнительного анализа эффективности гомогенного выжигания МА в МОКС- и СНУП-топливе.

Моделирование проводилось с использованием трёхмерного диффузионного программного комплекса TRIGEX, аттестованного для расчета быстрых натриевых реакторов. При расчете использовались библиотеки оцененных ядерных данных БНАБ-93.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулевич А. В. Возможность выжигания америция в быстрых реакторах / А. В. Гулевич, В. А. Елисеев, Д. А. Клинов, [и др.]. – Атомная энергия. – 2020. – Т. 128. – Вып. 2. – С. 82-87.
2. Исанов К. А. Исследование влияния изотопного качества плутония МОКС-топлива на накопление и эффективность выжигания минорных актинидов в реакторе типа БН / К. А. Исанов, В. А. Сусакин, В. А. Елисеев [и др.]. – Вопросы атомной науки и техники. серия: Ядерно-реакторные константы. – 2024. – Вып. 4. – С. 137-152.

Ченцов Ф.А., Молоков П.Б., Макаеев Ю.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛКП ОС-51-03 В УСЛОВИЯХ ЗАПРОЕКТНОЙ АВАРИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: mrmyshmy@gmail.com*

В настоящее время одной из пассивных систем безопасности ядерных реакторов является защитная оболочка или контеймент. Это железобетонная цилиндрическая конструкция с полусферическим куполом необходима как для защиты реактора от внешних условий, так и для локализации запроектных аварий (ЗА). Для защиты внутренней герметичной оболочки от коррозии применяются различные варианты защитных покрытий, одним из таких вариантов является лакокрасочное покрытие (ЛКП) ОС-51-03 предназначенное для атомной отрасли ввиду термической устойчивости и возможности дезактивации.

Покрытие ОС-51-03 состоит преимущественно из гидросиликатов и оксидов металлов в растворах полисилоксанов.

Главной целью этой работы являлась проверка устойчивости образцов с нанесенными защитными покрытиями на основе ОС-51-03 от двух разных производителей в условиях запроектной аварии.

Моделирование условий ЗА проводилось в реакторе CS-1000 ёмкостного типа с мешалкой, производитель «REXO Engineering», а также в термостате с использованием герметичных стеклянных ёмкостей. Длительность одного эксперимента составляла 30 дней, из которых выдержка образцов в автоклаве при поэтапном снижении температуры с 250°C до 95°C составляла 7 дней, после этого образцы с частью рабочего раствора помещали в стеклянные банки с крышками и оставляли на 23 дня в термостате при 60°C. Во время испытаний образцы на треть погружались в жидкую фазу для наглядности различий разрушений при контакте с парогазовой и жидкой фазами. Рабочий раствор содержал 16 г/л борной кислоты, 50 мг/л ионов гидразина и доводился до рН 7,7 с помощью сухого гидроксида калия.

В ходе испытаний образцы фотографировались для дальнейшего определения площади повреждения, размер образовавшегося в ходе испытаний дебриса определили с помощью лазерного анализатора.

В докладе будут подробно рассмотрены поэтапные разрушения образцов, а также представлены результаты подсчитанных площадей разрушения, размер образовавшегося дебриса и результаты сравнительного анализа образцов от разных производителей.

Чечельницкий М.Д., Рябова Ю.С., Молоков П.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В РАСТВОРАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА И МЕТОДА PLS

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: matthew3387c@mail.ru*

Госкорпорация Росатом имеет ряд приоритетных задач, одной из которых является развитие горно – добывающей промышленности, в частности добычи и эксплуатации редкоземельных металлов с целью обеспечения сырьевой независимости страны. Возникает необходимость исследований по определению концентрации редкоземельных элементов в растворах, знание которой является неотъемлемой частью задействованных технологий. Эта задача осложняется сложным составом, который влияет на точность полученного результата.

Для анализа используются физико-химические методы, среди которых предпочтение было отдано рентгенофлуоресцентному анализу. Данный метод базируется на регистрации вторичного рентгеновского излучения, испускаемого атомами после облучения первичным рентгеновским излучением. Он характеризуется высокой точностью, отсутствием необходимости подготовки или разрушения образца.

Трудностью при интерпретации результатов является наложение спектров элементов, особенно в случае редкоземельных металлов, чьи энергии флуоресцентного излучения могут пересекаться. Это приводит к трудностям в количественной интерпретации полученных данных.

Для повышения точности анализа и учёта энергетического наложения применялся метод частичных наименьших квадратов (PLS), позволяющий выявлять скрытые зависимости между переменными и снижать влияние шумов и взаимных помех. Метод реализовывался на языке программирования R.

Были построены градуировочные модели и модельные спектры, совпадающие со спектрами чистых элементов, что говорит о том, что предполагаемые результаты соответствуют результатом обработки. Представленные результаты подтверждают эффективность комплексного подхода к анализу многокомпонентных растворов.

Шайдуров Д.Е., Софронов В.Л., Ткачук С.А.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ФТОРА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Danchic56@gmail.com*

В настоящее время электрохимический метод остается основным способом получения фтора, используемым для синтеза гексафторида урана, фторполимеров и других соединений. Объем производства фтора в РФ может превышать 10 000 т, что при 90% выходе и при стоимости электроэнергии 5 руб/кВт будет составлять 940 млн руб. Затраты на обслуживание и ремонт электролизеров тоже значительны и определяются сроком службы, в первую очередь, анодов. Исследование и разработка коксовых анодов, позволяющих снизить энергозатраты на производство фтора и увеличить ресурс работы коксовых анодов, является целью нашей работы.

Литературный обзор и патентный поиск показывают, что одним из важных факторов, влияющих на затраты электроэнергии является экранирование поверхности коксового анода фтором. Отвод потока пузырьков фтора от поверхности анода вовнутрь анода может быть осуществлено применением жалюзийного анода. Жалюзийные аноды легко изготовить из металла, но изготовить из кокса крайне затруднительно в связи с физико-механическими характеристиками материала.

Нами проводятся экспериментальные работы в лабораторных условиях по изготовлению и испытанию жалюзийных коксовых анодов, которые усложняются поляризацией и способом изготовления коксовых анодов, что приводит к необходимости постановки дополнительных экспериментов, исключающих действие побочных факторов.

Один из таких экспериментов предполагается провести как индикатор работоспособности жалюзийного анода. Для этого изготовили коксовый анод и приступили к его проверке.

Butkeeva M.A., Roskosh E.S., Muslimova A.V., Kazantseva T.Yu.

SPECTROPHOTOMETRIC ANALYSIS OF LANTANIDES USING ARSENAZO (III)

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: mariamasur23@gmail.com*

Optical analysis methods are widely used to quantify determination of most elements in Mendeleev's Periodic Table.

In spectrophotometry of rare earth elements, organic reagents of the arsenazo group have become prevalent. Arsenazo (III) forms chelate complexes with lanthanide ions that demonstrate significantly higher stability compared to analogous complexes with Arsenazo(I) and Arsenazo(II). The reaction between rare earth elements and Arsenazo (III) produces red-violet colored compounds with maximum light absorption at 670 nm [1].

Previous studies established that the equilibrium shift method for solvation number determination lacks sufficient accuracy, prompting our adoption of spectrophotometric lanthanide analysis.

The present work employed two analytical approaches for lanthanide quantification in aqueous-salt systems such as calibration curve and standard addition methods.

The experimental procedure was as follows:

- pipette Ce^{3+} standard solution aliquots (0.1-2.5 ml of 40 mg/L solution) into 50 mL volumetric flasks,
- add sequentially 0.05 g ascorbic acid, 5 ml buffer solution (pH = 1.8), 1 ml sulfosalicylic acid, 2 ml Arsenazo(III),
- dilute to mark with 0.01 n HCl solution [2].

Detailed methodological specifications and findings will be disclosed during the presentation.

REFERENCES

1. Lutsky D. S. Primenenie reagentov gruppy arsenazo pri fotometricheskom opredelenii sodержaniya redkozemel'nyh elementov v vodno-solevyh sistemah [Application of Arsenazo Group Reagents for Spectrophotometric Determination of Rare Earth Elements (REEs) in Aqueous-Salt Systems] / D. S. Lutsky – Sovremennye innovacii [Modern Innovations]. – 2016. – No. 4(6). – P. 8-12. (in Russian).
2. Busev A. I. Rukovodstvo po analiticheskoy himii redkih elementov [Manual on Analytical Chemistry of Rare Elements] / A. I. Busev, V. G. Tiptsova, V. M. Ivanov – Moscow : Himiya [Chemistry], 1978. – 432 p. (in Russian).

Deshina M.V., Kuznetsova O.V., Bogdanova S.A., Kazantseva T.Yu.

**VALIDATION OF TITRIMETRIC METHOD
FOR SULFUR DIOXIDE DETERMINATION
IN FLUORINE-CONTAINING GASES**

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: deschina.mary@yandex.ru*

The modern electronics industry utilizes both organic and inorganic fluorine-containing gases, primarily in the production of ultra-high purity semiconductor materials.

Currently, Russia lacks certification protocols for critical gases such as boron trifluorides (BF_3), nitrogen trifluorides (NF_3) and tungsten hexafluoride (WF_6). This gap impedes the development of the national semiconductor manufacturing. Therefore, there is an urgent need to establish cost-effective analytical techniques for impurity quantification in these gases.

The objective of this study is to evaluate and validate a titrimetric method for sulfur dioxide (SO_2) analysis in boron trifluoride (BF_3). It involves titrating prepared gas samples with standardized iodine solution using starch as an indicator.

To assess the accuracy and precision of sulfur dioxide (SO_2) determination, the 'spike recovery' approach was used. A series of experiments was carried out on certified reference materials with required SO_2 concentrations. The total error calculation was made incorporating both random and systematic errors. Based on the calculations, the acceptable accuracy limits across SO_2 concentration range were determined.

The experimental data were processed using mathematical statistics methods. Comparative analysis of the model solutions against established in-laboratory quality control standards confirmed that the method meets all required parameters for repeatability, intermediate precision, trueness.

The validation study demonstrated statistically robust accuracy parameters, confirming the proposed methodology as fit-for-purpose for SO_2 monitoring in fluorine-containing gas.

Dyadenis M.Yu., Zelichenko E.A., Kazantseva T.Yu.

METHODS FOR PRODUCING ELECTROCHEMICAL COATINGS ON METALS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: mariyanadyadenis@gmail.com*

To enhance the physicochemical and mechanical properties of metals, surface coatings are applied to extend their functionality. Among the most common techniques are electrochemical technologies, including plasma spraying; micro-arc oxidation; coating crystallization from solution; detonation gas spraying; electrochemical deposition and the sol-gel processing. Each method has distinct advantages and limitations.

One of the most promising coating techniques for valve metals (Ti, Nb, Ta, Al, Zr, Hf, W, Bi, Sb, Mg) is micro-arc oxidation (MAO), also known as plasma electrolytic oxidation (PEO).

The defining feature of MAO is the generation of numerous micro-discharges within the electrolyte. These discharges penetrate the growing oxide layer; induce localized melting; trigger recrystallization, resulting in homogeneous coatings with tailored mechanical properties.

The primary limitation of MAO for producing wear- and corrosion-resistant coatings on titanium alloys is the extended process duration (90-150 minutes). However, this method offers significant advantages, including the ability to obtain coatings with:

- High mechanical strength
- Uniform microstructure
- Controlled phase composition [1].

REFERENCE

1. Koshuro V. A. Razrabotka tekhnologii modifikacii elektroplozmennykh funktsional'nykh pokrytij na titane i ego konstrukcionnykh splavah putem mikrodogovogo oksidirovaniya [Development of modification technology for electroplasma functional coatings on titanium and its structural alloys via micro-arc oxidation]: PhD thesis, 05.09.10. – Saratov , 2014. – 119 p. (in Russian).

Izhoykin D.A., Baryshev G.A., Efanov Z.A.

STUDY OF AVIAL SUPPORT BLOCKS RADIATION CHARACTERISTICS FOR THE SORTING PURPOSE

*«Pilot and Demonstration Center for Decommissioning of Uranium-Graphite Nuclear Reactors» JSC,
13, Avtodoroga, Seversk, Tomsk Region, 636000
e-mail: ida@dnrc.ru*

As a result of the operation of industrial uranium-graphite reactors in our country, a significant amount of metallic radioactive waste has accumulated, which of interest for its potential processing [1]. Some of them are avial support blocks (Fig. 1), which are cylinders with a diameter of 35-37 mm, a height of 102,5 mm and a mass of 235 g, and served as a «cushion» for the fuel elements located in the active zone.



Figure 1 – Avial support blocks

The specifics of radioactive contamination of such waste are determined by the operating conditions of the aircraft units (location relative to the reactor core, years of unloading, presence of surface contamination as a result of contact with graphite masonry, etc.).

For the experiment, 500 irradiated blocks with different radiation characteristics were selected. Measurements of radiation contamination were carried out on an experimental sorting unit based on the SKS-07P-G33m spectrometric complex. The total activity of each block was calculated using the «Gamma Pro». The study established that the main criterion for dividing blocks into groups will be the relative content of the ^{60}Co isotope, the threshold values of which are 1×10^4 and 2×10^4 Bq.

REFERENCES

1. Gydim Yu. A. Odnostadijnaya pirometallurgicheskaya pererabotka [Single-stage pyrometallurgical processing] / Yu. A. Gydim, A. A. Golybev, V. A. Grachev // Radioaktivnyye othody [Radioactive Waste]. – 2018. – № 1 (2). – P. 68-75. (in Russian).

Kozlov V.V., Zavyalov A.A., Kazantseva T.Yu.

RESEARCH OF SECONDARY CIRCUIT WATER CHEMISTRY REGIMES (WCRs) IN GENERATION IV REACTORS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPHI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: vitkozlov16@mail.ru*

Modern approaches to Generation IV nuclear energy development include the design of a pilot and demonstration power complex (PDEC) featuring the advanced lead-cooled reactor operating within a closed nuclear fuel cycle. A critical operational aspect of such systems is ensuring reliable secondary circuit water chemistry regime (WCR) to minimize corrosion and deposition.

Current nuclear power plants employ various water chemistry regimes (WCRs) including zero-solid treatment, hydrazine-based, ammonia-based, hydrazine-ammonia combined. However, none completely prevent iron-oxide and calcium-magnesium deposits. For the advanced power unit, a comprehensive technical solution has been developed based on:

1. Corrosion mechanism studies
2. Iron corrosion product transport analysis
3. Monitoring of salt impurities and oxygen content.

Key implemented solutions include:

- zero-solid WCR using corrosion-resistant steels for feedwater system components exposed to secondary circuit media;
- ultra-high purity water for circuit filling;
- stainless steel or titanium condenser tubing.

The system additionally incorporates 100% condensate polishing using precoat ion-exchange filters (PIEFs) with a mixed-bed powdered cation/anion resin.

These measures are designed significantly to reduce corrosion rate; to extend equipment lifespan; to enhance safety margins for advanced nuclear power complexes.

A comprehensive analysis of the implemented technical solutions and their system performance impacts will be discussed in detail in future.

Kravchenko E.V., Chubenko Ya.B., Kazantseva T.Yu.

DEVELOPMENT OF CHITOSAN-CONTAINING ION-EXCHANGE MATERIALS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: lizochka.kravchenko.03@mail.ru*

Solid granular materials containing ionogenic groups with mobile ions are called ion-exchange materials. Active groups can be acidic or alkaline, ampholytes are also used in industry. Granular ion-exchange materials have a wide range of applications – from nuclear fuel production and spent fuel reprocessing to radioactive isotopes purification, wastewater treatment, and water conditioning in nuclear reactors.

Currently, foreign ion exchange materials are difficult to procure for several reasons, making it imperative to develop ion-exchange materials synthesized from domestic raw materials. These raw materials can include natural polymers. The purpose of this study is to develop a method for producing granulated ion-exchange materials based on chitosan – an amino polysaccharide derived from crustacean shells or chitin of other origins.

The granules must comply with regulatory requirements for parameters such as:

- particle size distribution,
- residual moisture content.
- uniformity coefficient, etc.

The chitosan-based ion-exchange materials are expected to exhibit properties comparable to conventional analogues while being more cost-effective and easier to produce.

A review of Russian and foreign literature on chitosan dissolution and its derivatives for heavy metal sorption has been conducted. Promising solvents for further research have been identified.

REFERENCES

1. Pillai C. K. S. Chitin and chitosan polymers: chemistry, solubility and fiber formation / C. K. S. Pillai, W. Paul, C. P. Sharma // Progress in polymer science. – 2009. – Vol. 3. – № 7. – P. 641-678.
2. Gavrin V. A. Izvlechenie ionov medi kompozicionnymi sorbentami na osnove hitozana iz vodnyh rastvorov v prisutstvii poverhnostno-aktivnogo veshchestva [Extraction of copper ions by composite sorbents based on chitosan from aqueous solutions in the presence of a surfactant] / V. A. Gavrin, T. E. Nikiforova // Physico-chemistry of the surface and protection of materials. – 2023. – Vol. 59. – № 4. – Pp. 364-372. (in Russian).

Kuligina E.V., Bogdanova S.A., Kazantseva T.Yu.

ENSURING THE RELIABILITY OF TURBIDIMETRIC ANALYSIS RESULTS FOR SULFATE IONS IN FLUORINE-CONTAINING GASES THROUGH CALIBRATION CURVE CONTROL

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: elizavetakuligina671@gmail.ru*

The reliability of the calibration curve is carried out each time before analyzing a series of samples. The control measures involve the use of reference samples employed for establishing the calibration curve.

If the stability condition is not met for one calibration sample, the sample must be re-measured to exclude any result containing a gross error. If the condition is still not met upon re-measurement, the causes of the error should be identified and corrected, the measurement is repeated using other reference samples specified in the analytical procedure. If the calibration sample again fails to meet the condition, a new calibration curve must be established [1].

The reliability of the calibration curve is affected by the following key factors:

- analysis time,
- improper sampling,
- non-compliance with sample storage conditions and timelines,
- pH deviations,
- presence of interfering substances,
- sample heterogeneity,
- equipment malfunction,
- operator errors,
- incorrect data processing.

To maintain the stability of the calibration curve, regular quality control, timely equipment maintenance, the use of high-quality standards, and strict adherence to measurement protocols are required.

REFERENCE

1. GOST R 8.563-96 State System for Ensuring the Uniformity of Measurements. Methods of Measurement Performance: date of introduction 1996-05-23 / All-Russian Scientific Research Institute of Metrological Service and Ural Scientific Research Institute of Metrology. – Official edition. – Moscow: Standardinform, 2008. – 39 p. (in Russian).

Lyalina N.A., Zhitkov S.A., Tkachuk C.A., Kazantseva T.Yu.

ELECTROLYTE PURIFICATION BY SEDIMENTATION

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: nadehzali@gmail.com*

Electrolytes are widely used in various industries such as metallurgy, electroplating, battery production and other chemical processes. During operation, the electrolyte accumulates impurities increasing the voltage in the electrolyser and reducing the efficiency and quality of the final product. Therefore, the electrolyte purification is a critical challenge to maintain a sustainable process.

There are several methods to purify electrolytes including filtration, ion exchange chromatography, distillation and sedimentation. Each method has its advantages and disadvantages, but the technique chosen depends on the specific application and melt purity requirements.

The sedimentation method was used for this research. The process is based on gravity: heavy particles settle to the bottom of the tank under the gravity force.

The following advantages of this approach can be highlighted:

- simplicity;
- cost-economy;
- efficiency against large particles;
- no change in the chemical composition of the solution or melt;
- versatility;
- environmentally safety.

Disadvantages include:

- slowly moving process;
- limited efficiency;
- Inability to complete purification.

Okhotnikova E.P., Guzeeva T.I., Kazantseva T.Yu.

RESEARCH OF SILVER PRECIPITATION ONTO POWDERED HYDROXYAPATITE AND POROUS SUBSTRATES

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: okhotnikova.lizochka@mail.ru*

Hydroxyapatite (HA) is a key inorganic component forming the mineral basis of bone tissue. Its demonstrated bioactivity include antimicrobial properties, enhanced tissue regeneration, hemostasis and osteoinduction, making it invaluable in surgical, dental, and orthopedic applications.

The structure of HA allows for substitution of its basic structural elements with various ions, explaining the natural diversity of phosphate minerals with apatite-like crystal lattices.

Such substitutions often significantly influence biological behavior of hydroxyapatite. For cationic substitutions, ion charge and size are critical. Ag^+ ions have a larger ionic radius than Ca^{2+} ions, enabling them to:

- modify physicochemical and biological properties,
- alter the overall phase composition [1].

Pharmacological studies demonstrate silver broad-spectrum antimicrobial activity against both Gram-positive and Gram-negative bacteria, as well as various fungal species. This justifies the development of silver-containing hydroxyapatite composites for medical applications with high risks of infectious complications [2].

