

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЯДЕРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИФИ»

ВОЛГОДОНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ



СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА – 2022

СБОРНИК ТЕЗИСОВ

ХII Всероссийской научно-практической конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых

Волгодонск, 4–8 апреля 2022 г.



Волгодонск 2022

УДК 378 : 001 (063)
ББК 74.58
С88

Студенческая научная весна – 2022: сборник тезисов XII Всероссийской научно-практической молодежной конференции, Волгодонск, 4–8 апреля 2022 г. – Москва: НИЯУ МИФИ; Волгодонск: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2022. – 251 с.

В сборнике представлены материалы тезисов XII Всероссийской научно-практической молодежной конференции «Студенческая научная весна – 2022», посвященные проблемам эксплуатации атомных электростанций, ядерной и экологической безопасности, информационных технологий, промышленного, гражданского строительства, экономики и социально-правовым вопросам развития территорий размещения АЭС.

Предназначен для студентов, аспирантов, магистрантов и ученых, в область интересов которых входят перечисленные проблемы.

Издается в авторской редакции

ISBN 978-5-7262-2863-1

© Волгодонский инженерно-технический институт НИЯУ МИФИ, 2022

Ответственный за выпуск *Н.И. Лобковская*

Подписано в печать 22.04.2022. Формат 60*84 1/16
Усл. печ. л. 16,92 Тираж 100 экз.

Волгодонский инженерно-технический институт
ИПС ВИТИ НИЯУ МИФИ
347360, Россия, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94.

**Секция
ЯДЕРНЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Белявский С.В. Моделирование кампании топлива реактора КЛТ-40С методом Монте-Карло	7
Горбач А.С., Фомин Р.В. Создание модернизированных мишеней для наработки ^{14}C в экспериментальных каналах реактора ВВР-ц	8
Дворецкий С.В., Распопов Д.А., Белоусов П.А. Разработка моделей прогнозирования остаточного ресурса электроэнергетического оборудования АЭС	10
Иваницкая Е.С., Терехова А.М. Америций как проблема ядерной энергетики	12
Мелега Н.А., Побелянская М.А., Внуков Р.А. Особенность использования энергетического термоядерного реактора FDS-II для наработки изотопа Урана-233 и выжигания Америция-241	14
Распопов Д.А., Белоусов П.А. Разработка методов и алгоритмов контроля и диагностики электрических двигателей по электрошумовым характеристикам	17
Аверченкова Е.П., Силичева К.А., Внуков Р.А. Исследование влияния моделирования плутониевых агломератов на нейтронно-физические характеристики элементарных ячеек различных типов реакторов	18
Степанов К.И., Нижегородов Д.С. Исследование зависимости геометрии электродов на процесс электролизного получения фтора	20
Степанов К.И., Нижегородов Д.С. Исследование влияния геометрии анодно-катодной пары на процесс получения фтора среднетемпературным электролизом в ядерном цикле	22
Саванков В.Г., Лавроненко А.В., Внуков Р.А., Гердт Э.А. Методика поиска оптимальной расстановки твэгов в тепловыделяющей сборке ВВЭР-1200	23
Гердт Э.А., Внуков Р.А., Саванков В.Г., Лавроненко А.В. Аксиальное профилирование ТВС (Z49A2) ВВЭР-1200 по выгоранию	25
Чивилев Я.В., Скородумов Д.Г., Яуров С.В. Применение HS кода для определения влияния принудительного и конвективного движения среды на эффективность кожухотрубного теплообменного оборудования	27
Егоров Г.О., Фомин Р.В. Оптимизация наработки радионуклида ^{153}Sm на реакторной установке ВВР-ц	31
Дружинская О.И., Гришин К.С. Важность моделирования в процессе проведения внутриреакторного эксперимента	32
Разинькова Т.Н., Вострилова А.Д. Оценка радиационного воздействия на электрорадиоизделия в космическом пространстве	37
Скородумов Д.Г., Чивилев Я.В., Яуров С.В. Моделирование работы ограничителей течи системы подпитки-продувки первого контура при нормальной эксплуатации и разрывах трубопроводов и разработка новых моделей с усовершенствованными характеристиками	40
Внуков Р.А., Колесов В.В., Жаворонкова И.А. Влияние радиального профилирования твэгов на нейтронно-физические характеристики активной зоны ВВЭР-1200	42
Абидова Е.А., Довбыш С.А. Разработка лаборатории-тренажера по техническому обслуживанию и ремонту дизель-генераторного оборудования АЭС	45
Буркеев М.З., Фирсов Е.И., Внуков Р.А., Карякина С.А. Исследование возможности использования торий-уранового оксидного топлива на примере элементарных ячеек PWR и BWR	47
Попова А.Р., Лапкис А.А. Нейтронно-физические характеристики ВВЭР с тяжеловодным спектральным регулированием	49
Старченко А.С., Тришечкин Д.В., Лапкис А.А. Анализ изменения характеристик работы главных паровых задвижек на АЭС	51
Горбачев А.В., Кудымов В.А., Бубликова И.А. Анализ влияния содержания радионуклидов в донных отложениях водоемов регионов размещения Билибинской и Курской АЭС	54
Попова А.Р., Третьякова Т.В., Карпенко С.Д., Бейсуг О.И. Анализ содержания радионуклидов в атмосфере при эксплуатации Ленинградской и Ростовской атомных станций	55
Филинчук В.А., Лапкис А.А. Спектральное регулирование ВВЭР-СКД	57
Хворов М.И., Лапкис А.А. Спектральное регулирование реакторов ВВЭР при помощи вытеснителей	59
Коршунов Д.А., Цибизов А.А., Цибизов Д.А., Юмаев Д.А., Лапкис А.А. Анализ технического состояния электроприводной арматуры Нововоронежской АЭС в период ППР 2019 года	61
Орлов Н.В., Харитonenко А.П., Бейсуг О.И. Анализ сбросов радионуклидов ^{60}Co и ^{137}Cs в реки Сейм и Реут Курской АЭС	64
Константинов Д.С., Булгучев И.М., Ноженко Э.С., Бубликова И.А. Анализ влияния ППР на РаАЭС на радиационные характеристики территории размещения	66
Скулкин В.О., Внуков Р.А. Исследование влияния RIM-эффекта на нейтронно-физические характеристики эффективной ячейки реакторов типа BWR и PWR	68
Кот С.А., Цыхлер Л.В., Швеиц Д.В. Динамика определяющих параметров при выявлении дефектов и неисправностей электроприводной арматуры НВАЭС-2 на 7 энергоблоке в период ППР 2021 года	70
Лапкис А.А., Шульжик Ф.С., Пивоварова А.А. Определение надежности электроприводного оборудования энергоблоков атомных станций методом марковских цепей	72
Кишко Н.С., Краснокутский С.Р. Проектирование троллейбусной контактной сети 600В «г. Волгодонск – Ростовская АЭС»	76
Коломок А.В., Шилин А.А. Разработка системы контроля радиоэкологического фона местности по средствам передачи данных по GSM каналу	78