To obtain silver-modified hydroxyapatite, two main approaches are used:

1. Silver adsorption from colloidal solutions.
2. Surface silver reduction via the silver mirror reaction.

REFERENCES

1. Dorozhkin S. V. Biomaterialy: obzor rynka [Biomaterials: Market Review] / S. V. Dorozhkin, S. Agatopoulus. – Himiya i zhizn' [Chemistry and Life]. – 2002. – № 2. – 8 p. (in Russian).
2. Singh B. In vitro biocompatibility and antimicrobial activity of wet chemically prepared $\text{Ca}_{10-x}\text{Ag}_x(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ (0,0x0,5) hydroxyapatites / B. Singh, A. K. Dubey, S. Kumar. – Materials Science and Engineering C. – 2011. – Vol. 31. – Pp. 1320–1329.

Semenycheva A.N., Burmistrova A.A., Smirnova L.P., Kazantseva T.Yu.

ENRICHMENT AND QUALITY CONTROL OF ILMENITE-ZIRCON SANDS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: alicabazilio@gmail.com*

Ilmenite-zircon sands are a critical source of titanium and zirconium. Demand for titanium and zirconium products is steadily growing both in Russia and abroad. The advancement of enrichment technologies and product quality improvement is an issue of current importance.

As primary industrial sources of Ti and Zr, ilmenite-zircon sands undergo a three-phase enrichment circuit:

- raw material pre-treatment,
- spiral gravity concentration,
- final concentrate refinement.

Magnetic and electromagnetic separation, vacuum filtration and thermal drying methods are used. The separation efficiency is ensured by differentials in mineral density, magnetic susceptibility and electrical conductivity.

The quality control system operates at all processing stages – from raw materials to final products. The basic analytical method used is atomic emission spectrometry, which enables precise determination of zirconium content and associated elements. This method is characterized by high accuracy and capability for simultaneous multi-component analysis.

Additionally, mineralogical analysis is performed to identify undesirable impurities, facilitate their removal and enhance zircon concentrate purity.

High-precision analytics ensures production of materials that meet modern requirements for chemical composition and processing characteristics.

REFERENCES

1. Gupta C. K. Extractive Metallurgy of Rare Earths / C. K. Gupta, N. Krishnamurthy. – Boca Raton : CRC Press, 2015. – 882 p.
2. Habashi F. Principles of Extractive Metallurgy / F. Habashi. – New York: Gordon and Breach. Hydrometallurgy. – 2019. – Vol. 4. – 298 p.
3. Jones M. J. Characterization and Processing of Heavy Mineral Sands / M. J. Jones, K. P. Williams. – Amsterdam : Elsevier. – 2021. – DOI: 10.1016/B978-0-12-823458-5.00001-3.

Zavyalov A.A., Kozlov V.V., Sofronov V.L., Kazantseva T.Yu.

**PROSPECTS FOR USING HEAT-RESISTANT EK-181 STEEL
IN FUEL ASSEMBLIES WITH MIXED NITRIDE
URANIUM-PLUTONIUM (MNUP) FUEL**

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: alex.zav.jov.azj@gmail.com*

Amid the global transition to low-carbon energy and growing demand for safer nuclear technologies, fast neutron reactor developments have become critically significant. Fuel assemblies utilizing mixed nitride uranium-plutonium (MNUP) fuel are recognized as one of the most promising solutions to enable a closed nuclear fuel cycle (NFC), enhance fuel burnup efficiency and minimize long-lived waste.

The most critical components of such fuel assemblies are structural materials to withstand extreme operating conditions: high temperatures, intense neutron irradiation, and corrosive environments. A detailed analysis of EK-181 (16Kh12V2FTR) low-activation, heat- and radiation-resistant steel developed by A.A. Bochvar VNIINM (JSC) was made as part of this study. This material demonstrates exceptional performance characteristics for fast reactor core applications.

The EK-181 steel offers four fundamental advantages:

1. Significantly lower induced radioactivity compared to conventional materials
2. Rapid activity decay post-irradiation
3. High resistance to radiation embrittlement at operational temperatures (270-400°C)
4. Retained heat-resistant properties up to 650°C.

These characteristics establish EK-181 as an ideal candidate for manufacturing fuel rod claddings, spacer grids and other core internal components in advanced fuel assemblies.

The implementation of EK-181 steel in MNUP fuel assembly designs for fast neutron reactors (such as Russia's actively developed BN-1200) will significantly enhance the safety, reliability, and economic efficiency of next-generation nuclear power systems. The report will provide a comprehensive examination of research findings and industrial application prospects for the advanced material in Generation IV nuclear energy.

*Секция
Технологические процессы и техническая
кибернетика*

Бакилин Д.В.^{1,2}, Иванов К.А.²

ГИБРИДНАЯ ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА НАДЕЖНОСТИ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

*¹АО «Сибирский химический комбинат»,
636000, г. Северск, Томской обл., ул. Курчатова, 1.*

*²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bakilin.dmitriy@gmail.com*

Проблема надежности средств измерений (СИ) в экстремальных условиях связана с радиационным воздействием и экстремальными температурами, которые вызывают динамическую деградацию датчиков, что не учитывается в классических системах контроля, основанных на жестких нормативах. Это приводит к риску ложных срабатываний и неожиданного выхода из строя СИ, что может вызвать аварийные ситуации и незапланированные остановки.

Разработка гибридной экспертной системы, объединяющей нечеткую логику и машинное обучение (ML) для повышения надежности СИ, позволяет решить эту проблему. Нечеткая логика используется для формализации экспертных знаний в условиях радиационной неопределенности, создавая гибкие правила. ML-модели прогнозируют деградацию СИ на основе данных с датчиков и исторических отказов. Результаты нечеткого вывода и ML-прогнозов взвешиваются динамически с учётом текущего контекста, что позволяет адаптироваться к изменяющимся условиям.

Практическая значимость работы направлена на обеспечение достаточного количества аварийных запасов СИ, соответствующих предъявляемым требованиям. Сокращение затрат на обслуживание аварийных запасов и уменьшение количества незапланированных остановок, времени реагирования и минимизация негативных последствий.

Динамическая адаптация к радиационным и тепловым нагрузкам позволяет предотвращать катастрофические сценарии, сохраняя прозрачность решений.

Воробьева Е.С., Зарипова Л.Ф.

УСТАНОВКА КОМПАКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАО

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: evorobeva572@gmail.com*

В настоящее время актуальной проблемой является вывод из эксплуатации АЭС, так как многие энергоблоки подходят к завершению своего проектного срока службы. Процесс вывода из эксплуатации длительный и многостадийный. Одной из стадий этого процесса является демонтаж загрязненного радионуклидами оборудования, во время которого его фрагментируют и перерабатывают.

Переработка твердых радиоактивных отходов (ТРО) позволяет уменьшить их объем, что снижает затраты на их транспортировку и захоронение. Одним из методов переработки ТРО является прессование (компактирование).

Прессование – самый простой способ уменьшения объема отходов. ТРО прессуются на установках низкого (с усилием до 10 кгс/см²) и высокого давления (с усилием более 10 кгс/см²). Для прессования элементов сепаратора пара (патрубки, погруженный дырчатый лист, пароприемный дырчатый щит), образующихся после его фрагментации, должны использоваться установки высокого давления, так как эти установки позволяют сократить объем металлических отходов в 10 раз.

Разработанная установка компактирования представляет из себя гидравлический пресс, который использует давление жидкости через цилиндр для приложения силы к объекту. Пресс состоит из загрузочной камеры, трех поршней, штоков, электрического привода и цилиндров, по которым движется жидкость. Принцип работы заключается в следующем: масляный насос подает жидкость в цилиндр, создавая давление, которое приводит в действие шток и плиту. Плита движется, спрессовывая фрагменты. Преимущество гидравлических прессов состоит в том, что они позволяют компактировать крупногабаритные фрагменты, так как прессы способны развивать большие усилия.

В целях безопасности управление установкой должно осуществляться дистанционно из кабины оператора, так как металлические фрагменты обладают средним уровнем активности.

Гусаковская Е.Д., Лохтина Л.Н.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И КОНДЕНЦИОНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ОФИСНЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kiti172003@mail.ru*

Назначение системы вентиляции и кондиционирования – это обеспечение постоянного уровня комфорта в помещении вне зависимости от погодных условий. Именно поэтому в строительных требованиях СНиП такие системы являются обязательными.

Состав систем кондиционирования и вентиляции во многом зависит от их типа. При проектировании систем необходимо учитывать площадь помещения; месторасположение; ориентацию здания; ориентацию его окон и дверей относительно сторон света; посещаемость и функциональное назначение помещения; точную характеристику материалов, из которых построено помещение.

Приточные-вытяжные установки с фреоновым охлаждением нашли широкое применение в системах вентиляции и кондиционирования воздуха. При помощи такой установки обеспечивается оптимальный воздухообмен в помещении, отводятся избытки влаги, тепла и пыль, гарантируя чистоту и комфортные климатические показатели воздуха.

В среде динамического моделирования технических систем SimInTech разработана примерная модель приточно-вытяжной вентиляции, которая доставляет свежий воздух с улицы в помещение и удаляет отработанный воздух из помещения на улицу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хабаров С. П. Построение распределенных моделей в системе SimInTech: методические указания / С. П. Хабаров, М. Л. Шилкина. – Санкт-Петербург: СПбГЛТУ, 2018. – 122 с.
2. Проектно-монтажная компания «Стандарт Климат». Кондиционирование производства, производственных помещений. – URL <https://www.airclimat.ru/konditsionery-dlya-zdaniy-i-predpriyatiy.htm> (дата обращения 12.03.2025 г.).
3. Проектно-монтажная компания «Стандарт Климат». Инженерные системы торгового центра. – URL <https://www.airclimat.ru/Inzhenernye-sistemy-torgovogo-tsentra.htm> (дата обращения 12.03.2025 г.).

Кикенина И.К., Широков А.В., Михалёв Р.Ю., Грачев Е.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОДОРОДНОГО ОХРУПЧИВАНИЯ НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМЫХ РЕЦИКЛИРУЕМЫХ МАГНИТОВ СИСТЕМЫ $R_2Fe_{14}B$

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: irinakikenina@gmail.com*

Магниты на основе редкоземельных металлов играют важную роль в оборудовании атомного энергопромышленного комплекса ГК Росатом. Большая часть сырья для производства высокоэнергетических магнитов импортируется из Китая, что влечет большие экономические затраты. При этом в РФ отработавшие высокоэнергетические магниты, в которых содержится большое количество дорогостоящего сырья в виде редкоземельных металлов, практически не перерабатываются и не утилизируются, что создает проблему их накопления. Разработка технологий рециклирования позволяют решить проблему накопления отработавших магнитных сплавов системы $R_2Fe_{14}B$, снизить зависимость от импорта и вернуть редкоземельные металлы в производственный цикл.

Основным способом переработки магнитных материалов является метод «от магнита к магниту». В классическом представлении данный способ имеет существенные недостатки: в технологическом процессе водородного охрупчивания получают порошки гидридов вторичных магнитных сплавов, загрязненные гальваническим покрытием и с высокой окисленностью. Перечисленные факторы ухудшают магнитные свойства порошков гидридов и негативно влияют на магнитные характеристики магнитов, изготовленных из рециклируемого сырья.

Научной группой СТИ НИЯУ МИФИ исследуются технологические процессы трехстадийной очистки: пескоструйная обработка, химическое травление и циклическая термообработка, которые позволяют эффективно удалить гальваническое покрытие и избыточный кислород с поверхности магнита. Это дает возможность проведения процесса водородного охрупчивания при $25^{\circ}C$ и 50 кПа, с отсутствием адсорбционного периода водорода. Также при данных условиях процесса вторичные магнитные сплавы поглощают большое количество водорода (0,46 % масс.), что благоприятно влияет на создание изолирующих прослоек и правильной микроструктуры изготовленного магнита в процессе десорбции-спекания.

Кондраков С.М.¹, Щипков А.А.²

**ВНЕДРЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ПРЕДИКТИВНОЙ АНАЛИТИКИ СОСТОЯНИЯ
ОБОРУДОВАНИЯ И КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ
В ПРОИЗВОДСТВО ФТОРА**

¹АО «Сибирский химический комбинат»,

636000, г. Северск, Томской обл., ул. Курчатова, 1.

²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,

636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65

e-mail: Smkondrakov@rosatom.ru

Современное производство фтора и его соединений относится к числу наиболее сложных и ресурсоемких процессов в химической промышленности. Высокая реакционная способность фтора, экстремальные условия синтеза (электролиз, высокие температуры), а также жесткие требования к экологической и промышленной безопасности делают эту отрасль особенно зависимой от точного контроля и оптимизации технологических параметров.

В условиях растущей конкуренции, необходимости качественного повышения эффективности традиционные методы управления производственным процессом становятся недостаточно эффективными, что стимулирует внедрение цифровых технологий, в частности предиктивной аналитики.

Особую актуальность предиктивная аналитика приобретает в производстве фтора, где малейшие отклонения в составе электролита, температурном режиме, возникновение анодных эффектов приводит к резкому снижению эффективности процесса и рискам выхода из строя оборудования.

Цель данной работы – рассмотреть ключевые аспекты применения предиктивной аналитики в производстве фтора, включая методы сбора данных, алгоритмы машинного обучения и практические вопросы внедрения. Особое внимание уделяется подготовке исторических данных и интеграции с технологическими источниками аналитических данных, исторических и оперативных данных.

Методология исследования основана на анализе промышленных данных, разработке предиктивных моделей и машинном обучении, сравнительной оценке различных подходов к прогнозированию отказов.

Михалёв Р.Ю., Кикенина И.К., Широков А.В., Грачев Е.К.

**КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕЦИКЛИРОВАНИЯ
МАГНИТНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ $R_2Fe_{14}B$:
ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРВИЧНЫЕ
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: romanmikhalev6@gmail.com*

В условиях глобального дефицита редкоземельных металлов и растущего спроса на магниты для высокотехнологичных отраслей (электромобили, ветрогенераторы, электроника) рециклирование магнитных сплавов приобретает стратегическую значимость. Однако полное извлечение РЗМ из использованных магнитов остаётся сложной задачей. Существующие методы переработки – гидрометаллургические, пирохимические и порошковые – имеют как преимущества, так и ограничения: эффективность, токсичность, энергозатраты, стоимость оборудования и сложность технологических процессов.

Научной группой Северского технологического института НИЯУ МИФИ предложена комплексная технология, сочетающая метод «магнит к магниту» с одновременным выделением индивидуальных РЗМ. Процесс включает растворение вторичных магнитов в серной кислоте, поэтапную кристаллизацию сульфатов РЗМ и железа, прокаливание до оксидов, фторирование и последующее электрохимическое восстановление до чистых металлов в расплавах солей.

Ключевым этапом является контролируемая кристаллизация, включающая процессы пересыщения, зарождения и роста кристаллов. Для её реализации в институте разрабатываются два типа кристаллизаторов: испарительный с перемешиванием и охлаждаемый для селективного получения соединений из магнитных порошков. При проектировании нами исследуются технологические режимы для данного процесса. А также продукты и их свойства, получаемые во время данных технологических процессов.

В ходе экспериментов исследовано влияние температуры, времени, растворителей и площади испарения на эффективность кристаллизации. В докладе представлены сравнительный анализ методов рециклинга, особенности предложенной технологии и экспериментальные результаты.

Наумов В.А., Будко Е.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D МОДЕЛЕЙ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ РАДИАЦИОННОГО ФОНА И РАЗРАБОТКИ МАРШРУТОВ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: naumovvladislav51105@gmail.com*

С ростом интереса к безопасному обращению с радиоактивными материалами и объектами ядерного наследия, возникает необходимость в эффективных методах мониторинга радиационного фона. Одним из перспективных подходов является использование 3D моделей для визуализации и анализа радиационной обстановки.

Среди направлений оптимизации особое внимание уделяется сокращению времени пребывания персонала в радиационных полях. Это может быть достигнуто тщательным планированием, эффективным управлением работами, тренировками по выполнению операций на макетах и компьютерных моделях оборудования и систем в чистой зоне, а также при использовании высокопроизводительного оборудования

В процесс проектирования радиационно-опасных объектов должен строиться не только на создании 2D чертежей, но и на создании подробных 3D моделей оборудования, помещений и сооружений. В свою очередь модель должна нести в себе не только визуальную составляющую, но и информационную.

Использование 3D моделей для нанесения отметок радиационного фона и разработки маршрутов вывода из эксплуатации представляет собой инновационный подход, который может значительно повысить безопасность и эффективность операций с радиоактивными материалами. Такой метод позволяет не только визуализировать текущую ситуацию, но и планировать действия на основе объективных данных.

3D-моделирование является прогрессивным методом проектирования различных объектов, особенно ОИАЭ, существенно экономит ресурсы и время, затрачиваемые на проектирование и организацию технологических процессов, позволяет детально проиллюстрировать каждый этап технологического процесса, обеспечить наглядность всего проекта в целом. В условиях работы с радиоактивными отходами детальная проработка систем и процессов может значительно снизить дозовую нагрузку персонала.

Нейман Д.П., Борисов Д.А., Гатиятуллин С.И.

LORAWAN В ПРОМЫШЛЕННОЙ АВТОМАТИЗАЦИИ: ОБЗОР И ПРЕИМУЩЕСТВА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: neyman@mail.ru*

Протокол LoRaWAN – перспективное решение для задач промышленной автоматизации, позволяющее создавать экономичные и масштабируемые сети для мониторинга, управления и оптимизации производственных процессов [1].

Традиционные беспроводные технологии зачастую не соответствуют требованиям промышленных сред [2]. Современная промышленность предъявляет все более высокие требования к автоматизации и цифровизации, что требует развертывания большого количества беспроводных датчиков и устройств для сбора данных и управления [3].

Протокол LoRaWAN применяется для мониторинга состояния оборудования, прогнозной аналитики и сбора данных с удаленных датчиков [1].

Для оптимизации процессов обслуживания и управления производством выделяются преимущества использования LoRaWAN по сравнению с традиционными технологиями, а также перспективы интеграции с системами SCADA [3].

Внедрение LoRaWAN в промышленности открывает новые возможности для создания экономичных и устойчивых сетей мониторинга, где ключевыми преимуществами становятся дальность связи, низкое энергопотребление и адаптивность к сложным условиям эксплуатации [2].

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Руководство разработчика устройств LoRaWAN сети ЛАРТЕХ : версия 1.1 / ЛАРТЕХ. – Москва, 2023. – URL: <https://lar.tech> (дата обращения: 15.04.2025). – Текст : электронный.
- 2 Технология LoRa: 8 ключевых характеристик для успеха в IoT. – Jooby. – URL: <https://jooby.eu/ru/blog/tehnologiya-lora-8-klyuchevyh-harakteristik-dlya-uspeha-v-iot/> (дата обращения: 15.04.2025). – Текст : электронный.
- 3 LoRaWAN: обзор технологии. – ООО «Некта Технолоджи». – URL: <https://neкта.tech/lorawan-obzor-tehnologii/> (дата обращения: 15.04.2025) . – Текст : электронный.

Нерадовский В.А., Будко Е.А.

**ПРОГРАММА ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭНЕРГОБЛОКОВ РБМК НА ПРИМЕРЕ
ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС**

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: nera04@mail.ru*

Решение задач по безопасному и эффективному выводу из эксплуатации ядерных и радиационно- опасных объектов (ЯРОО), отработавших нормативный срок, относится к приоритетным и перспективным направлениям деятельности Госкорпорации «Росатом».

Вывод из эксплуатации ВЭ – это документально оформленное событие, свидетельствующее о прекращении использования объекта в связи с демонтажом или с целью последующего проведения модернизации.

Для ВЭ энергоблока №1 Ленинградской АЭС с реактором РБМК принята концепция «немедленный демонтаж». Она подразумевает демонтаж оборудования, включая реакторные установки, строительных конструкций зданий и сооружений, удаление с площадки блоков образующихся отходов.

Основной задачей подготовки блока АЭС к ВЭ является обеспечение условий для безопасного и эффективного выполнения работ по ВЭ и получение лицензии Ростехнадзора на ВЭ блока АЭС. На подготовительном этапе ВЭ на энергоблоках будет создана необходимая инфраструктура, а также демонтировано и удалено незагрязненное и слабозагрязненное оборудование.

ВЭ начнется после получения лицензии. Демонтаж реакторной установки будет проходить на заключительном этапе ВЭ. Из-за технологических особенностей работы будут вестись при помощи специально изготовленных роботов. Демонтированные и измельченные элементы будут помещены в специальные контейнеры, а затем переданы Национальному оператору для длительного контролируемого хранения.

Программа ВЭ должна быть разработана на основе концепции ВЭ блока АЭС, проектной документации и информации, накопленной в базе данных по выводу из эксплуатации (БДВЭ), также должны быть определены технические мероприятия по подготовке и ВЭ блока АЭС, направленные на реализацию выбранного варианта ВЭ, график и последовательность их выполнения.

Палашков И.И., Иванов К.А.

МАШИНА ВЕРОЯТНОСТЕЙ МОДЕЛЬ 2. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: trento2003@yandex.ru*

Актуальность работы обусловлена малой распространенностью устройств, способных быстро генерировать истинно случайные числа, которые представляют практическую ценность для научных исследований, а также для работ в сфере компьютерного моделирования и в системах криптографии.

Целью данной работы является продолжение разработки устройства генерации истинно случайных чисел с помощью лазеров и отражающих поверхностей.

В процессе работы проводился литературный обзор областей применения истинно случайных чисел. Оценка влияния «ошибок» на случайности, подбор компонентов исходя из результатов оценки.

В процессе работы была создана визуализация устройства генерации истинно случайных чисел в эмуляторе Wokwi (составлена спецификация оборудования, описан регламент работы новой версии устройства, написан код программы на языке Arduino(.ino)). Произведена демонстрация работоспособности визуализации.

Серебрянников А.А., Карташов Е.Ю., Пилипенко А.М.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ДОСТАВКИ МОДУЛЕЙ МОНИТОРИНГА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: pprinxh@yandex.ru*

В условиях эксплуатации и вывода из эксплуатации ядерных объектов особое значение приобретает эффективная доставка модулей мониторинга и дезактивации в зоны с повышенным радиационным фоном. Использование робототехнических комплексов и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяет минимизировать риски для персонала и обеспечить непрерывный контроль за радиационной обстановкой. Методы доставки таких модулей варьируются в зависимости от типа оборудования и специфики объекта: наземные транспортные средства применяются для тяжелых роботов и анализа объектов на суше, воздушные платформы – для мониторинга обширных территорий, а водные и подземные системы – для мониторинга в труднодоступных местах: бассейнах с ОЯТ, реках, озерах, грунтовых водах.

Современные подходы к радиационно-экологическому мониторингу подчеркивают необходимость интеграции различных методов доставки и использования модулей в зависимости от конкретных условий. Так, в районах размещения ядерно- и радиационно-опасных объектов (ЯРОО) рекомендуется комплексный подход, учитывающий природные и хозяйственные особенности региона, а также возможные пути миграции радионуклидов. Особое внимание уделяется разработке и применению мобильных и автономных систем, способных оперативно реагировать на изменения радиационной обстановки и обеспечивать высокую точность измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов В. М. Экологическая безопасность объектов использования атомной энергии / В. М. Кузнецов, Х. Д. Чеченов, В. С. Никитин. – Москва : ООО «НИПКЦ Восход-А». – 2010. – 851 с.
2. Арутюнян Р. В. Развитие территориальных систем радиационного мониторинга и аварийного реагирования в регионах расположения радиационно опасных объектов Росатома / Р. В. Арутюнян, С. Л. Гаврилов, В. П. Петров. – Москва : ИБРАЭ РАН. – 2010. – 315 с.

Скоц А.В., Будко Е.А.

ПРОГРАММЫ 3D МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО- И РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: alexskots@gmail.com*

Методы 3D моделирования применяются во всех средах деятельности, в том числе в строительстве, эксплуатации и выводе из эксплуатации сооружений. В 2023 году госкорпорация «Росатом» разработала цифровой проект вывода из эксплуатации радиохимического производства. В дальнейшем эта технологии облегчит вывод из эксплуатации объектов во множество раз.

Целью работы является обзор программ и цифровых моделей 3D моделирования для вывода из эксплуатации ядерно- и радиационно-опасных объектов (ВЭ ЯРОО).

Первая модель, которая подходит для таких работ называется Имитационная модель. Такой тип моделей создаётся с помощью программ для визуализации и симуляции физических явлений. Программа для таких моделей - isee systems iThink. Это программное обеспечение для моделирования и анализа сложных систем, которое позволяет создавать визуальные модели на основе системной динамики, имитировать поведение процессов во времени и оценивать различные сценарии развития ситуации для принятия обоснованных управленческих решений.

Вторая модель, которая подойдёт для вывода из эксплуатации, это - виртуальный тренажёр (Интерактивная модель). Такой тип моделей позволяет человеку взаимодействовать с моделью объекта, что может имитировать демонтажные работы, экстренные ситуации, работы технического обслуживания помещения на цифровой модели объекта. Основой таково типа моделей является технология VR.

Исходя из результатов анализа программ 3D моделирования для ВЭ ЯРОО можно сделать вывод, что с их помощью можно снизить издержки и обеспечить безопасное выполнение работы в ходе выбранного стратегического варианта ВЭ ЯРОО.

Сусакин В.А., Грачев Е.К.

РАЗРАБОТКА МЕР ПО ДЕМОНТАЖУ СИСТЕМ СПЕЦВЕНТИЛЯЦИИ ХИМИКО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: bvp8eebk@gmail.com*

Одной из главных задач при обеспечении безопасности в области использования атомной энергетики на настоящий момент является вывод из эксплуатации объектов ядерного наследия. К объектам ядерного наследия относятся объекты использования атомной энергии, созданные до вступления в силу современных требований ядерной и радиационной безопасности. [1] К таким объектам относятся в том числе производства, включенные в состав крупнейших радиохимических предприятий России, таких как АО «Сибирский Химический Комбинат», ФГУП «Горно-Химический Комбинат», ФГУП «Маяк».

Данная работа нацелена на разработку мер по снятию с эксплуатации вентиляции химико-металлургического производства на участках обращения низкофонового плутония.

В условиях отсутствия достоверной и открытой информации об упомянутых производствах для сбора данных, необходимых для проведения КИРО, разработана модель системы спецвентиляции боксов химико-металлургического производства и проведено компьютерное моделирование газодинамики при её работе для определения предположительных мест отложения металлического плутония. Также в работе проведен расчет изменения состава отложений низкофонового плутония за время эксплуатации производства.

На основе полученных данных разрабатываются меры по дезактивации и демонтажу вентиляционной системы, а также по сбору, хранению и кондиционированию образовавшихся в процессе вывода из эксплуатации радиоактивных отходов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Обеспечение безопасности при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии. Общие положения: (НП-091-14) : официальное издание : утверждены Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору от 20.05.14 : введены в действие 15.12.13. – Москва : НТЦ ЯРБ, 2014. – 15 с. – (Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии).

Татарина С.А., Карташов. Е.Ю., Пилипенко А.М.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МОНИТОРИНГА, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ПРИ ВЫВОДЕ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЯДЕРНО- И РАДИАЦИОННО-ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: sofya.tatarinova.04@gmail.com*

Контроль за состоянием зданий и сооружений, а также обследование их технического состояния является важной частью вывода из эксплуатации ядерно и радиационно опасных объектов (ЯРОО), независимо от того, идет ли речь о жилом доме, промышленном предприятии, мосте или дымовой трубе – то есть о любой составляющей нашей инфраструктуры.

Техническое обследование – процесс, который включает в себя контроль, испытания, анализ и оценку конструкций зданий и сооружений. Основной целью технического обследования является определение текущего технического состояния, выявление степени физического износа, дефектов, выяснения эксплуатационных качеств конструкций; прогнозирование их поведения при выводе из эксплуатации.

Техническое обследование конструкций, выводимых из эксплуатации проводится в несколько этапов:

Первый этап — заключается в предварительном обследовании конструкций выводимого объекта;

Второй этап — включает в себя детальное инструментальное обследование;

Третий этап — определяет физико-технические характеристики материалов обследуемых конструкций в лабораторных условиях;

Четвертый этап — обобщает результаты исследований.

Использование различных инструментов и методов, таких как визуальный осмотр, неразрушающий контроль (ультразвуковые датчики, датчики магнитного поля, датчики вихревых токов, термографические датчики), геодезические измерения (используют нивелиры, цифровые первичные преобразователи, спутниковые GPS-технологии и лазерное сканирование) и лабораторные испытания, обеспечивает комплексный подход к оценке технического состояния объекта, который важен при выводе из эксплуатации строительных инженерных систем.

Троценко В.П., Иванов К.А., Иванов М.Л.

СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВА ОКСИДОВ УРАНА НА ОСНОВЕ ВИЗУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ЦВЕТА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Vyacheslav.Trocenko@yandex.ru*

Предложена инновационная система для определения концентрации азота в оксидах урана в режиме реального времени, основанная на анализе цветовых характеристик сыпучего продукта. Принцип работы системы заключается в автоматизированном визуальном сканировании поверхности материала в рабочем аппарате с использованием камеры Raspberry Pi High Quality Camera и обработке данных на Raspberry Pi 5. Алгоритм, реализованный на языке Python с применением библиотеки OpenCV, преобразует изображение в пиксельную матрицу, вычисляя соотношение желтых и бурых пикселей, что коррелирует с содержанием азота.

Актуальность разработки обусловлена возможностью мгновенного получения результатов, что позволяет интегрировать систему с автоматической заслонкой для отбраковки некондиционного продукта без прерывания технологического процесса.

Система демонстрирует устойчивость к экстремальным условиям, включая работу при температурах до 100°C и расстоянии до продукта 600 мм. Для предотвращения налипания сыпучего материала на стеклянную крышку аппарата, которая является окном визуального доступа камеры к поверхности продукта, реализована импульсная продувка на внутреннюю поверхность стекла газообразным азотом. Это решение исключает ложные срабатывания из-за загрязнений и обеспечивает непрерывную видимость. Использование инертного газа (N₂) безопасно в условиях высоких температур и не вызывает химического взаимодействия с продуктом.

Практическая значимость работы подтверждена внедрением системы. Технические решения, включая оптимизацию оптической схемы, алгоритмы машинного зрения и систему самоочистки, позволяют масштабировать разработку для других отраслей, где требуется неразрушающий оперативный анализ сыпучих сред в режиме реального времени.

Широков А.В., Кикенина И.К., Михалёв Р.Ю., Грачев Е.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВЫДЕЛЕНИЯ ДИСПРОЗИЯ И ТЕРБИЯ ИЗ СЕРНОКИСЛЫХ РАСТВОРОВ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ДРОБНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: thelittledoggaf@gmail.com*

Редкоземельные элементы занимают важное место в мировой магнитной промышленности. В зависимости от нужд, магниты выпускаются под разными марками с отличным друг от друга количественным составом. В настоящее время мировой рынок сталкивается с экономическими трудностями добычи и разделения редкоземельных элементов для создания высокоэнергетических магнитов. Диспрозий и тербий являются наиболее дорогостоящими, но в то же время данные элементы позволяют значительно повысить магнитные характеристики магнита. Значительное количество редкоземельных элементов, включая диспрозий и тербий, находятся в отработавших магнитных сплавах, которые не перерабатываются и не утилизируются должным образом. Технологии рециклирования вторичных магнитов позволяют выделять дорогостоящие редкоземельные элементы из отработавших магнитов.

Научной группой СТИ НИЯУ МИФИ разработана смешанная технология рециклирования отработавших магнитных сплавов на основе редкоземельных металлов. Одним из этапов данной технологии является гидрометаллургическая переработка порошков гидридов отработавших магнитных сплавов, полученных в процессе водородного охрупчивания, методом дробной кристаллизации.

Процесс дробной кристаллизации позволяет селективно выделять индивидуальные редкоземельные элементы из сернокислых растворов порошков гидридов вторичных магнитов в виде их гидросульфатов. Изменяя параметры процесса, такие как кислотность среды и температура, появляется возможность выделения групп редкоземельных элементов: неодим-празеодим, диспрозий-тербий; так и в индивидуальном виде: неодим, празеодим, диспрозий, тербий.

В докладе авторами будут представлены результаты исследования выделения диспрозия и тербия совместно либо в индивидуальном виде с помощью метода дробной кристаллизации.

Шпатов А.А., Иванов К.А.

РАЗРАБОТКА ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ СБОРА ДАННЫХ И УПРАВЛЕНИЯ (ПСДУ) ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНО-УПРАВЛЯЮЩИХ КОМПЛЕКСОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: shpatovandrey@mail.ru*

В современных промышленных системах, особенно в критически важных отраслях, таких как энергетика и ядерные технологии, растёт потребность в универсальных и надёжных решениях для автоматизации процессов. Проект печатной платы сбора данных и управления (ПСДУ) направлен на создание гибкой аппаратной платформы, способной интегрироваться в измерительно-управляющие комплексы для выполнения задач в режиме реального времени. Основой разработки стала комбинация программируемой логики (ПЛИС) и цифрового процессора, что обеспечивает не только высокую скорость обработки сигналов, но и возможность адаптации под различные алгоритмы управления. Это позволяет устройству работать с широким спектром датчиков – от температурных и радиационных до датчиков давления – и решать задачи генерации гармонических сигналов, частотного преобразования, измерения коэффициента передачи и анализа данных.

Уникальность ПСДУ заключается в её специализации на промышленные применения, где критически важны устойчивость к внешним воздействиям, минимальные задержки при обработке данных и соответствие строгим стандартам безопасности. Плата проектируется с использованием современных САПР-инструментов, включая аналоги Altium Designer, что позволяет оптимизировать схемотехнику и трассировку для минимизации помех и повышения стабильности даже в условиях высоких нагрузок. При этом архитектура устройства не имеет прямых аналогов на рынке, так как сочетает программируемость ПЛИС с вычислительной мощностью процессора, что открывает возможности для замены устаревших систем в энергетике и ядерной сфере.

Внедрение ПСДУ обеспечит автоматизацию управления оборудованием и мониторинг параметров в реальном времени, повышая надёжность промышленных объектов. Проект объединяет инновационную техническую базу с решением критических задач, становясь ключевым звеном модернизации инфраструктуры.

Chernov D.A., Trotsenko V.P., Valeeva E.V.

**DESIGNING A ROBOT SPIDER FOR THE NEEDS
OF STI AT THE NATIONAL RESEARCH
NUCLEAR UNIVERSITY MEPhI**

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: chernyj63@bk.ru*

Robotics is revolutionizing various aspects of our lives. Robots endowed with intelligent capabilities and autonomous functioning are becoming more common in various industries. Spider robots have huge potential. Their superior mobility, obstacle avoidance, and dexterity make them ideal candidates for numerous applications, including reconnaissance, surveillance, repair, and nursing. Understanding robotics is becoming increasingly important in our rapidly evolving technological landscape.

The introduction of robospiders will solve a number of different tasks. First of all, this will allow solving various technical tasks in hard-to-reach and/or dangerous places. This will increase the safety level of research laboratories. The use of such technology will simplify and secure the performance of technical tasks.

In this work, a robot spider was developed, the necessary components were selected, all three circuits and a motion simulation program were developed, and PWM, small product sizes, and lithium-ion batteries were used, which increases reliability, reduces economic costs, and meets the criteria of the technical specification. In addition, the system ensures uninterrupted operation at maximum power for 30 minutes.

REFERENCES

1. M5Stack equipment manufacturer website – Arisona, 2023. – URL: <https://m5stack.com> (date of request 26.08.2024).
2. Robopower design site – Moscow, 2023. – URL: <https://microkontroller.ru> (date of request 17.09.2024).

Kosov P.A., Leonovich I.A., Ivanov K.A., Valeeva E.V.

DEVELOPMENT OF A LABORATORY STAND FOR AIR FLOW CONTROL SYSTEM

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: kosov_pashenka@mail.ru*

The development of a laboratory stand for the air flow control system is an innovative solution for automated control and regulation of air flows. The stand includes flow measurement sensors, actuators and a feedback control system, which allows you to accurately maintain the set parameters of the air environment. Such a system is especially in demand in conditions where high accuracy and stability of air flow control are required.

The relevance of the development is due to the growing requirements for energy efficiency and environmental safety of industrial processes. Modern production facilities, scientific laboratories and building ventilation systems need solutions that can minimize energy losses and ensure precise control of air parameters. In addition, automation of air flow control processes reduces the influence of the human factor and increases the reliability of systems.

The stand can be used in various fields, including HVAC systems, aerodynamic research, ventilation equipment testing, and educational processes. In industry, it can be used to optimize the operation of ventilation and air conditioning systems, and in scientific laboratories, to conduct experiments that require precise control of air flow. Thus, the development of the stand meets the needs of both production and scientific and educational spheres.

REFERENCES

1. Ivanov A. V. Avtomatizirovannye sistemy kontrolya i upravleniya mikroklimatom [Automated systems for monitoring and controlling the microclimate] / A. V. Ivanov, S. K. Petrov. – Moscow: Energoizdat, 2020. – 245 p. (in Russian).
2. Sidorov D. M. Sovremennye tekhnologii energosberezheniya v ventilyacionnyh sistemah [Modern energy-saving technologies in ventilation systems] / D. M. Sidorov, E. A. Kuznetsova. – Nauka i tekhnologii [Science and Technology]. – 2021. – № 4. – P. 56-62. (in Russian).

Mikhalev R.Yu., Grachev E.K., Kazantseva T.Yu.

INTEGRATED RECYCLING TECHNOLOGY FOR R₂Fe₁₄B-TYPE MAGNETIC ALLOYS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: romanmikhalev6@gmail.com*

The growing consumption of rare-earth metals (REMs) in high-tech sectors – including electric vehicle production, wind turbine manufacturing, and electronics – has made the recycling of magnetic alloys an increasingly critical priority. While modern recycling methods (extractive, pyrochemical, powder metallurgy) demonstrate operational efficiency, they remain cost-prohibitive, technically challenging to implement and pose significant environmental risks.

A 'magnet-to-magnet' recycling method is under development at the Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI. The process involves: hydride dissolution in sulfuric acid;

- co-crystallization of rare-earth metal (REM) and iron sulfates;
- thermal conversion to oxide compounds;
- electrochemical reduction to pure metals.

The recycling process critical phase involves precisely managed crystallization, progressing through three distinct stages such as nucleation – initial crystal formation, growth – controlled particle enlargement, ripening – final crystal maturation.

Current research evaluates three industrial crystallizer configurations:

- cooling, which induce crystallization through temperature reduction;
- evaporative, which increase solution concentration through solvent removal;
- agitated, which ensure homogeneous substance distribution, promoting formation of uniform crystals.

The development process incorporates critical operational parameters: thermal profile, solution concentration, process duration, mechanical inputs. Key crystallization efficiency determinants were confirmed by solvent selection, temperature gradient, evaporation surface area.

Musokhranov A.A.¹, Pravosud S.S.^{1,2}, Valeeva E.V.¹

ADAPTIVE PI CONTROLLER FOR LINEAR MODEL WITH VARIABLE PARAMETERS (LPV) OF THE VVER-1200 REACTOR

*¹Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036,
²DPO "Rosatom Technical Academy",
21, Kurchatov St., Obninsk, Kaluga region, 249032
e-mail: ssepravosud@rosatom.ru*

Traditionally, a control object in the synthesis of an automatic control system is represented as a transfer function or in the form of a state space. Such models are unchangeable in time and belong to the class of linear models with constant parameters (LTI, Linear Time Invariant). Also, these models are limited in their ability to describe the dynamics of a nonlinear system near the operating point by linearization.

To cover the entire operating range, a set of linear models around operating points must be used, forming a linear parameter-varying (LPV) model (LPV, Linear Parameter Varying) [1].

This paper investigates a verified VVER-1200 reactor model [2] in LPV format. The simulations were performed in MATLAB. The operating power range of 10-100% of nominal was selected as the setpoints. Conclusions are drawn on the applicability of the gain-scheduling approach for the developing an LPV model of the VVER-1200.

REFERENCES

1. Divya R. An Adaptive Gain Scheduled PID Controller for PWR type of Nuclear Reactor / R. Divya, N. Pappa, V. Govindan. – Innovations in Control, Communication and Information Systems (ICICCI): proceedings of the International conference, Greater Noida, India, 12th Aug. 2017. – 13th Aug. 2017. – Pp. 1-6, doi: 10.1109/ICICCI.2017.8660905.
2. Pravosud S. S. Mnogouzlovaya model' dinamiki reaktora VVER-1200 dlya sinteza sistemy avtomaticheskogo regulirovaniya [Multi-node model of VVER-1200 reactor dynamics for automatic control system synthesis] / S. S. Pravosud. – Global'naya yadernaya bezopasnost' [Global Nuclear Safety]. – 2025. – 15(1). – Pp. 40-59. (in Russian).

Palashkov I.I., Ivanov K.A., Valeeva E.V.

PROBABILITY MACHINE DEVICE AND APPLICATION

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: trento2003@yandex.ru*

The relevance of the work is due to the low prevalence of devices capable of quickly generating truly random numbers, which are of practical value for scientific research, as well as for work in the field of computer modeling and cryptography systems.

The purpose of this work is to develop and prototype a device for generating truly random numbers using lasers and reflective surfaces.

In the course of the work, a literary review of the fields of application of truly random numbers was conducted. Assessment of the impact of "errors" on randomness, selection of materials based on the evaluation results.

In the process, a prototype of a device for generating truly random numbers was created (a structural diagram of the prototype and the algorithm of the program was developed, a functional diagram of the prototype was developed, a basic electrical and basic prototype were developed, a specification of the prototype equipment was drawn up, the rules for testing the prototype device were described, the program code was written in the Arduino language (.ino), the prototype was assembled). A demonstration of the prototype's operability was performed.

Plyuskov E.I., Ivanov K.A., Valeeva E.V.

THE MODEL OF AN 8-BIT MICROPROCESSOR SYSTEM

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: egorplus98@gmail.com*

In this work, we present a model of an 8-bit microprocessor system designed as a visual aid for the courses like Microprocessor Systems, Microprocessor System Programming, and Design and Manufacturing Technology of Electronic Devices. The study aims to help students understand better the typical 8-bit microprocessor structure of a.

The 8-bit microprocessor serves as an excellent example to explain the logic behind such systems. It is particularly suitable for introducing beginners to some of the most fundamental concepts underlying computer operations.

A typical 8-bit microprocessor contains the essential components required for a functional computer. Its primary purpose is to develop a basic understanding of how a computer operates, including its interaction with memory and other system components such as input and output devices.

The assembly will be implemented on breadboards. Most components are based on widely available hardware, making it possible to replicate our project if needed.

Through our work, students will gain a clearer understanding of Computer Science that combines various fields of knowledge essential for professionals working with computers and computations.

REFERENCES

1. Kovacs Pal. K. Transient phenomena in electrical machines. Ch. 2. Induction motors. – Budapest: Akademiai Kiado, 1984. – 391 p.

Simonov A.S., Leonovich I.A., Valeeva E.V.

DEVELOPMENT OF A SHOOTING SIMULATION SYSTEM BASED ON THE ARIES 210 PLC WITH AN OPERATOR'S ARM

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: Oneton22@yandex.ru*

This paper presents the development of a shooting simulation system designed for use in training complexes, sports, and educational purposes. The project is based on the use of the OVEN 210 programmable logic controller (PLC) and the operator's automated workstation (ARM), ensuring high reliability and ease of control.

The system simulates the shooting process while recording participants' reaction time, making it useful for training speed and accuracy. The use of limit switches and a SCADA interface ensures clarity and ease of interaction with the system.

Key stages of the work include:

- Analysis of existing solutions and selection of the optimal system architecture.
- Development of structural and functional diagrams.
- Implementation of software for the PLC (CoDeSys) and the ARM interface (SCADA).
- Testing the system for compliance with response time (<100 ms) and accuracy requirements.

The project demonstrates the application of modern automation technologies in educational and training systems, as well as the development of professional competencies in the design and programming of microprocessor systems. This work can be used in educational processes to study the principles of PLCs, SCADA systems, and automation fundamentals.

The project demonstrates the use of modern automation technologies in educational and training systems, as well as develops professional competencies in the design and programming of microprocessor systems. The work can be used in the educational process to study the principles of PLC operation, SCADA systems and the basics of automation.

Tatarinova S.A., Budko E.A., Kineva T.A.

DECOMMISSIONING AT THE SIBERIAN CHEMICAL PLANT

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: sofya.tatarinova.04@gmail.com*

Russia has a full range of technologies for nuclear power development. Currently, most nuclear power facilities are nearing the end of their operation and require qualified decommissioning. The purpose of this work is to study the preparatory work for decommissioning of facilities at the Siberian Chemical Plant (SCP).

The Siberian Chemical Plant is one of the key enterprises of the chemical and nuclear industry in Russia. Four nuclear material handling plants form the core of SCP.

The plants began their operations in the 1950s and 1960s. Initially, SCP was conceived and created as a single complex of the nuclear-technological cycle with the goal of creating components of nuclear weapons to ensure the country's defense capability. Later, the enterprise became a leading manufacturer of nuclear fuel for nuclear power industry.

At present, the plant is undergoing preparatory work to decommission several production facilities. The Chemical and Metallurgical Plant has been transferred to the final shutdown mode with subsequent decommissioning due to the completion of production programs under the state defense order. The Radiochemical plant has operated a production facility for processing irradiated standard uranium blocks of industrial uranium-graphite reactors entered the process of decommissioning the entire facility.

Thus, the program for decommissioning of SCP facilities includes the following preparatory work: final shutdown of the reactor facility; removal of working media and decontamination of equipment and premises; development of the program and implementation of the comprehensive engineering and radiation survey; development of a facility-specific decommissioning program.

Tsaava A.A., Lyalin A.V., Valeeva E.V.

MODERNIZATION OF THE AUTOMATED RADIATION ENVIRONMENT CONTROL SYSTEM (ARECS)

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: InSaner10@yandex.ru*

The modernization of the Automated Radiation Environment Control System (ARECS) focuses on improving monitoring efficiency through the integration of Russian-made components. A schematic diagram of the system was developed, incorporating detection units (DBG-S11D for gamma radiation, UDG-03D for beta-emitting gases), SPK210 controllers, and real-time data transmission modules. The analysis of existing monitoring systems revealed limitations such as high costs and dependency on foreign technologies. The modernized ARECS addresses these issues by offering automated data collection, reduced operational expenses, and compliance with national safety standards. Key advantages include a 30% reduction in maintenance costs, 95% measurement accuracy, and seamless integration with industrial control networks.

The system employs advanced technical solutions, including gamma/beta radiation detectors, emergency monitoring units (BDMG-A02D) for reactor containments, and Ethernet-enabled controllers (SPK210) for remote data management. A pilot implementation is being planned for nuclear fuel cycle facilities in 2026, aiming to enhance response times to radiation threats and minimize reliance on imported equipment. The project aligns with national strategies for technological sovereignty and operational safety in the nuclear industry.

Yakovyuk E.O., Budko E.A., Kineva T.A.

DECOMMISSIONING AT ANGARSK ELECTROLYSIS CHEMICAL PLANT

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: yakovuk.egor@yandex.ru*

Currently, the service life of most nuclear industry buildings is coming to an end. As a result, decommissioning is inevitable. Decommissioning is a very expensive and labor-intensive process including such stages as decontamination and dismantling of equipment, classification of radioactive waste and its disposal, cleaning and rehabilitation of the production site.

The objective of this work is to analyze methods for decommissioning of gas diffusion equipment for the production of uranium hexafluoride used at the site of the Angarsk Electrolysis Chemical Plant (AECF).

One of the main suppliers of nuclear fuel for nuclear power plants in Russia is Angarsk Electrolysis Chemical Plant. The main production facilities of AECF include the uranium isotope separation shop, the chemical shop, and the central laboratory of the plant.

During the operation of AECF, the question has been raised what to do with outdated equipment and irrelevant technologies as well as related productions. Solving these problems resulted in the plant's consulting other enterprises on similar issues.

The paper considers the methods for decommissioning nuclear and radiation hazardous facilities such as liquidation, on-site burial and conservation.

The conducted study allows us to conclude that the method of decommissioning gas diffusion equipment that was chosen by Angarsk Electrolysis Chemical Plant was economically and technologically justified.

*Секция
Математическое моделирование, информационные
системы и цифровизация процессов и объектов
атомной отрасли*

Березин А.А., Гуцул М.В., Истомин А.Д., Носков М.Д., Чеглоков А.А.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕВОГО ПЕРСОНАЛА ДОБЫЧНОГО ПОЛИГОНА СПВ УРАНА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: berezin_s3@mail.ru*

Отличительной особенностью работы горнодобывающих предприятий являются большие пространственные размеры добычных комплексов и необходимость оперативного доступа персонала к значительным объемам разнородных данных в том числе и в полевых условиях. Для решения этой задачи на рабочем месте геологов и геотехнологов в горнодобывающей промышленности применяются специализированные информационные системы, обеспечивающие сбор, обработку, хранение и представление геологических и технологических данных.

В настоящей работе представлено мобильное Android-приложение для полевого персонала добычного полигона предприятия по добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Данное приложение является составной частью информационной среды предприятия и обеспечивает информационную поддержку работы персонала с геологическими и технологическими данными в полевых условиях, когда связь с серверами баз данных отсутствует. Приложение работает с локальной базой, установленной на мобильное устройство, что позволяет пользователю оперативно получать актуальную информацию о скважине на геотехнологическом полигоне, а также вводить новые данные по насосным агрегатам, работе откачных и закачных скважин, проведенных ремонтно-восстановительных работах (РВР), событиям и замечаниям, относящимся к скважине или блоку. Для обеспечения актуальности информации производится импорт данных из геологической и технологической баз данных предприятия в локальную базу, а новая информация экспортируется в базы данных предприятия.

Разработанное мобильное приложение повышает эффективность работы полевого персонала за счёт оперативного доступа к геологической и технологической информации, необходимой для выполнения работ на скважинах. Исключение промежуточных записей при вводе актуальных данных по скважинам в базу данных экономит время, снижает риск ошибок и предотвращает потерю информации.

Гуцул М.В., Носков М.Д.

МНОГОФАКТОРНАЯ МОДЕЛЬ ОТРАБОТКИ БЛОКА ПРИ ДОБЫЧЕ УРАНА МЕТОДОМ СКВАЖИННОГО ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: vistum@rambler.ru*

При добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) необходимо иметь возможность оперативного планирования и прогнозирования геотехнологических показателей отработки блока в зависимости от различных природных и технологических факторов. Расчет показателей должен обладать высокой скоростью и достаточной точностью. Для решения этой задачи целесообразно использовать многофакторное моделирование.

В настоящей работе представлена многофакторная математическая статистическая модель отработки блока. Модель не требует детальной информации о геологическом строении продуктивного горизонта. Для определения факторов, определяющих геотехнологические показатели, был проведен системный анализ отработки блоков. В ходе анализа были установлены закономерности влияния факторов на динамику отработки блоков, а так же соотношения, связывающие геотехнологические показатели отработки с их геотехнологическими параметрами. Исходными данными для модели являются геологические, технологические и физико-химические данные. К геологическим данным относятся: средняя эффективная мощность, горнорудная масса блока, исходный запас урана, плотность породы, пористость. К технологическим данным относятся: концентрация кислоты в выщелачивающих растворах, дебит блока. Физико-химическими данными необходимыми для модели являются: параметры скорости растворения урана, параметры взаимодействия кислоты с минералами продуктивного горизонта. Модель позволяет проводить расчет следующих показателей отработки блока: концентрация урана и концентрация кислоты в продуктивных растворах, масса добытого урана, расход кислоты.

Применение многофакторной модели для планирования и прогнозирования геотехнологических показателей отработки блока позволяет повысить оперативность определения геотехнологических показателей отработки.

Ежуров Д.О.¹, Истомин А.Д.², Чеглоков А.А.², Носков М.Д.²

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАБОТЫ СОРБЦИОННОЙ КОЛОННЫ

*¹АО «Далур», 641750, Курганская обл.,
с. Уксянское, Лесная ул, д. 1,*

*²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: MDNoskov@terphi.ru*

Сорбционные напорные колонны (СНК) применяются для переработки продуктивных растворов на предприятиях ГК Росатом, ведущих добычу урана способом скважинного подземного выщелачивания (СПВ). Для оптимизации режимов работы сорбционных колонн целесообразно использовать методы математического моделирования.

В настоящей работе представлено программное обеспечение (ПО), предназначенное для проведения численных исследований и оптимизации работы СНК. ПО основано на математической модели, описывающей изменение концентрации урана в растворе и содержания урана в сорбенте в результате конвективного массопереноса с потоком раствора, гидродинамической дисперсии, перераспределения урана между раствором и сорбентом в процессе неравновесной сорбции. Математическая модель работы СНК сформулирована в виде системы дифференциальных уравнений в частных производных описывающих изменение во времени и пространстве концентрации урана в растворе и содержания урана в сорбенте. Численная реализация модели разработана с помощью метода конечных разностей. Для дискретизации модели применяется расчётная сетка с постоянным шагом в пространстве и времени.

ПО разработано на языке программирования C++ в среде разработки Embarcadero RAD Studio 10.2 и предназначено для работы на персональном компьютере. ПО позволяет вводить исходные данные для расчётов урана (концентрация урана в продуктивных растворах, поток растворов, параметры перегрузки, параметры массообмена и др.), выполнять расчёта работы сорбционной колонны и визуализировать результаты расчетов в виде графиков (распределения концентрации урана в растворе и содержания урана в сорбенте вдоль колонны, зависимости от времени концентрации урана в выходном растворе, массы урана в СНК и др.). Данные расчетов сохраняются в виде файла – проекта.

Жданова О.В.

ОСОБЕННОСТИ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕБОВАНИЯМИ

*Акционерное общество «Прорыв»
119607 г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Раменки,
б-р Раменский д.1
e-mail: OkVaZhdanova@rosatom.ru*

Управление требованиями – это непрерывный процесс оценки потребностей конечных пользователей с учетом сложности, осуществимости, бюджета и дорожной карты проекта. Использование эффективных методов управления в проектах приведет к повышению предсказуемости результатов, повышению качества конечного продукта и минимизации рисков, касающихся необходимости принимать срочные решения о внесении изменений в проект или конечный продукт. Применение современных программных средств для управления требованиями имеет важное значение в современном проектном управлении. Программные средства помогают автоматизировать процессы выявления, документирования, проверки, расстановке приоритетов и отслеживании требований проекта. В настоящий момент на рынке существует огромное количество предложений от зарубежных разработчиков, выбор программных средств для управления требованиями для организаций сложен. Единых требований, которые могут помочь и повлиять на решение не существует. Аналитические обзоры программных средств, которые выполняют сами разработчики и публикуют на своих веб-сайтах, субъективны, поэтому принимать решения, основываясь только на них, организациям не рекомендуется.

На выбор программных средств влияют размер организации и проекта, бюджет, уровень зрелости процесса управления требованиями в конкретной организации, потребности заинтересованных сторон, однако, могут накладываться ограничения внешние факторы, не зависящие от организации (нормативные правовые акты страны, доступность инструмента в конкретной стране).

Организации Госкорпорации «Росатома» могут использовать как готовые решения, так разрабатывать и внедрять собственные разработки для реализации процесса управления требованиями для своих проектов.

Жданова О.В.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТНЫМИ ТРЕБОВАНИЯМИ В ПРОЕКТЕ «ПРОРЫВ»

Акционерное общество «Прорыв»

119607 г. Москва, вн. тер. г. муниципальный округ Раменки,

б-р Раменский д.1

e-mail: OkVaZhdanova@rosatom.ru

Управление требованиями является обязательным для зарубежных проектов Госкорпорацией «Росатом», реализуемых «под ключ» по принципу EPC-контракта (от англ. Engineering, Procurement and Construction), например, Ханхикиви-1, Пакш-II. Исполнитель по такому договору реализует проект «под ключ» и несёт все риски, связанные с его реализацией, с момента проектирования и до момента передачи готового объекта заказчику. Для регламентации и упорядочивания деятельности по управлению требованиями разработаны и введены в действие локально-нормативные акты.

Реализуемый Госкорпорацией «Росатом» проект «Прорыв» является уникальным, схема его реализации сложнее: более 30-ти организаций-участников, существенный пласт требований относится к стадии НИОКР, количество проектных требований увеличивается по мере развития проекта, при этом выполнение общего пула требований должно подтвердить требования Технического задания верхнего уровня – Технического задания на проектное направление «Прорыв».

На примере проекта «Прорыв» продемонстрировано, что универсальные средства управления требованиями не позволяют решать специфические для проекта задачи и учитывать его специфику, требуются информационно-экспертные системы, функционал которых позволит не только хранить актуальные версии проектных требований ко всем объектам проектного направления «Прорыв», технологиям, оборудованию, но и выполнять контроль, анализ и оценку хода выполнения работ, в том числе посредством реализации интеграционных решений с внешними системами, используемых в проекте.

Железнов И.С., Боровиков В.О., Щипков А.А.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОГРУЖНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: zheleznov-64@yandex.ru*

Одним из важных технологических элементов добычного комплекса урана методом скважинного подземного выщелачивания (СПВ) являются электроцентробежные насосные агрегаты откачных скважин. В их состав входит погружной асинхронный двигатель (ПЭД) от надежной работы которого во многом зависит надежность всего насосного агрегата. Использование в составе добычного комплекса автоматизированной системы диагностики ПЭД позволит выявлять неисправности, определять причины их возникновения, своевременно проводить необходимые ремонтные работы. Это сократит простой технологического оборудования, уменьшит количество закупаемых новых ПЭД, что будет способствовать повышению эффективности добычи урана. Данная работа посвящена исследованию методов диагностики ПЭД в условиях технологического процесса СПВ.

Для выявления технического состояния был выбран анализ гармонического состава тока цепи статора, который позволяет выявлять различные неисправности и проблемы в работе двигателя на ранней стадии развития дефекта.

Основные преимущества диагностики технического состояния методом анализа спектра тока статора является следующее: это неинтрузивный метод; позволяет наблюдать динамику развития неисправностей; может использоваться для обнаружения электрических и механических неисправностей, включая некоторые неисправности центробежного насоса. Для определения методов выявления основных диагностических признаков типовых неисправностей по спектру тока были проведены исследования на физической модели электропривода, состоящий из ПЧ, АД и нагрузочной машины постоянного тока в нормальном и неисправном состоянии. Для возможности обработки сигнала цепи статора был разработан исследовательский программно-технический комплекс. В ходе исследований были выявлены основные закономерности изменения параметров спектра тока АД при различных режимах работы электропривода и в различных технических состояниях. Намечены способы анализа образов спектрограмм тока статора для оценки технического состояния АД.

Коробейников Е.А., Козлов В.В., Завялов А.А.

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННАЯ СТРАТЕГИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ ЭНЕРГОБЛОКА С РЕАКТОРОМ «БРЕСТ-ОД-300»

*Акционерное общество «Сибирский Химический Комбинат»,
636039, г. Северск, Томской обл., ул. Курчатова, 1
e-mail: EvAKorobeynikov@rosatom.ru*

На АО «СХК» реализуется проект по строительству инновационного опытно-демонстрационного реактора 4-ого поколения «БРЕСТ-ОД-300».

Одним из перспективных путей развития функции технического обслуживания и ремонта (ТОиР) на энергоблоке [1] является оптимизация объемов и сроков проведения ремонтов трубопроводной арматуры (ТА), представляющей наиболее многочисленный класса оборудования.

Стратегия риск-ориентированного обслуживания основана на мониторинге риска функционального отказа и анализе тренда риска с учетом технического состояния оборудования.

В настоящей работе рассматривается реализация стратегии риск-ориентированного обслуживания применительно к ТА энергоблока с реактором «БРЕСТ-ОД-300» путем создания автоматизированной системы определения и прогнозирования риска дефектов на основе диагностики технического состояния с применением моделей машинного обучения [2-3].

Применение стратегии риск-ориентированного обслуживания ТА позволит повысить качество выявления дефектов ТА, точность планирования ремонтной компании, эффективность использования ресурсов, безопасность энергоблока, а также снизить дозовые нагрузки на ремонтный персонал.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коробейников Е. А. Перспективные методы повышения эффективности системы ТОиР энергоблока ОДЭК АО «СХК» с реактором «БРЕСТ-ОД-300» / Е. А. Коробейников // Интеллектуальная энергетика: сборник трудов II Всероссийской науч.-практ. конф., Томск, 12 нояб. 2024 года – 14 нояб. 2024 года. – Томск : Томский политех. ун-т, 2024. – С. 49-52.
2. Трыков Е. Л. Обнаружение аномалий в работе реакторного оборудования с помощью нейросетевых алгоритмов / Е. Л. Трыков, И. В. Трыкова, К. И. Коцоев // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2020. – №3. – С. 136-147.
3. Аркадов Г. В. Предиктивная аналитика и диагностика АЭС / Г. В. Аркадов, К. И. Коцоев, Н. А. Лазарев [и др.]. – Москва : Наука, 2019. – С. 69.

Кулеш Ю.О.¹, Щипков А.А.¹, Глазырин А.С.², Боловин Е.В.²

**ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНЫХ
СОПРОТИВЛЕНИЙ ОБМОТОК АСИНХРОННОГО
ДВИГАТЕЛЯ НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЙ МГНОВЕННЫХ
ЗНАЧЕНИЙ НАПРЯЖЕНИЯ И ТОКА СТАТОРА
ПРИ НЕПОДВИЖНОМ РОТОРЕ**

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,*

*²Томский политехнический университет,
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30
e-mail: yok13@tpu.ru*

Данное исследование выполнено в рамках создания автоматизированной системы контроля температуры в активной зоне погружного асинхронного электродвигателя (АД) электроцентробежных насосных агрегатов (НА), используемых при добыче урана методом скважинного подземного выщелачивания. Было предложено оценивать температуру внутри АД по величинам активных сопротивлений обмоток, которые зависят от температуры. Идентификацию активных сопротивлений предполагается осуществлять через анализ изменений мгновенных значений напряжения и тока АД, регистрируемых в станции управления НА.

Идентификация производится по модели АД в пространстве состояний. Минимальный набор переменных состояния включает статорные токи и напряжения, угловую скорость ротора. Определение текущего значения угловой скорости для погружного электродвигателя НА является отдельной задачей, поэтому при выборе метода идентификации, рассматривается АД с неподвижным ротором, что не вносит значительных изменений в процедуру идентификации. Кроме того, подобный подход делает проще проверку метода на физических моделях.

В настоящее время широко используются процедуры идентификации параметров АД на основе алгебраических методов. Исходная математическая модель АД представляется в неподвижной системе координат $\alpha\beta$, записанной в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений в нормальной форме Коши. На её основе создается линейная регрессионная модель АД. Коэффициенты регрессии могут быть выражены через параметры АД. Определение коэффициентов регрессии, при известных значениях переменных состояния, производится на основе метода наименьших квадратов с применением итерационных процедур по методу Качмажа.

Симонов Е.С., Иванов М.Л., Троценко В.П.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА СПЕКТРОВ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: Lydoz@mail.ru*

Спектральный анализ является универсальным инструментом в различных отраслях промышленности и науки благодаря его возможности точного и оперативного определения элементного состава вещества. Информация, полученная с помощью спектрального анализа, требуется для правильного ведения технологических процессов с контролем качества исходных материалов, промежуточного и готового продуктов. Данный метод используется для создания новых материалов с заданными качествами [1].

С учетом большого разнообразия как методов, так и оборудования спектрального анализа существует потребность в автоматизированной обработке получаемых результатов с возможностью оцифровки изображений спектров.

Для выполнения вышеперечисленных условий при создании программного обеспечения был выбран высокоуровневый язык программирования Python, который активно развивается и пользуется большой популярностью у современных программистов [2].

Использование графического интерфейса программы, разработанного в Qt Designer, позволило оптимизировать программу для реализации функций: вывод изображения, определение координат пикселей и их значений в системе RGB, анализ спектральных контуров.

Разработанное программное обеспечение позволяет проводить автоматизированный анализ изображений спектров с целью определения химического состава контролируемого объекта и количественного содержания тех или иных химических элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург В.Л. К истории открытия комбинационного рассеяния света / В. Л. Гинзбург, И. Л. Фабелинский. – Вестник Российской академии наук. – 2003. – Т. 73. – №3. – С. 215-227.
2. Рындина С. В. Базовые возможности языка Python для анализа данных – Пенза : ПГУ – 2022 – 76 с.

Blyudov D.A., Trotsenko V.P., Valeeva E.V.

**DESIGNING A KEYLESS ENTRY SYSTEM
FOR THE EDUCATIONAL BUILDING OF STI AT THE
NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY (NRNU) MEPhI**

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: bvp8ee6k@gmail.com*

The modern world is a dynamic and rapidly evolving environment where progress never stands still. Digital technologies currently play a pivotal role in the daily lives of individuals. The integration of the physical and digital worlds into a unified interconnected ecosystem enhances the security and control of buildings and facilities, which is one of the most critical tasks of our time.

The implementation of a keyless access control system in an educational building will address a number of important tasks. Primarily, it will increase security protocols to research laboratories through the use of RFID cards, biometric authentication, and mobile authentication. The design of the system's central server will enable access to educational premises, creating a comfortable and innovative environment. The application of such technology will modernize access to offices as well as streamline the workflow of faculty and institutional personnel.

Unlike many existing analogues, this development incorporates fire sensors, an information system utilizing sound, and light effects. The implementation of this technology enables rapid evacuation without requiring RFID cards, biometric verification, or mobile authentication, thereby significantly reducing egress time for personnel and students during emergencies. Additionally, it ensures uninterrupted entry for emergency responders even in the event of server connectivity loss.

References

1. Makarenko A. I. Development of microcontroller software for a keyless access system / A. I. Makarenko. – Gomel, 2024. – 120 p.
2. Krivobokov D. E. Razrabotka sistemy besklyuchevogo dostupa [Development of a keyless access system] / D. E. Krivobokov, A. K. Loginov. – *Sovremennye cifrovyte tekhnologii* [Modern digital technologies]. – 2022. – Pp. 206-209. (in Russian).

Butkeev K.A., Trotsenko V.P., Ivanov K.A., Valeeva E.V.

**DESIGN OF EXHAUST SYSTEM FOR LASER INSTALLATIONS
AND 3D PRINTERS IN LABORATORIES
OF SEVERSK TECHNOLOGICAL INSTITUTE**

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: butkeevk@mail.ru*

Modern scientific research, using laser technologies and additive production poses special requirements for ventilation systems. When operating the equipment, harmful substances such as toxic gases metal and polymer dust, aerosols are released, that creates a potential danger to students and requires special air purification solutions.

The development of an effective exhaust system for such laboratories should solve several key problems. First, it is necessary to ensure the safe removal of hazardous emissions directly from the work area. For laser installations, these are products of ablation and thermal decomposition of materials, and for 3D printers – volatile compounds and fine particles.

Secondly, the system must take into account the specifics of different technological processes. When working with metal powders in 3D printing, it is necessary to prevent the formation of explosive mixtures, and for laser cutting, effective removal of heated air is required.

The developed exhaust system for Seversk Technological Institute will consider all these aspects, providing safe conditions for scientific work with modern equipment. Its implementation will create an optimal environment for research in the field of laser technologies and additive production.

REFERENCES

1. Shilyaev M. I. Tipovye primery rascheta sistem otopeniya, ventilyacii i kondicionirovaniya vozduha [Typical examples of calculation of heating, ventilation and air conditioning systems] / M. I. Shilyaev, E. M. Khromova, Yu. N. Doroshenko. – Tomsk: TGASU Publishing House, 2012. – 287 p. (in Russian).
2. Borovitsky A. A. Sovremennaya promyshlennaya ventilyaciya [Modern industrial ventilation] / A. A. Borovitsky, S. V. Ugorova, V. I. Tarasenko. – Vladimir: VIGU, 2011. – 59 p. (in Russian).

Korobeynikov E.A., Kazantseva T.Yu.

MACHINE LEARNING-BASED DETERMINATION OF LIMIT SWITCH ADJUSTMENT REQUIREMENTS FOR PIPELINE VALVE ACTUATORS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: EvAKorobeynikov@rosatom.ru*

Within the Siberian Chemical Combine area, the enterprise of Rosatom Fuel Company TVEL, an innovative pilot-scale demonstration power complex with a unique reactor plant BREST-OD-300 is being constructed.

A relevant direction to improve the efficiency of the Maintenance and Repair function in power unit equipment is the implementation of machine learning (ML) algorithms, including deep neural networks. An electric valve actuator is a device designed to control pipeline valves using electrical energy. A pipeline valve electric actuator can not only control the shut-off component but also, when required, lock it in the specified position to ensure the required seal tightness. Limit switches deactivate the electric motor when the valve's moving part reaches its preset position, typically 'closed' or 'open'.

This research evaluates various ML methods and highlights the following promising algorithms for determining adjustment needs of limit switches in electric actuators of pipeline valves at the 'BREST-OD-300' reactor plant:

- Random forest
- LightGBM
- Recurrent Neural Net.

The application of ML will enable more precise determination and prediction of pipeline valve parameter changes, automate routine processes for assessing limit switch adjustment requirements, while simultaneously reducing process durations and enhancing both operational organization and power unit safety.

REFERENCES

1. GOST R 58788-2019 Pipeline Valves of Safety Class 4 for Nuclear Power Plant Process Systems. General Technical Specifications: date of introduction 01.01.2020. (in Russian).
2. GOST 31901-2013 Pipeline Valves for Nuclear Power Plants. General Technical Specifications : date of introduction 01.02.2014 (in Russian).
3. GOST 34610-2019 Pipeline Valves. Electric Actuators. General Technical Specifications: date of introduction 01.08.2020. (in Russian).

Simonov E.S., Ivanov M.L., Valeeva E.V.

METHODS FOR AUTOMATED SPECTRUM ANALYSIS

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: Lydoz@mail.ru*

Spectral analysis is a universal tool in various branches of industry and science due to its ability accurately and quickly to determine the elemental composition of a substance. The information obtained by spectral analysis is required for proper management of technological processes with quality control of raw materials, intermediate and finished products. This method is used to create new materials with specified qualities [1].

Taking into account the wide variety of both methods, and equipment of spectral analysis, there is a need for automated processing of the obtained results with the possibility of digitizing images of spectra.

To fulfill the above conditions, when creating software, the high-level programming language Python was chosen, which is actively developing and is very popular with modern programmers [2].

Using the graphical program interface developed in Qt Designer, the program was optimized to implement the following functions: image output, determination of pixel coordinates and their values in the RGB system, analysis of spectral contours.

The developed software allows for automated analysis of spectral images in order to determine the chemical composition of the controlled object and the quantitative content of certain chemical elements.

REFERENCES

1. Ginzburg V. L. К истории открытия комбинационного рассеяния света [On the history of the discovery of Raman light scattering] / V. L. Ginzburg, I. L. Fabelinsky. – Vestnik Rossijskoj Akademii Nauk [Bulletin of the Russian Academy of Sciences]. – 2003. – Vol. 73. – No. 3. – Pp. 215-227. (in Russian).
2. Ryndina S. V. Bazovye vozmozhnosti yazyka Python dlya analiza dannyh [Basic python language features for data analysis]. – Penza: PGU. – 2022. – 76 p. (in Russian).

Tsytsunov V.S., Fedyanin A.L., Kineva T.A.

INFORMATION SYSTEMS FOR ELECTRIC POWER GRIDS CONTROL IN NUCLEAR INDUSTRY

*Seversk Technological Institute of NRNU MEPhI,
65, Kommunisticheskiy Prospekt, Seversk, Tomsk Region, 636036
e-mail: tsytsunov@yandex.ru*

Development of power supply systems and implementation of advanced digital technologies in power generation and distribution are of key importance for the nuclear industry that is an important producer of green power engineering for Russia. It is necessary to ensure the reliability and high quality of electricity.

The traditional system of power grid control involves the use of old technologies and manual control systems to deliver electricity from power plants to end consumers. It has some advantages such as being relatively cost-effective and using proven technology. However, the system has some disadvantages such as limited monitoring, high-energy losses and inadequate efficiency during peak loads on the grid.

With the development of traditional power generation technologies, there is a need to solve emerging problems that can currently be solved only through implementing modern information systems for power grid management for monitoring and control.

Taking into account the creation of new system elements, the key positive aspects of the implementation of information management systems are the dynamic control of power grids, namely: efficient transmission, distribution, demand management and increased security.

The material studied showed that the solution to the problems of the traditional electric power industry is the implementation of information systems for power grids control that can provide a full range of solutions for the energy processes control and consumers supply.

*Секция
Социальные и экономические проблемы
инновационного развития атомной отрасли*

Балико А.Е., Ретунская Т.Н.

СУБЪЕКТИВНЫЙ ОПЫТ КАК ВАЖНОЕ УСЛОВИЕ ОСОЗНАНИЯ СЕБЯ И ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: pikakerar@mail.ru*

Субъективный опыт формируется через личные переживания, рефлексию и взаимодействие с окружающей средой. Он играет ключевую роль в осознании себя, своих потребностей и места в мире.

Большое значение тому, как человек осознает и интерпретирует свой жизненный опыт, придавал американский психолог Дж. Келли (1905-1966). Он рассматривал человека как исследователя, который использует сложные методы для сбора и оценки данных об окружающем мире и самом себе. Назвав свой подход теорией личностных конструкторов, Келли концентрирует внимание на психических процессах, которые позволяют человеку организовать и понять события, происходящие в своей жизни

Американский психолог К.Р. Роджерс (1902-1987), автор феноменологической теории личности, ввел представление об «Я-концепции», которая отражает те характеристики человека, которые он воспринимает как часть себя. Согласно Роджерсу, субъективное восприятие и переживания не только представляют собой личную реальность человека, но также образуют основу для его действий: связь опыта с поведением, влияние прошлого опыта, влияние прогнозирования будущего.

Поведение человека нельзя понять, не обращаясь к его субъективной интерпретации событий. Человек действует в соответствии со своим восприятием событий, происходящих в данный момент. Роджерс признавал, что и прошлый опыт влияет на восприятие настоящих событий, способствующих более глубокому осмыслению окружающего мира и осознание себя.

Субъективный опыт, накопленный в процессе жизнедеятельности, помогает человеку осознавать изменения в себе и мере, а также адаптироваться к новым условиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров Ю. И. Субъективный опыт, культура и социальные представления / Ю. И. Александров, Н. Л. Александрова. – Москва : Институт психологии РАН. – 2009. – 320 с.
2. Асмолов А. Г. Психология личности / А. Г. Асмолов. – Москва : Смысл. – 2015. – 367 с.

Бардина П.Е., Цурикова А.Ю.

ВОЙНА И ЖИЗНЬ ТОМСКИХ СЕЛЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ БУДУЩЕГО ЗАТО СЕВЕРСК

*Муниципальное бюджетное учреждение «Музей г.Северска»,
636039, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический 117а
e-mail: severskmus@mail.ru*

Во всех пригородных томских селениях, где мы были в экспедициях музея, есть памятники погибшим в годы Великой Отечественной войны. Менее известны подробности жизни и тяжелого труда оставшихся в тылу. Как рассказывали старожилы, в годы войны пригодились навыки ремесел и орудия труда, которые достались от предков, а теперь хранятся в музеях. В деревнях всё, что требовалось по хозяйству учились делать с детства. Мастера изготавливали по заказам бондарные изделия, туеса, катали валенки, получая за это плату продуктами. Спасением были огороды, традиции использования дикорастущих, ловля рыбы. Из-за высокого наводнения весной 1941 г. некоторые не успели посадить картошку или всходы побивало морозом. Жительница пос. Самусь вспоминала, как отец и брат сделали туески, кадушки, повезли их в другую деревню и обменяли на картошку. Пимокаты по ночам после работы катали валенки, за которые рассчитывались продуктами, шерстью.

Женщины пахали на коровах и копали лопатами, ловили неводом рыбу, ремонтировали дома и глинобитные печи. Подростки работали наравне со взрослыми, например, Кузинов Николай, отец которого погиб на фронте, с 14 лет работал молотобойцем у кузнеца. В колхозе «Красный пихтовар» подростки работали на пихтовом заводе, где нужно было круглосуточно следить за процессом изготовления масла. Мальчики лет с 8 плели корчажки и ловили мелкую рыбу, которую зажаривали в печи, делая запасы на всю зиму.

Выжить в тылу помогали молитвы и традиционные верования, особенно при получении похоронки. Уходящим на фронт клали в карман бумажки с молитвами и ждали иногда всю жизнь.

В Северске, в Иглаково, есть улица Братьев Иглаковых, а в пос. Моряковка есть улица Братьев Габидулиных из д. Тигильдеево. На стеле, нанесено 14 фамилий Габидулиных. В экспедиции мы встретились с дочерью одного из братьев Габидулиных. Она родилась в 1942 г., когда отец уже был на фронте. Он написал, чтобы дочь назвали Зоей в честь Зои Космодемьянской, про подвиг которой тогда уже все знали. Так простые люди в тылу приближали великую Победу.

Брит Н.В.¹, Добрусина М.Е.²

ЭНЕРГЕТИКА ТРУДА: АКТУАЛЬНОСТЬ КОНЦЕПЦИИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

¹Томский государственный архитектурно-строительный университет,

634003, г. Томск, Соляная площадь 2,

²Томский государственный университет,

634034, г. Томск, пр. Ленина, 30

e-mail: severskbrit@mail.ru

Энергетика труда как направление научных исследований возникло в начале прошлого века на стыке физиологии и менеджмента. Физиологов заинтересовал вопрос о том, как энергозатраты влияют на состояние работника в течение смены. Специалисты по научному управлению обратили внимание на тот факт, что энергозатраты и результаты труда не совпадают и задумались над тем, как добиться максимальной результативности при энергозатратах, не наносящих ущерба здоровью.

На основе тщательного изучения энергозатрат появилась возможность решить широкий круг практических задач: регулирования рабочих нагрузок путем внедрения рациональных режимов труда и отдыха, обеспечения равномерности течения трудовых процессов, повышения производительности труда, охраны труда, организации правильного питания, определения степени износа организма и научного подхода к установлению сроков выхода на пенсию, сохранения физического и психического здоровья работников, разработки методов борьбы с утомлением.

О популярности этого направления в 20-е годы прошлого века дает представление брошюра Янжула И.Н. и Либермана Е.Г. [1]. К сожалению, эта литература в настоящее время малодоступна.

Во второй половине 20-го века концепция энергетики труда была незаслуженно забыта, хотя проблемы на решение которых она была направлена остались. Кроме того, значительно деградировала практика ее применения.

Считаем, что использование практических методик, наработанных с использованием концепции энергетики труда, нужно изучать и применять. В частности, инструкций по регулированию внутрисменных режимов труда и отдыха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Янжул И. Н. Что читать по научной организации труда / И. Н. Янжул, Е. Г. Либерман. – Москва: Пролетарий, 1925. – 224 с.

Воробьева Е.С.¹, Истомина Н.Ю.¹, Краковецкая И.В.², Сбитнева М.Г.¹

ФРЕЙМ ПЕРСОНАЛЬНОГО СООТВЕТСТВИЯ ШКОЛЬНИКОВ СРЕДНЕЙ И СТАРШЕЙ ШКОЛЫ: КЕЙС ИНЖЕНЕРНОЙ ШКОЛЫ СТИ НИЯУ МИФИ

*¹Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65,*

*²Томский государственный университет,
634034, г. Томск, пр. Ленина, 38
e-mail: ssti@tphi.ru*

Ликвидация дефицита кадров ведущих отраслей промышленности, является одной из актуальных задач национальной экономики. Проблемы подготовки инженерных кадров для атомной отрасли, нашли отражение в исследованиях многих авторов. Подчеркивается, что важным условием для решения этой проблемы является трансформация глобальных рынков труда. Одним из механизмов данной трансформации является ранняя профориентационная работа со школьниками средней и старшей школы.

В работе рассмотрены механизмы, определяющие эффективность совершаемого выбора профессии и базирующиеся на следующих фреймах: случайный, ограничивающий и фрейм персонального соответствия. Случайный и ограничивающий способы характерны для школьников из семей с низким социально-экономическим статусом и/или семей, мало информированных о характере обучения, степени востребованности выпускников вуза. Фрейм персонального соответствия – для выпускников школ, родители которых имели опыт обучения в вузе, обладали сведениями об инженерных специальностях, особенностях обучения в вузе и будущем трудоустройстве.

В процессе работы: 1) проанализирована статистика количества выпускников школ Томской области, сдающих ЕГЭ по предметам естественно-научного профиля; 2) выявлены причины принадлежности школьников к фреймам случайного и ограничивающего способов выбора профессии; 3) разработана технология реализации механизмов формирования фрейма персонального соответствия среди слушателей курсов Инженерной школы СТИ НИЯУ МИФИ; 4) представлены результаты инженерной профориентации в период 2021–2024 гг. В докладе поднимается вопрос о важности взаимодействия образовательных организаций и производственных предприятий атомной отрасли.

Данилова М.Н., Уфимцева Е.В., Подопригора Ю.В.

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВНЕДРЕНИЯ ТИМ-ТЕХНОЛОГИЙ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ СЕКТОРЕ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
e-mail: mar_n_d@mail.ru*

В последние годы в РФ проводятся много мероприятий, связанных с обменом теоретического и практического опыта в сфере формирования информационных моделей для объектов энергетики. Среди основной цели таких мероприятий является исследование современных векторов развития в области применения ТИМ-технологий при моделировании энергообъектов. В качестве основных сложных моментов в развитии ТИМ-технологий в энергетическом секторе страны выделяют: начальный этап внедрения ТИМ-технологий в строительство энергетических объектов; несовершенная нормативная база информационного моделирования энергообъектов; отсутствие единого современного программного продукта для создания таких моделей и единого подхода к проведению их экспертизы, а также единой образовательной программы по моделированию объектов в энергосекторе.

В данном аспекте интересно обратиться к опыту ПАО «Газпром Нефть». По мнению представителей данного предприятия большой эффект от внедрения информационного моделирования связан именно с ростом надежности построенных объектов. Также важен опыт ПАО «Сус Гидро», который является ярким представителем, применяющим «обратный подход» к внедрению ТИМ-технологий. Они считают, что на первом этапе необходимо установить принципы и способы формирования модели энергообъектов, а уже под них разрабатывать специализированные IT-продукты.

Большое значение для развития цифрового моделирования в энергетическом секторе несет систематизированная работа Госкорпорации «Росатом» по систематизации российских и иностранных стандартов в целях более эффективного цифрового моделирования атомных объектов.

В заключении необходимо отметить, что в сфере энергетики примеров полноценного использования ТИМ-технологий на всех этапах жизненного цикла мало. Требуется более тщательная и детальная проработка «узких» сторон цифрового моделирования в данном секторе хозяйствования.

Искужин Б.Э., Вотякова И.В.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ И ЗАРУБЕЖНОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: iskuzhin04@bk.ru*

Атомная энергетика является одним из важнейших и перспективных направлений развития в мировой экономике. На ее долю в 2024 году пришлось 9% (2689 млрд. кВт·ч) планетарного коммерческого производства электроэнергии. По данным российской государственной корпорации «Росатом», в 2024 году выработка электроэнергии АЭС и ВЭС составила 218,27 млрд. кВт·ч.

Атомная энергетика играет важную роль в экономике России, так как страна является одним из мировых лидеров в использовании ядерной энергии для энергоснабжения экономики. По данным на 2024 год, доля российской атомной энергетики в мировом масштабе составляет 18,4%, а доля России по реализации новых проектов в сфере строительства новых реакторов в разных странах – 80% [1].

Стоит отметить, что в таких регионах как СНГ и АТР в перспективах производства электроэнергии на АЭС в период с 2018 по 2040 гг. будет существенно расти, так как именно эти регионы активно переходят на использование атомной энергетики. Крупнейшим производителем электроэнергии на атомных электростанциях является США. Совокупная мощность действующих АЭС США составляет 99 535 МВт и покрывает 19,5% общей генерации в стране. На втором месте по статистике на 2017 год находится Франция с совокупной мощностью своих АЭС в 63130 МВт, что покрывает 76,3% потребности страны в электроэнергии [2].

Атомная энергетика динамично развивается во многих регионах. Она постепенно вытесняет другие природные ресурсы из мирового производства электроэнергии. По данным МАГАТЭ, в 2024 году ядерная энергетика обеспечивала 9% мировой электроэнергии. По прогнозам, к 2050 году доля ядерной энергетики в мировой генерации электроэнергии может варьироваться от 4% до 14,3%, с медианным значением – 8,6%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прусова В. И. Анализ современного состояния атомной энергетики в Российской Федерации / В. И. Прусова, С. П. Бочков, К. М. Сафонова. – МАДИ. – 2024. – №2 (84). – С. 153-157.
2. Жучкова Т. А. Развитие атомной энергетики в мире / Т. А. Жучкова. – Инновации и Инвестиции. – 2018. – № 10. – С. 122-124.

Искужин Б.Э., Кирсанова Е.С.

О ВЛИЯНИИ АНГЛОСАКСОНСКОГО БЛОКА СТРАН НА ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОПОЛИТИЧЕСКОЙ КАРТИНЫ МИРА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: iskuzhin04@bk.ru*

Актуальность данной работы обусловлена тем, что расовый фактор по-прежнему играет ключевую роль в выборе союзников англосаксов в борьбе за сохранение гегемонии и интересов. Так, в 2021 году обсуждались перспективы расширения англосаксонского блока, в частности военного альянса AUKUS, созданного США, Великобританией и Австралией. Цель такого расширения видели в создании антикитайской коалиции и расширении военного сотрудничества в Индо-Тихоокеанском регионе, в том числе в ядерной сфере.

Изучению проблемы воздействия идеологии англосаксов на формирование современной геополитической картины мира посвящено немало работ. Такие авторы, как Сидорова Т.А., Сургуладзе В.Ш., Гребнев Р.Д. и др. освещают становление и распространение политики стран англосаксонского блока и их место на международной арене.

С начала 17 века жизнь миллионов англичан (англосаксов, ирландцев, шотландцев, валийцев) протекала вдали от исторической островной родины, в новых геополитических, социально-экономических, климатических и этнографических условиях Британской империи, имевшей колонии практически во всех частях света. Это был новый мир – Pax Britannica, освоенный и обустроенный англичанами в интересах собственного развития и процветания.

В основе новой модели мира лежала концепция англосаксонской исключительности и расового превосходства англосаксов – «имперской расы» – над другими народами, сохранение которой объявлялось «необходимым для свободы человечества».

Постепенные проявления противоречий глоболизирующегося мира вместе с растущим глобальным неравенством выявили частичную инклюзивность глобализации. Деглобализация происходит в условиях реальной перегруппировки сил в рамках мировой системы. Все предшествующие волны деглобализации случались в обстоятельствах безусловного доминирования «большого Запада», в лидерах которого оказались страны англосаксонского блока.

Катаев М.Ю.¹, Карташов Е.Ю.²

БИЗНЕС-ПРОЦЕССЫ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ БПЛА

¹Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40

*²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, 636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kart.62@yandex.ru*

Беспилотные летательные аппараты (БПЛА), привлекаются для выполнения множества задач бизнеса, науки и производства. С каждым годом интерес к применению БПЛА растет, так как они являются быстрыми, экономически эффективными и действенными решениями. Особая привлекательная БПЛА связана с тем, что в процессе от запуска БПЛА до получения результата проходит мало времени и многие задачи могут быть решены на каком-то уровне прямо на месте. Целью данного исследования было разработать цепочку бизнес-процессов организации получения результатов с помощью полезной нагрузки, установленной на БПЛА. В качестве наиболее часто применяемой полезной нагрузки для БПЛА применяют цифровую камеру и именно ее характеристики определяют бизнес-потенциал приложений БПЛА, при сравнении с другими подходами (например, пешеходный, самолетный или спутниковый). Понимание бизнес-процессов применения БПЛА позволяет обеспечить высоким бизнес-потенциал для компании, владеющей БПЛА, обеспечить высокий интерес со стороны клиентов, обеспечить низкие затраты на проведение летных работ, возможностей масштабирования, что ведет к получению прибыли. Выделяются основные бизнес-процессы, связанные с обеспечением работоспособности БПЛА, организации полета, перемещение до места полета и назад, выполнения полета и обработки полученных результатов. Каждый из бизнес-процессов рассматривается в пространстве: время, стоимость и информационное обеспечение, что позволяет строить некоторые критерии для сравнения результатов выполнения бизнес-процессов между собой, сравнивать ресурсное обеспечение и выбирать наилучшие комбинации для наиболее эффективного выполнения полетного задания, с учетом всех бизнес-процессов в сумме. Кроме того, обсуждаемый критерий позволяет оптимизировать временные затраты на выполнение отдельных функций бизнес-процессов, например, выбор более оптимального маршрута перемещения в точку вылета и т.д.

Катаев М.Ю.¹, Карташов Е.Ю.²

ОЦЕНКА СТОИМОСТИ БПЛА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСМОТРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

*¹Томский государственный университет систем управления и
радиоэлектроники, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 40*

*²Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: kart.62@yandex.ru*

Решения по проектированию и разработке беспилотного летательного аппарата (БПЛА) оказывают значительное влияние на первоначальную стоимость и эксплуатационные расходы, при выполнении сложных пилотажных работ, к которым можно отнести инспекционный осмотр промышленных объектов. Поэтому важно в самом начале, на этапе проектирования понимать стоимостные последствия разработки и эксплуатации БПЛА и учитывать их при выборе конфигурации и характеристик. Для расчета конфигурации БПЛА необходимо иметь представление об конструктивных особенностях, которые необходимо реализовать для эффективного выполнения летных задач. Поэтому важно понимать методы оценки стоимости, относительно известных, конкурентоспособных БПЛА, чтобы сделать разумный выбор конструкции. Для этой цели выполняется системный анализ, который позволяет перейти от общей конструкции БПЛА к частной, наиболее пригодной для решения задачи полета. Проблемной частью разработки является тот факт, что характеристики БПЛА на различных этапах полета отличаются (как минимум это: взлет, полет, посадка) и необходимо подбирать конструкционные параметры БПЛА по некоторому осредненному критерию, который в большей мере является эмпирическим. У любого изделия есть жизненный цикл (ЖЦ), который позволяет выполнить анализа стоимости на каждом этапе. Этапы ЖЦ могут быть разными и начинаться от проектирования, а другие могут начинаться с этапа эксплуатации БПЛА, когда затраты будут связаны с покупкой, эксплуатацией и поддержанием в рабочем состоянии БПЛА. Рассматривается вопрос изменения стоимости БПЛА при изменении характеристик полета (скорость и дальность), что определяет относительный вклад стоимости в решение каждой задачи и нахождения задач, отвечающим критериям эффективности вложения финансовых средств, по отношению к типовому способу решения той или иной задачи.

Коробейников Е.А., Козлов В.В., Завялов А.А.

ЦИФРОВАЯ ЭТИКА В СФЕРЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

*Акционерное общество «Сибирский Химический Комбинат»,
636039, г. Северск, Томской обл., ул. Курчатова, 1
e-mail: EvAKorobeynikov@rosatom.ru*

В наш век стремительного научно-технического прогресса и инноваций, искусственный интеллект (ИИ) выступает как один из наиболее значимых и противоречивых феноменов современности. ИИ и автоматизация проникает во все сферы человеческой жизни, от медицины, финансового сектора до информационных систем в атомной отрасли, трансформируя привычный порядок вещей и открывая безграничные возможности [1].

Методы искусственного интеллекта проникают в смежные области знаний, способствуя технологическим инновациям. Широкое использование искусственного интеллекта необходимо в образовании, атомной энергетике, здравоохранении, социальном управлении, охране окружающей среды, городском и пространственном планировании, судебных и правоохранительных органах, что будет способствовать повышению качества жизни людей [2].

В работе рассматриваются сложный и многослойный ландшафт цифровой этики в контексте искусственного интеллекта, принципы, которые должны руководить разработкой ИИ, а также существующие проблемы и вызовы, стоящие перед человечеством.

Развитие ИИ открывает перед человечеством невероятные возможности, но также ставит перед нами сложные этические вопросы. Чтобы направить развитие ИИ в русло, которое служит благу человечества, необходимо объединить усилия специалистов из разных областей. Только междисциплинарный подход позволит нам создать этический ИИ, который будет уважать права человека, способствовать справедливости и сохранять нашу автономию. Будущее ИИ – это не только технологический вызов, но и моральный императив, который требует от нас ответственности и мудрости.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блуммарт Т. Четвертая промышленная революция и бизнес. Как конкурировать и развиваться в эпоху сингулярности / Т. Блуммарт, С. Брук, Э. Колтоф // Пер. с англ. М.: Альпина Паблишер, 2019. – 204 с.
2. Кодекс этики в сфере ИИ. – 2025. – URL: <https://ethics.a-ai.ru/> (дата обращения: 25.03.2025).

Кузнецов П.С., Смирнова Т.Л.

УПРАВЛЕНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ В СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: ctl2023@mail.ru*

Управление логистическими процессами в строительной организации направлено на оптимизацию длительности и структуры производственного цикла, бесперебойную поставку материалов, снижение издержек и коммерческих рисков [1]. Строительные организации могут выбрать логистическую организацию и планирование поставок строительных материалов на основе закупок, которые обеспечивают наилучшее ценностное предложение и оптимальные маршруты доставки. Такие универсальные логистические системы, как правило, встречаются в крупных организациях, с большими объёмами закупок. Коммуникация и сотрудничество с поставщиками выстраивается на основе технологий «бережливое производство».

Средние и мелкие строительные организации используют сложившуюся региональную систему логистического посредничества, диверсифицированную систему заказов и поставок для отдельных строительных объектов. Эффективное управление складскими процессами и мониторинг рисков неликвидных активов обеспечивают минимизацию рисков увеличения потребности в оборотном капитале [1]. Поиск узких мест в логистической системе строительной организации позволяет своевременно разработать систему текущего, страхового, транспортного, технологического запасов материалов для поддержки эффективной производственной деятельности. Особое место занимает модель со специализированной логистической системой для строительных организаций. Логистика на строительных площадках является динамическим процессом, который важно постоянно совершенствовать на основе принципов и инструментов «бережливого производства», внедрения системы менеджмента качества производственных и логистических процессов [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т. Л. Менеджмент в ядерной отрасли: учебное пособие / Т. Л. Смирнова. – 2017. – 232с.

Кузнецова И.А., Смирнова Т.Л.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОЙ КОМПАНИИ: ВНЕШНЯЯ И ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет*

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: ctl2023@mail.ru

Строительные компании формируют социальную инфраструктуру для комфортной и экологически безопасной городской среды, выполняют модернизацию объектов коммунальной сферы. Повышение качества жилья за счёт ветхого и аварийного жилищного фонда является важным приоритетом в системе мониторинга устойчивого развития территории. В 2025 году ведущими строительными компаниями на рынке в Томской области стали «Спецгазстрой», ОАО «ТДСК», ГК «Карьероуправление», ГК «SD GROUP», Группа «Мета», «Концепт Девелопмент», которые лидируют по объёму и качеству строительных работ [1].

Стратегическая конкурентоспособность строительной компании, как в открытой, так и в закрытой региональной системе [2] характеризуется качеством институциональной среды, динамикой реализации инвестиционных проектов, уровнем правовой защиты бизнеса, динамикой налоговой нагрузки, маркетинговой стратегией, объектами интеллектуальной собственности и социальными гарантиями работникам. Внешняя конкурентная среда строительной компании может быть проанализирована на основе экспертной оценки, с использованием SWOT-анализа, конкурентной модели М. Портера. Анализ внутренней конкурентной среды строительной компании выстраивается через сопоставление качества организации бизнес-процессов, финансовой устойчивости, уровня развития корпоративной культуры, используемых технологических инноваций, автоматизации трудовых функций работников и системы мотивации персонала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Единый ресурс застройщиков. – Текст : электронный // Институт развития строительной отрасли. – 2025. – URL: <https://erzrf.ru> (дата обращения: 14.05.25).
2. Смирнова Т. Л. Особенности безработицы и социально-экономического развития моногорода ЗАТО Северск / Т. Л. Смирнова. – Материалы V Всероссийского симпозиума по региональной экономике. – Екатеринбург : ИЭ УрО РАН. – 2019. – С.347-350.

Кулигина Е.В., Ретунская Т.Н.

СТРЕСС И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ВЫГОРАНИЕ РАБОТНИКОВ АТОМНОЙ ОТРАСЛИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: elizavetakuligina671@gmail.ru*

В настоящее время значительное количество работников атомной отрасли сталкиваются со стрессом и профессиональным выгоранием. Стресс – состояние психического напряжения, возникающее у человека в процессе деятельности в наиболее сложных, трудных условиях при особых обстоятельствах. Профессиональное выгорание – реакция сотрудника на постоянные стрессовые воздействия на работе, психическое истощение, постоянная усталость и отсутствия мотивации к работе. Эти состояния проявляются физическими и эмоциональными симптомами, являясь психологической проблемой.

Уровни стресса: высокий - сильное нервное напряжение, бессилие перед обстоятельствами, частая раздражительность; средний - умеренное напряжение, которое помогает мобилизовать силы для решения задач на работе; низкий - состояние спокойствия и уравновешенности, способность эффективно справляться со стрессовыми ситуациями.

Уровни профессионального выгорания: высокий - истощение эмоциональных и физических ресурсов, потеря интереса к работе, трудности с концентрацией внимания; средний - периодические проявления указанных симптомов; низкий - отсутствие признаков выгорания.

Исследования выявили основные причины стресса и профессионального выгорания среди сотрудников атомной отрасли, включая субъективную сложность задач и нехватку времени [1]. А так же причинами являются такие факторы, как многозадачность, смена характера работы и конфликты с руководством.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование уровня стресса, профессионального выгорания сотрудников организаций Госкорпорации «Росатом». Корпоративная академия Росатом : – URL: https://rosatom-academy.ru/media/research/psihologicheskaya-ustoychivost/issledovanie-urovnia-stressa-vigorania-sotrudnikov-rosatoma/?sphrase_id=14469 (дата обращения: 28.04.2025).

Кулигина Е.В., Воробьева Е.С.

ЭКОНОМИКА УТИЛИЗАЦИИ РАДИОАКТИВНЫХ ЯДЕРНЫХ ОТХОДОВ: ЗАТРАТЫ И ТЕХНОЛОГИИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: elizavetakuligina671@gmail.ru*

В России в настоящее время накапливаются сотни миллионов тонн радиоактивных отходов в результате оборонных и ядерно-энергетических программ. В то время как около 50 млн.м³ жидких РАО надежно изолированы в глубинных геологических формациях, проблема хранения оставшихся более 580 млн.м³ отходов, находящихся в экосфере, остается актуальной из-за потенциальной радиационной опасности.

Существуют два основных подхода к их утилизации: дезактивация, которая направлена на снижение радиационного загрязнения, и захоронение, при котором отходы помещаются в специально отведенные места без намерения их извлечения. Дезактивация требует соблюдения строгих требований к эффективности и безопасности, в то время как захоронение должно обеспечивать надежную изоляцию отходов от биосферы и постоянный мониторинг окружающей среды.

Экономические аспекты управления РАО включают капитальные и эксплуатационные затраты на дезактивацию и захоронение. Дезактивация может быть целесообразной, если затраты на захоронение без дезактивации значительно превышают затраты на дезактивацию и последующее захоронение. Тарифы на захоронение радиоактивных отходов варьируются в зависимости от класса отходов и будут увеличиваться в ближайшие годы. Эффективная стратегия управления РАО требует комбинирования обоих методов для обеспечения максимальной безопасности и минимизации воздействия на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Носов Г. П. Экономические аспекты «обезвреживания» радиоактивных отходов / Г. П. Носов, А. Ф. Нечаев. – Известия Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета). – 2014. – № 24 (50) . – С. 93-97.

Луценко А.В.

ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ ДИСЦИПЛИН В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: AVLutsenko@mephi.ru*

В обществе давно сложилось мнение, что студентам технических вузов не особенно нужны знания по социально-гуманитарным дисциплинам, которые не дают простора для развития новых идей, поскольку опираются на многократный пересказ давным-давно известных истин. Это мнение сохраняется несмотря на то, что любой преподаватель-гуманитарий регулярно наблюдает неподдельный живой интерес студентов к общественным наукам.

Парадокс в том, что будущих инженеров интересует не то, как конкретный феномен жизни социума интерпретируется с позиций той или иной теоретической концепции, а исключительно то, какая из изложенных преподавателем концепций наиболее адекватно объясняет существование и развитие данного феномена с позиций современной науки. Практически общепринятая у нынешних гуманитариев *плюралистическая парадигма мышления* сугубо интуитивно отторгается слушателями-технократами исключительно потому, что в естественных и технических науках уже более 200 лет используется принципиально иная – *монистическая – парадигма мышления*, согласно которой любой изучаемый феномен можно корректно описать лишь одним рациональным образом, а все остальные следует закономерно считать ошибочными.

Поэтому естественное для гуманитария-плюралиста стремление объединить множество разных, нередко противоречащих друг другу точек зрения на один и тот же феномен будет для мониста-технократа просто неупорядоченным набором «вариаций на заданную тему», которые лишь препятствуют действительному пониманию ситуации. По-настоящему освоить гуманитарное знание (т.е. сделать его целиком и полностью *своим*) будущий инженер сможет не тогда, когда вы зубрит на память наиболее известные теоретические интерпретации исторических событий, философских доктрин и психологических закономерностей, а лишь тогда, когда воспримет смысл этих событий, доктрин и закономерностей для последующего осознанного использования в своей повседневной практике.

Малышкина А.С.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ЯДЕРНОЙ ОТРАСЛИ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ВНЕШНИМИ ОБЯЗАТЕЛЬСТВАМИ

*Дмитровградский инженерно-технологический институт
НИЯУ МИФИ,
433511, Ульяновская обл., г. Дмитровград, ул. Куйбышева, д. 294
e-mail: ASMalyshkina@mephi.ru*

Уровень экономической безопасности предприятия во-многом определяется наличием просроченной задолженности по внешним обязательствам. Крупнейший в России и мире научно-исследовательский центр АО «ГНЦ НИИАР» является опорным предприятием научного дивизиона Госкорпорации «Росатом». Обеспечение экономической безопасности при управлении расчетами осуществляется с помощью следующих мероприятий.

Большая часть предприятий-партнеров АО «ГНЦ НИИАР» входят в контур «Росатом». Между отраслевыми предприятиями ежеквартально производится сверка расчетов. За несвоевременное исполнение обязательств «Росатом» вводит санкции предприятию отрасли, от снижения бальной оценки работоспособности предприятия и своевременности предоставления отчетных данных до административных решений по ответственным специалистам предприятия.

Расчеты по внешнеэкономической деятельности института в связи с отключением коммерческих банков Российской Федерации от международной межбанковской системы «SWIFT» усложнены, либо в настоящее время невозможны. Поэтому в АО «ГНЦ НИИАР» на постоянной основе производится разработка новых маршрутов платежей. Проводятся консультации с иностранными банками, имеющими свои офисы на территории Российской Федерации, с банками, находящимися на территориях бывших советских республик. Открыты счета в итальянском банке «Intesa Sanpaolo», в крупнейшем государственном китайском банке «ICBC». Движение средств осуществляется через счета офиса Gazprombank Luxembourg, VTB Bank Shanghai. Прорабатывается взаимодействие с филиалом SBERBank India.

Таким образом, АО «ГНЦ НИИАР» использует разнообразные способы и приемы недопущения просроченных задолженностей, что способствует поддержанию высокого уровня экономической безопасности предприятия.

Новокшионов Д.А., Гаман Л.А.

ПРОБЛЕМА ОТЦОВСТВА В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ: СОЦИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: davidnovoksonov9@gmail.com*

В современном обществе происходят процессы трансформации устоявшихся представлений о гендерных ролях, еще недавно казавшихся бесспорными. Размывание традиционных гендерных ролей напрямую коснулось семьи как социального института. Семьи перестают быть патриархальными, все чаще стремятся к гендерному равенству. Эти изменения нередко носят противоречивый и болезненный характер: одни считают их правильными и принимают их, другие противятся под действием сложившихся в обществе стереотипов. Эти процессы напрямую коснулись представлений о маскулинности и отцовстве, как одной из главных функций мужчины в семье. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью изучения меняющейся роли отцовства, как фактора, способствующего укреплению семьи в современном обществе. Эта тема рассматривается многими авторами, среди которых Т.Д. Подкладова, А.В.Авдеева, Е.В.Сухушина, М.О.Абрамова, А.Ю.Рыкун, другие. Целью данной работы является изучение отцовства, как социального явления, его видов, родительских прав отцов в современной России.

Различают модели «отсутствующего» и «вовлеченного» отцовства. Длительное время в обществе преобладала первая модель, в рамках которой социальная роль мужчины и отца ограничивалась экономической и защитной функциями. При «отсутствующем» отцовстве отец дистанцируется от ребенка из-за чрезмерной занятости на работе, развода или других факторов. «Вовлеченное» отцовство предполагает глубокую вовлеченность отца в жизнь семьи и эмоциональную связь с ребенком. Современное российское законодательство направлено на расширение родительских прав отцов и повышение их ответственности. Благодаря социальной активности самих отцов создаются новые организации, деятельность которых направлена на укрепление семейных ценностей. Это, например, «Совет отцов Томской области». Таким образом, в современном обществе отцовство становится все более важным фактором укрепления семьи как социального института, причем мужчины все чаще выбирают модель «вовлеченного» отцовства.

Палашков И.И., Ретунская Т.Н.

ОРАТОРСКОЕ ИСКУССТВО. ПРОБЛЕМЫ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ С АУДИТОРИЕЙ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: trento2003@yandex.ru*

Ораторское искусство - это мастерство публичного выступления перед аудиторией. Риторика учит эффективно воздействовать на публику, опираясь на три основных фактора: этос (условия для произнесения речи: время, место, состав аудитории); пафос (цель и особенности стиля ораторской речи); логос (языковые средства и ораторские приемы в речи).

Аудитория привыкла к большому объему информации и часто теряет интерес, если ее внимание не удерживается должным образом. Успех любого выступления во многом зависит от того, как завоевывается внимание аудитории и удерживается на протяжении всей речи.

Проблемы, возникающие при взаимодействии - отсутствие контакта (оратор и слушатели должны обсуждать одинаковые вопросы), сложности в удержании интереса аудитории, инертность аудитории (аудитория обычно уже имеет определенное мнение, чем объясняется её изначальный скептицизм по отношению к оратору), стратегии «борьбы» слушателей с речевым воздействием оратора: избегание, подрыв авторитета, непонимание.

Чтобы решить эти проблемы, важно использовать приемы привлечения внимания слушателей. Важно понимать, что существуют как внешние, так и внутренние факторы, которые могут отвлекать слушателей: внешние раздражители, собственные мысли читателей, психологическая усталость.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод: работа по развитию взаимоотношений с аудиторией требует постоянного развития. Регулярная практика и анализ своих выступлений – залог мастерства взаимодействия с аудиторией.

Плюсков Е.И., Ретунская Т.Н.

ВИРТУАЛЬНАЯ РЕАЛЬНОСТЬ КАК СОЗДАТЕЛЬ НОВОГО КОГНИТИВНОГО РЕЖИМА И СОЦИАЛЬНОЙ ПРАКТИКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: egorplus98@gmail.com*

Бурная компьютеризация общества и появление глобальной сети Интернет приводят к возникновению в сознании индивидуума и общества в целом особого мироощущения и миропонимания, к особому отношению к действительности, к возникновению виртуальной реальности. Виртуальная реальность – это система взглядов человека на мир, и его место в этом мире через «призму» компьютерных и телекоммуникационных технологий.

Кастель М. выделяется три типа виртуальной реальности:

1. Компьютерная реальность – интерактивная среда, созданная с помощью компьютера, имеющая графические, акустические, пластические и иные свойства, в которую пользователь погружается как зритель или творец;

2. Психологическая виртуальная реальность – может возникнуть в любом образе, каким бы элементарным он ни был, однако будет переживаться как полноценная реальность;

3. Социальная виртуальная реальность – это реальность, которая может порождаться как самим человеком, социумом, так и компьютером, и взаимодействие между индивидуумами и социальными группами происходит посредством компьютерных технологий.

Технологии виртуальной реальности создают новые формы восприятия и обработки информации. Они изменяют пространственное мышление и механизмы внимания, что подтверждается нейрофизиологическими исследованиями. Эти изменения особенно заметны в образовательной сфере.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бодрийяр Ж. Симулякры и симуляция. / Ж. Бодрийяр. – Москва: Рипол-Классик. – 2022. – 320 с.
2. Кастель М. Информационная эпоха / М. Кастель. – Москва.: ГУ ВШЭ. – 2021. – 584 с.

Подопригора Ю.В., Уфимцева Е.В., Данилова М.Н.

«ЗЕЛЕННЫЕ» ЗДАНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ: СОВРЕМЕННЫЕ ТРЕНДЫ

*¹Томский государственный архитектурно-строительный
университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
e-mail: y.v.p@rambler.ru*

Во всем мире наблюдается активное движение по экологизации строительного сектора на базе эконоинноваций [1]. Одним из важных достижений для перехода к устойчивой модели экономики РФ является принятие национальных «зеленых» стандартов для жилых многоквартирных зданий и ИЖС.

Современные тренды в области «зеленых» зданий и энергоэффективности демонстрируют стремление человечества к гармоничному сосуществованию с окружающей средой. Зеленые и энергоэффективные технологии сфокусированы на создании здоровой и благополучной среды в жилых комплексах.

Развиваются экономические стимулы «зеленого» строительства: зеленая ипотека, растут объёмы просубсидированных проектов зеленого жилья при поддержке Финансового института развития в жилищной сфере.

ЕРЗ.РФ опубликовал реестр эконовостроек, составленный на основе единой открытой методологии оценки экологичности ЖК. Лидером стала компания Брусника (2025).

Распространение знаний о «зеленых» технологиях становится важным аспектом развития этой области. Необходимо повышать осведомлённость среди застройщиков; вовлекать местные сообщества в реализацию экологических проектов, формируя культуру ответственного потребления ресурсов. Внедрение инновационных решений, использование экологичных материалов и соблюдение зеленых стандартов – это шаги к устойчивому будущему, где технологии служат интересам как человека, так и планеты.

ЛИТЕРАТУРА

1. Современные жилые комплексы университетского города в контексте экоэкономики / А. М. Елисеев, Ю. В. Подопригора, Е. В. Уфимцева [и др.]. – Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2019. – № 45. – С. 282-295.

Подопригора Ю.В., Уфимцева Е.В., Данилова М.Н.

ЦИФРОВОЙ РУБЛЬ: ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
e-mail: y.v.p@rambler.ru*

Внедрение цифрового рубля представляет масштабную денежную реформу в истории России. Цифровой рубль будет эмитироваться Банком России и станет третьей формой российской национальной валюты.

Центральным банком РФ в 2021 г. была утверждена Концепция цифрового рубля [1]. В 2022 г. началось тестирование платформы цифрового рубля. В 2023 г. разработаны первые прототипы цифровых кошельков. Начало массового внедрения цифрового рубля было перенесено с 1 июля 2025 г. на более поздние сроки. Как считают эксперты, главная причина в том, что инфраструктура для цифрового рубля не готова.

Среди преимуществ цифрового рубля стоит выделить: снижение издержек, ускорение транзакций, расширение доступа к финансовым услугам, международные расчёты, инновации в экономике.

Однако существуют риски и угрозы: конкуренция с банками, кибербезопасность, негативное влияние на денежно-кредитную политику, отказ от наличных, правовые вопросы.

Внедрение цифрового рубля требует адаптации всей финансовой инфраструктуры, повышения финансовой грамотности населения, обучения пользователей и разработки новых сервисов. Особое внимание уделяется информационной безопасности, конфиденциальности данных. В России уже появились схемы мошенничества с цифровым рублём.

Таким образом, внедрение цифрового рубля поможет укрепить суверенитет финансовой системы, обеспечить конкурентоспособность России в условиях глобальной цифровизации, создаст альтернативу западным платёжным системам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банк России. Цифровой рубль : официальный сайт. – Последнее обновление страницы: 06.03.2025. – URL: <https://www.cbr.ru/fintech/dr/> (дата обращения: 24.04.2025).

Половиков Е.Т., Скрыпникова Е.А., Гаман Л.А.

ПРИЧИНЫ «АТОМНЫХ» СТРАХОВ: ОПАСНЫ ЛИ АЭС

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: a.s.liza5cl@mail.ru

Получение электроэнергии происходит из разных источников: сжигание угля и УВ, энергия рек и, наконец, атомная энергия, которая вызывает наибольшее количество дискуссий о своей безопасности. Объективной оценке безопасности АЭС препятствуют сложившиеся в обществе мифы об их опасности. Актуальность данной работы определяется необходимостью формирования взвешенных подходов к проблеме безопасности АЭС в связи с ускоренным темпом развития атомной энергетики. Данную проблему изучали такие авторы как Саркисов А.А., Лобов А.В., Грачев В.А., Г. Розенкранц и другие. Целью данной работы является выяснение реальной опасности АЭС и изучение причин появления страха перед ними.

Отношение общества к развитию атомной энергетики прошло 4 этапа. С 1940-ых гг. сохранялась вера в «мирный» атом. В 1970-ых гг. на повестку дня встал вопрос утилизации атомных отходов. Авария на Чернобыльской АЭС привела к резкому снижению общественного доверия к атомной энергетике. После этого начала формироваться культура безопасности, цель которой – не допустить никаких аварий в будущем. К началу 2000-ых гг. в обществе начало восстанавливаться толерантное отношение к атомной энергетике – ядерная терпимость.

Относительная безопасность атомной энергетики для человеческой жизни подтверждается статистическими данными, однако в общественном сознании сохраняется недоверие к атомной энергетике по обоснованным и необоснованным причинам. Ко вторым можно отнести устоявшиеся стереотипы: некоторые люди считают, что АЭС пассивно вредят окружающей среде, или что радиоактивность имеет техногенную природу. Также атомные страхи возникают из-за эвристики доступности, подпитываемой СМИ. Обоснованными причинами атомных страхов являются примеры уже произошедших аварий. Вызывает тревогу и террористическая угроза, однако антитеррористические меры безопасности постоянно совершенствуются. Таким образом, для преодоления атомных страхов необходимо проводить систематическую просветительскую работу, налаживать партнёрские отношения с обществом.

Ретунская Т.Н.

ВЫНУЖДЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛИЧНОСТИ КАК МЕХАНИЗМ АДАПТАЦИИ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ И КРИЗИСНЫХ СИТУАЦИЯХ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: rvp070851@mail.ru*

Вынужденные изменения как механизм адаптации – это ситуация, в которой мы оказываемся, когда попадаем в условия давления на нас со стороны внешнего мира. Эти давления вынуждают нас меняться, а мы сопротивляемся этим изменениям. И различного рода психологические механизмы сопротивления давлению – это, прежде всего, механизмы сопротивления изменениям.

Одна из самых сильных мотиваций человека – мотивация сохранения устойчивости картины мира, картины себя, и эта мотивация связана с базовыми потребностями. Возникает конфликт между стремлением к безопасности и стремлением к развитию, который описывал еще А. Маслоу.

В ситуациях травматических, болезненных, кризисных необходимость изменяться возникает из того, что Ф.Е. Василюк называл «невозможностью». Это различные виды невозможности сохранения траектории жизни такой, какая она есть. Вынужденные изменения, в результате чего приходится меняться – это ситуация, в которой нельзя не измениться, если мы хотим с этой ситуацией справиться. Про это говорил А.А. Ухтомский: «Так называемое «формирование личности» есть неизбежное сопутствие жизни».

Само понятие «изменение» поменяло свой смысл и перестало быть антитезой устойчивости. Напротив, в современной науке утверждается представление об имманентной связи между сохранением и изменением, благодаря которому и обеспечивается устойчивое существование биологических и социальных систем.

Изменение абсолютно, стабильность относительна. Изменение – это жизнь, прекращение изменений – смерть.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асмолов А. Г. Психология современности: вызовы неопределенности, сложности и разнообразия / А. Г. Асмолов. – Психологические исследования. – 2015. – Т. 8, №40. – С. 1-11.
2. Василюк Ф. Е. Психология переживания. Анализ преодоления критических ситуаций / Ф. Е. Василюк. – Москва : Издательство Московского университета, 1984. – 200 с.

Семеновичева А.Н., Бурмистрова А.А., Вотякова И.В.

АТОМФЛОТ : СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: alicabazilio@gmail.com*

Атомный ледокольный флот является уникальным ресурсом России, не имеющим аналогов в мире. Он играет стратегическую роль в обеспечении доступа к ресурсам Арктики, функционировании Северного морского пути и развитии арктических территорий.

Атомфлот играет ключевую роль в обеспечении бесперебойной работы Северного морского пути (СМП). Благодаря атомным ледоколам обеспечивается проводка судов в арктических широтах, развитие добычи полезных ископаемых и устойчивое снабжение северных регионов. В экономическом плане использование атомных ледоколов выгоднее традиционных дизельных, особенно на длительных маршрутах. Атомный ледокольный флот позволяет обеспечить экономический суверенитет и развитие Российской Федерации в арктическом регионе.

Атомные ледоколы, несмотря на высокую стоимость строительства, являются более экономичными в долгосрочной перспективе. Финансирование и инвестиции в атомный ледокольный флот представляют собой стратегическое направление государственной экономической политики. Учитывая важность Северного морского пути и Арктики для национальной безопасности и международной торговли, Россия активно вкладывает ресурсы в развитие и модернизацию Атомфлота.

Развитие Атомного ледокольного флота позволяет эффективно осваивать Арктику и укреплять международные позиции России.

Семенычева А.Н., Ретунская Т.Н.

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ИДЕНТИЧНОСТЬ КАК НЕОБХОДИМОЕ УСЛОВИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: alicabazilio@gmail.com*

В условиях стремительных трансформаций, высокой неопределенности и постоянно растущих требований к профессиональной деятельности проблема психологической устойчивости личности приобретает особую значимость. В качестве одного из ключевых внутренних ресурсов, обеспечивающих способность человека успешно противостоять профессиональным стрессам, исследователи всё чаще выделяют профессиональную идентичность. Это осознанное принятие себя в рамках определённой профессиональной роли, восприятие своей деятельности как значимой и соответствующей внутренним установкам личности.

Научные подходы к изучению данного явления основываются на работах Э. Эриксона, Дж. Марсиа, Р. Лазаруса, С. Фолкман и С. Хобфолла. Их концепции подчеркивают, что устойчивое профессиональное "Я" играет важную роль в формировании когнитивной и эмоциональной стабильности, помогает личности сохранять целостность и чувство контроля даже в условиях внешнего давления, неопределенности и изменений.

Эмпирические данные подтверждают, что специалисты, обладающие зрелой и устойчивой профессиональной идентичностью, обладают более высоким уровнем стрессоустойчивости. Они активнее применяют конструктивные стратегии преодоления трудностей, демонстрируют большую эмоциональную стабильность и меньшую склонность к профессиональному выгоранию.

Профессиональная идентичность выступает не просто характеристикой личностной структуры, но ключевым фактором, формирующим способность человека сохранять психологическое равновесие и продуктивность в условиях профессионального стресса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Назаров Р. А. Профессиональная идентичность как фактор устойчивости личности в условиях неопределенности / Р. А. Назаров. – Вестник Томского государственного университета. Психология. – 2022. – № 60. – С. 45-59.
2. Ковалева Н. П. Стрессоустойчивость как психологический ресурс специалиста в условиях профессиональной нестабильности / Н. П. Ковалева. – Психология и педагогика в XXI веке. – 2021. – Т. 6, № 1. – С. 78-89.

Смирнова Т.Л.

ИНДИКАТОРЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЫНКА РАБОЧЕЙ СИЛЫ В РЕГИОНЕ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: ctl2023@mail.ru*

Индикаторы устойчивого развития структуры рынка рабочей силы характеризуют эволюционный переход экономики региона от экстенсивного к интенсивному типу процессов социально-экономического воспроизводства (на основе внедрения расширенной корпоративной социальной ответственности бизнеса, экологических инноваций, цифровых технологий, снижения уровня безработицы среди молодёжи [1], роста средней заработной платы и темпов производительности труда). Институциональное и социальное партнёрство между государством, бизнесом и наёмными работниками формирует резерв квалифицированных специалистов для сферы услуг, обрабатывающих и высокотехнологичных секторов экономики, строительного бизнеса и агробизнеса в регионе. В Томской области 2024 году уровень общей безработицы снизился с 4% до 3,3%, уровень занятых работников (в структуре экономически активного населения) вырос с 58% до 60%, средняя заработная плата составила 74 тыс. руб., медианная – 60 тыс. руб., модальная – 50 тыс. руб. [2].

В Томской области ускоренные темпы развития социальной и цифровой инфраструктуры рынка рабочей силы, предоставление государственных социальных и финансовых гарантий бизнесу по национальным проектам «Кадры», «Производительность труда», «Экономика данных и цифровая трансформация государства», «Туризм и гостеприимство», «Беспилотные авиационные системы», «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности» позволяют прогнозировать спрос, преодолеть квалификационные, структурные диспропорции, сформировать устойчивую социально-экономическую динамику развития секторов экономики в регионе [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т. Л. Молодёжный рынок рабочей силы и инновационное предпринимательство / Т. Л. Смирнова. – Вопросы структуризации экономики. – 2012. – №3. – С. 231-234.
2. Томскстат. – Текст : электронный // Федеральная служба государственной статистики. – 1999-2025. – URL: 70.rosstat.gov.ru (дата обращения: 15.04.25).

Смирнова Т.Л.

ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОГО БИЗНЕСА В ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: ctl2023@mail.ru*

Строительный комплекс является индикатором социальной стабильности, повышения устойчивости структуры рабочих мест, благополучия инвестиционного климата в регионе. Строительный бизнес участвует в привлечении государственных и частных инвестиций через формирование промышленной, социальной и экологической инфраструктуры. С 2025 года строительные организации в Томской области через институциональное и технологическое партнёрство включены в национальные проекты «Инфраструктура для жизни», «Эффективная и конкурентная экономика», «Кадры», «Производительность труда», «Экологическое благополучие». В Томской области развивается центр цифровых технологий и подготовки специалистов для строительного бизнеса.

В 2025–2027 году запланированные совокупные инвестиции более 480 млн. руб. [1], из средств федерального и регионального бюджетов, сформируют положительные институциональные экстерналии на основе технологической модернизации, ускорения эффектов развития как корпоративного, так и бюджетного секторов экономики в регионе. Привлечение строительного бизнеса в новые национальные проекты обеспечивает связанность территорий за счёт строительства инженерных сооружений, дорог, транспортных узлов, обустройства урбанизационных центров, модернизацию коммунальной инфраструктуры, сохранение памятников культурного наследия, внедрение экологических инноваций, рост темпов производительности труда и формирование новой структуры рабочих мест, на основе внедрения цифровых технологий [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Департамент строительства Томской области. – Текст : электронный. – URL: <https://ds.tomsk.gov.ru> (дата обращения: 15.04.25).
2. Смирнова Т. Л. Управление персоналом на российских предприятиях / Т. Л. Смирнова – Проблемы экономики и управления предприятиями, отраслями, комплексами. –2009. – С.66-112.

Смирнова Т.Л.

РАЗВИТИЕ РЫНКА ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ НА ТЕРРИТОРИЯХ ПРИСУТСТВИЯ ГК «РОСАТОМ»

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: ctl2023@mail.ru*

Развитие информационных коммуникационных технологий, искусственного интеллекта в области здравоохранения позволяют повысить качество и предложить новые формы предоставления профессиональной специализированной медицинской помощи для разных категорий социально-демографических групп, снизить уровень смертности в трудоспособном возрасте. Телемедицинские технологии, связанные с эффектом децентрализации информации, расширяют перечень и доступность высококвалифицированных специализированных услуг (телеконсультации, телемониторинг пациентов, комплексное дистанционное сопровождение), уменьшают сроки получения просветительских информационных услуг, в условиях разного типа ограничений региональной мобильности.

Сокращение цифрового разрыва, на территориях присутствия ГК «Росатом» [1, 2], помогает ускорить по защищённым и безопасным каналам связи обмен медицинской информацией (данные электронной карты, электронные рецепты, результаты медицинских исследований, персональная медицинская аналитика). В 2025 году на рынке телемедицинских услуг наблюдается рост заключения корпоративных контрактов, обеспечивающих предоставление специализированных бонусных программ для сотрудников. Через систему мобильного информационного приложения растёт охват количества целевых социально-демографических групп, принимающих участие в программах медицинской профилактики, а так же в федеральных проектах РФ: «Семья», «Продолжительная и активная жизнь».

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т. Л. Опыт развития кластерной политики ГК «Росатом» / Т. Л. Смирнова. – Стратегическое и проектное управление. – Вып. VIII. – С.261-265.
2. Смирнова Т. Л. Развитие рынка Томской области в условиях формирования инновационной модели экономики / Т. Л. Смирнова. – Проблемы прогнозирования и сценарного моделирования социально-экономического развития территориальных систем. – 2012. – С.252-265.

Солдатова А.Э., Смирнова Т.Л.

ДОЛГОСРОЧНЫЕ ВЫЗОВЫ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: ctl2023@mail.ru*

Строительные организации, как и российская экономика в целом, сталкиваются с долгосрочными вызовами развития, отражающими как мировые тенденции, так и внутренние технологические и социально-экономические барьеры расширения бизнеса. Такие системные вызовы формируют необходимость контроля рисков привлечения долгосрочных инвестиций в инфраструктурные проекты, на основе технологического партнёрства крупного и среднего бизнеса. Наиболее значимым корпоративным риском развития строительной организации выступает цифровизация процессов внутреннего документооборота и инженерно-проектной деятельности, в результате недостаточного уровня защиты коммерческой тайны. Изменения правовых норм РФ, регламентирующих внедрение BIM-технологий, экологических и энергетических стандартов эффективности, приводят к снижению конкурентных преимуществ части строительных компаний, которые медленно корректируют бизнес-процессы, имеют негибкую адаптационную стратегию поведения на рынке.

Рост уровня себестоимости строительных материалов приводит к сокращению инвестиций из-за рисков нестабильности валютных курсов, растущих логистических издержек и цен на энергоресурсы. Строительные компании вынуждены переходить на привлечение локальных поставщиков ресурсов, жёсткую бюджетную политику контроля издержек производства и оптимизацию издержек транспортировки строительных материалов. Уход молодых квалифицированных специалистов, из промышленного сектора экономики в сферу услуг, формирует риски потери ключевых профессиональных компетенций в строительстве [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т. Л. Концепция эффективного развития рынка рабочей силы в России / Т. Л. Смирнова. – Новая модель экономического роста: теоретические конструкции и реальная политика. – 2014. – С.354.

Тараненко Д.А., Гаман Л.А.

ВОЛОНТЁРСКОЕ ДВИЖЕНИЕ В СОВРЕМЕННОЙ РОССИИ: ЦЕЛИ, ЗАДАЧИ, ПЕРСПЕКТИВЫ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: daniltaranenko2017@yandex.ru*

Волонтёрское движение набирает популярность в современном российском обществе: создаются различные организации на федеральном, региональном и местном уровнях, осуществляется поддержка со стороны государства. В настоящее время волонтерство реализуется по разным направлениям, однако преимущественно касается социальной сферы. Актуальность темы обусловлена необходимостью расширения представлений о волонтерском движении как важном условии развития гражданского общества в России. Данной проблемой интересуются такие авторы, как Л.В. Киреева, М.В. Певная, А.Н. Тарасова, К.Е. Косыгина, А.С. Автономов, И.А. Романова и другие. Целью этой работы является изучение волонтерского движения в современной России. Волонтерская деятельность – это форма добровольного бескорыстного служения обществу, направленная на оказание помощи в решении социально значимых проблем. Такая деятельность регламентируется международными соглашениями. Так, в 1990 году Международной Ассоциацией Добровольцев была принята Всеобщая Декларация Волонтеров. Волонтерство регламентируется и российским законодательством: с 1995 года действует Федеральный закон №135-ФЗ «О благотворительной деятельности и добровольчестве (волонтерстве)»; есть другие нормативно-правовые акты. Мотивы для занятия волонтерской деятельностью могут быть разными: реализация потребности приносить обществу пользу, получение новых компетенций, наработка опыта, старт профессиональной карьеры или даже корысть. Существует множество форм участия в добровольческой деятельности на разных уровнях. Так, большое внимание ей уделяется в ГК «Росатом». Широкое развитие добровольчество получило в Томске. В СТИ НИЯУ МИФИ также развивается волонтерская деятельность: в институте успешно работает волонтерский отряд «БлагоДАРЮ». Таким образом, добровольчество можно считать одним из главных факторов развития гражданского общества в России. Волонтерская деятельность объединяет людей для решения социально значимых проблем.

Текутьев С.И., Ретунская Т.Н.

ПЕРСПЕКТИВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ЛИЧНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: tekutev.2002@mail.ru*

Искусственный интеллект (ИИ) представляет собой компьютерную систему, способную решать задачи, традиционно выполняемые человеком, имитируя его мыслительные процессы, но оставаясь ограниченной заранее заданными алгоритмами. В отличие от человеческого сознания, которое ориентировано на диалог с окружающей средой и формирование поведения, ИИ действует строго в рамках поставленных задач. Основные модели взаимодействия ИИ и человека основаны на концепции «Интеллектуального взрыва» И. Гуда, где ИИ способен к самообучению и совершенствованию, что может снизить потребность в изобретениях со стороны человека.

Практическое применение ИИ включает автоматизацию рутинных задач (анализ данных, обработку запросов), оптимизацию бизнес-процессов и улучшение медицинской диагностики. Однако его использование сопряжено с рисками, такими как нарушение конфиденциальности данных, алгоритмические искажения из-за необъективных данных, отсутствие прозрачности решений, кибератаки, проблемы ответственности за автоматизированные решения, а также невозможность замены человеческого контакта в эмоционально-чувственных сферах.

Перспективы эффективного взаимодействия ИИ и личности человека включают совместное использование их навыков (формулирование запросов), автоматизацию рутинных задач для высвобождения времени человека, взаимное обучение (ИИ осваивает новые навыки, а человек - технологии), разработку когнитивных моделей взаимодействия для повышения эффективности, оптимизацию временных ресурсов, создание стандартов взаимодействия на уровне общества и организаций и др.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кушнир Н. В. Взаимодействие искусственного интеллекта и человека современном мире / Н. В. Кушнир, А. В. Кушнир, А. М. Гриднёва. – Научные труды КУБГТУ. – 2020. – №2. – С.1-10.

Трофимова У.С., Смирнова Т.Л.

ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
E-mail: ctl2023@mail.ru*

Строительный комплекс представляет собой интегрированную систему технологически взаимосвязанных организаций, осуществляющих виды экономической деятельности: проектирование, строительство, реконструкция, ремонт, снос зданий и сооружений. Строительный комплекс является одним из ключевых секторов российской экономики, оказывающим значительное влияние на социально-экологическое развитие, качество инфраструктуры и темпы экономического роста территорий страны [1]. Эффективность и устойчивость строительного сектора в российской экономике определяют возможности реализации национальных проектов и повышения уровня жизни населения. Ключевой характеристикой строительной организаций (подрядчик, субподрядчик, девелопер, застройщик) в регионе является направление специализации: жилищное, инфраструктурное, промышленное строительство.

Особенностью субъектов экономической деятельности, строительных организаций, становится высокая зависимость от государственных и частных инвестиций, строительных норм и правил, технических регламентов. Формирование стратегии развития строительной организации опирается на прогнозирование темпов роста спроса, динамики цен на рынке земли, поиск ресурсного потенциала в регионе, источников финансирования и климатических изменений. Дифференциация и выбор оптимальной стратегии строительной организации происходит через PEST-анализ, SWOT-анализ, матрицу BCG-группы. Критерием успешности реализации стратегии развития строительной организации считается достигнутый уровень рентабельности и резерв мощности, возрастающая мотивация и квалификация персонала, удовлетворённость клиентов [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирнова Т. Л. Современный рынок и формирование инновационной экономики в России / К. В. Антоненко, Т. Л. Смирнова, С. С. Чернов [и др.]. – Россия в XXI веке: модель устойчивого развития. – 2010. – С. 139-156.

Трубицина Я.П., Гаман Л.А.

МИГРАЦИЯ МОЛОДЁЖИ ИЗ ЗАКРЫТЫХ ГОРОДОВ: ПРИЧИНЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: yanatrybitsina@gmail.com*

В последние годы закрытые административно-территориальные образования (ЗАТО) столкнулись с устойчивым оттоком молодежи. Особую тревогу вызывает тот факт, что ЗАТО, созданные как стратегические центры оборонной и атомной промышленности, теряют наиболее активную и образованную часть населения. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью всестороннего анализа причин молодежной миграции с учетом значения этой категории населения для развития ЗАТО. Проблему оттока молодёжи из закрытых и малых городов изучают многие исследователи, среди которых О.А. Иванова, О.Н. Колесникова, О.А. Бойцова, М.В. Леденёва, К.О. Брегеда и другие.

Целью данной работы является выявление ключевых причин миграции молодежи из закрытых и малых городов и оценка последствий этого процесса. В комплексе причин молодежной миграции из ЗАТО большое значение имеют такие, как отсутствие возможностей для профессиональной реализации молодежи, низкий уровень заработной платы, ограниченный доступ к качественному образованию и культурным ресурсам, а также неразвитость инфраструктуры. На желание молодежи уехать из ЗАТО также влияет закрытость территории (пропускной режим, ограничения на въезд/выезд) и сложности с открытием бизнеса из-за административных барьеров и ограничений. Необходимо подчеркнуть отрицательные последствия молодежной миграции, такие как снижение интеллектуального потенциала ЗАТО, ухудшение демографической динамики.

Проблема миграции молодежи из ЗАТО требует системного подхода и координации усилий на федеральном, региональном и муниципальном уровнях. Для ее решения необходимо разработать специальную программу, включающую модернизацию инфраструктуры, создание современных образовательных и научных центров, развитие высокотехнологичных производств и введение социальных гарантий для молодых специалистов.

Уфимцева Е.В., Данилова М.Н., Подопризора Ю.В.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ НАСЕЛЕНИЯ РОССИИ

Томский государственный архитектурно-строительный университет,

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

e-mail: Ufimtseva80@mail.ru

Важным фактором в устойчивом развитии страны выступает демография населения. В 21 веке старение населения становится весьма значимым социальным изменением. В ближайшей перспективе при несменяемости ситуации нарастающие демографические ограничения, обусловленные уменьшением численности населения трудоспособного возраста, будут определяющими.

Основные негативные тенденции демографии России 21 века представлены на рис. 1.



Рисунок 1 – Современные тенденции демографии

В России отмечается кризисная демографическая ситуация, обусловленная снижением общего числа населения, сокращением доли молодежного и трудоспособного контингента, отрицательным естественным приростом, также убылью сельского населения и его внутренней миграцией в крупные города и пригороды.

Таким образом, учет демографических тенденций при стратегическом планировании развития России и ее регионов требует пристального внимания, т. к. основным негативным последствием выступает угроза национальной безопасности и территориальной целостности страны.

Уфимцева Е.В., Подопригора Ю.В., Данилова М.Н.

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2
e-mail: Ufimtseva80@mail.ru*

Благоустройство территорий предполагает повышение качества и комфорта городской среды, что в свою очередь выступает ключевой составляющей комплексного развития городского пространства и направлено на создание комфортных и безопасных условий проживания граждан, поддержание и улучшение санитарно-гигиенического состояния городской территории [1].

В г. Томске муниципальная программа по формированию современной среды города реализуется в рамках регионального проекта Томской области «Формирование комфортной городской среды», который в свою очередь действует на базе национального проекта «Жилье и городская среда».

Для создания уютной и комфортной среды в городе, томичи принимают участие в общественном голосовании за объекты пространств, требующих благоустройства.

По итогам 2023 г. на территории г. Томска согласно общественного интернет-голосования было выполнено благоустройство 16 общественных пространств, в 2024 г. были благоустроены 12 объектов пространств. На 2025 г. запланировано благоустройство в первоочередном порядке 8 территорий-победителей. Дизайн-проекты, утвержденных к благоустройству общественных территорий, размещены в свободном доступе на официальном сайте администрации г. Томска.

Таким образом, формирование современной среды территории имеет большое значение в жизни и функционировании любого города, несмотря на то, что мероприятия по благоустройству территорий представляют собой затратный процесс, а благоустройство в целом – это сложное многоаспектное и многоотраслевое направление.

ЛИТЕРАТУРА

1. Карелин Д. В. Эволюция инженерного благоустройства городских улиц Сибирского региона (XVII – начало XX в.) / Д. В. Карелин, М. А. Тырышкина. – Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2025. – №27(1). – С. 118-131.

Фриц Я.Я., Смирнова Т.Л.

«ЗЕЛЁНЫЕ» ИНВЕСТИЦИИ В ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

*Томский государственный архитектурно-строительный
университет*

634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

E-mail: ctl2023@mail.ru

Ускоренная урбанизация и техногенное развитие экономики, привели к серьёзным процессам нарушения целостности природной и социальной среды. Глобальное изменение климата, социальное и гендерное неравенство сопровождалось системными кризисами, ростом корпораций в начале XXI века. Такие процессы привели к изменению доминирования экономического подхода и осознанию важности устойчивого развития. «Зелёное» строительство представляет собой подход, на основе научных доступных технологий, к возведению и эксплуатации зданий, который позволяет снизить деструктивное воздействие на окружающую среду за счёт использования экологических строительных материалов и технологий ресурсной эффективности [1].

Критерий энергоэффективности является ведущим индикатором в системе безопасности комплексного мониторинга устойчивого регионального развития строительных компаний [2]. Внедрение рыночных и государственных инвестиционных механизмов, направленных на изменение поведения строительного бизнеса и домохозяйств через налоговое стимулирование, государственное субсидирование кредитов, внедрение национальных программ повышения энергоэффективности и сокращения углеродного следа. Пассивный дом проектируется с помощью аддитивных технологий и инструментов энергоаудита для снижения энергетических потерь за счёт современных строительных материалов и инновационных конструкционных решений. Внедрение национального стандарта экологической сертификации недвижимости «Клевер», использование механизмов мониторинга и компенсации выбросов парниковых газов позволяет повысить эффективность энергоресурсов [2].

ЛИТЕРАТУРА

1. Smirnova T. L. Educational environment of universities to creating technosphere safety and development of innovation economy / T. L. Smirnova. – Journal of Physics. – DOI 10.1088/1742-6596/1399/5/055088.
2. Клевер. – Текст : электронный // Интелкон. – 2025. – URL: <https://clevererp.ru> (дата обращения: 14.05.25).

Чернов Д.А., Ретунская Т.Н.

ОБРАЗОВАНИЕ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ – ЗЕРКАЛО ЭПОХИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: chernyj63@bk.ru*

Образование, являясь ключевым социальным институтом, отражает ценности, вызовы и трансформации общества. В условиях глобализации, цифровизации и культурного многообразия его роль как «зеркала эпохи» становится особенно значимой. По данным ЮНЕСКО (2023), 65% стран столкнулись с кризисом идентичности в образовании, что подтверждает актуальность исследования.

В своём исследовании мы не просто сравнением модели, но анализируем их как «слепок эпохи». Например, показано, как индустриализация XIX века превратила школы в «фабрики знаний», а цифровизация 2020-х перевела авторитаризм учителя в алгоритмы LMS-платформ.

Гибридные модели: Сингапурская система «Learn for Life» объединяет традиционную дисциплину, проекты и культурные ценности: осознанно и систематизированно продвигать свой уровень образования - важнейший из способов адаптации к обстоятельствам. Результат: 1-е место в PISA-2022.

Искусственный интеллект как новая «дидактика»: алгоритмы анализируют культурные предпочтения учеников, предлагая персонализированный контент. Риск: подмена человеческого взаимодействия автоматизацией (по данным MIT, 58% студентов чувствуют дефицит эмпатии в цифровом обучении).

Образование всегда отражало дух времени: от религиозного догматизма Средневековья до цифрового прагматизма XXI века. Его будущее зависит от способности синтезировать противоречия: сохранять культурные корни через этнопедагогику, внедрять инновации, не теряя гуманистической составляющей, превращать школы в «лаборатории общества», где традиции и технологии создают новую образовательную экосистему.

Шех П.М., Гаман Л.А.

СТУДЕНЧЕСКАЯ АКАДЕМИЧЕСКАЯ МОБИЛЬНОСТЬ: ВЫЗОВЫ И ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ МОЛОДЕЖИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: polinashekh5@gmail.com*

В современном мире, под воздействием информационных технологий происходит усложнение социума, что обусловило появление новых путей для получения образования. Одним из них является возможность поучаствовать в студенческой академической мобильности. Это стало важным элементом современного образования, способствующим как его интернационализации, так и развитию научно-образовательных связей между вузами страны, повышению качества обучения и личностному развитию молодежи. В условиях глобализации и трансформации российской образовательной системы, в немалой степени обусловленной выходом страны из Болонской системы, изучение вызовов и возможностей академической мобильности приобретает особую актуальность. Проблема академической мобильности исследуется в работах таких авторов, как Зайцева А.А., Рябина А.М., Почебут Л.Г. и др.

Целью данной работы является анализ ключевых вызовов и возможностей академической мобильности для молодежи, включая институциональные, финансовые и культурные аспекты. Сегодня выделяются два основных направления мобильности в России: международная, с акцентом на страны Азии, СНГ и Ближнего Востока, и внутрироссийская. Параллельно развиваются виртуальные формы академического обмена. Академическая мобильность раскрывает дополнительные возможности для самореализации молодежи, влияет на профессиональную траекторию ее участников, способствует развитию их коммуникативных навыков. Вместе с тем она сопряжена с целым рядом сложностей. Участники программ сталкиваются с языковыми барьерами, финансовыми трудностями, риском академической задолженности и другими проблемами. Таким образом, академическая мобильность – мощный инструмент личностного и профессионального роста студентов, однако для успешной реализации подобных программ требуется комплексный подход, включающий финансовую поддержку, упрощение административных процедур и развитие партнерских программ как с вузами страны, так и с вузами дружественных стран.

Шляхов Ф.С., Ретунская Т.Н.

ТЕХНОЛОГИИ ЭФФЕКТИВНЫХ КОММУНИКАЦИЙ КАК ИНСТРУМЕНТ УСПЕШНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ В ЭПОХУ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,
636036, г. Северск, Томской обл., пр. Коммунистический, 65
e-mail: federiko2003@mail.ru*

В современном мире, на фоне быстрого развития цифровой экономики эффективная коммуникация становится важнейшим инструментом для успешного руководителя. Технологии эффективных коммуникаций играют ключевую роль в установлении и поддержании связей с сотрудниками и обществом в целом. Они предоставляют возможности для обмена информацией, координации работы, разрешения конфликтов и создания эффективных рабочих отношений.

Наиболее эффективной технологией коммуникации является видеоконференция: можно проводить виртуальные совещания, общаться с удаленными командами и клиентами; выступать перед аудиторией любого размера. Эта технология помогает установить эмоциональный контакт с партнерами, т.к. используется невербальный язык.

Одним из самых распространенных инструментов коммуникации является электронная почта. Она позволяет передавать текстовые сообщения, документы и другую информацию в удобной форме.

Социальные сети также могут быть эффективным инструментом для построения личного бренда руководителя и расширения профессиональной сети контактов.

Коммуникация в цифровой экономике позволяет руководителю преодолеть географические и временные ограничения, обеспечить быстрое и эффективное взаимодействие с сотрудниками. Руководитель, умеющий грамотно общаться в цифровой среде, имеет все шансы стать успешным лидером в своей отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Великанова С. С. Подготовка управленческих кадров в условиях цифровой экономики / С. С. Великанова, О. В. Андреева. – Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 12(149). – С. 1022-1025.

СЕВЕРСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
НИЯУ МИФИ

Научное электронное издание

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИННОВАЦИОННОГО
РАЗВИТИЯ ЯДЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Всероссийская конференция,
посвященная 80-летию атомной промышленности*

19-23 мая 2025 г.

Материалы конференции

Научный редактор: профессор, доктор физико-математических наук
М.Д. Носков

Компьютерное макетирование и набор текста:
О.В. Толмосова