Захаров Д.С., Дементьев С.С. Разработка информационно-измерительной системы для радиационного мониторинга окружающей среды на базе беспилотного летательного аппарата	81
--	----

Секция МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА

Романов А.В., Руденко Д.С., Севашов В.А., Подрезов Н.Н. Системы технического зрения в сварочных технологиях	85
Гоок А.Э., Котенко О.Н., Попова А.В. Оптимизация потока изготовления образцов-свидетелей в условиях филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск	87
Иголина Ю.М., Головачёв С.Ю. Обработка металлов сверлами с многогранными неперетачиваемыми пластинами	90
Кольжецов Д.А., Морозова А.В. Повышение точности FDM-печати с использованием разработанного приложения	93

Секция ФИЗИКА

Осипян В.Б., Сысоев И.А., Ратушный В.И., Никулин Д.А., Митрофанов Д.В. Влияние концентрации индия на структуру и морфологию поверхности пленок InGaAs, полученных на подложке GaAs методом градиентной эпитаксии	98
Волков Д.В., Шилкина Л.А., Нагаенко А.В. Влияние изо- и гетеровалентного замещения на технологию получения и макроотклики твердых растворов на основе (La,Bi)MnO ₃	100
Мойса М.О. О численном моделировании петель диэлектрического гистерезиса посредством распределения Лоренца промышленного материала ПКР-7М	102
Астафьев П.А. Резонансные и радиопоглощающие свойства BFO-PFN на микрополосковой линии в СВЧ-диапазоне	104
Галатова А.О. Исследование методом МИКРО-РСФА распределения химических элементов на поверхности многокомпонентных материалов	105
Глазунова Е.В., Шилкина Л.А., Вербенко И.А., Резниченко Л.А. Фазообразование и диэлектрические свойства твердых растворов системы (1-x)BiFeO ₃ - x/2 PbFe _{1/2} Nb _{1/2} O ₃ - x/2 PbFe _{2/3} W _{1/3} O ₃	108
Жидель К.М. Исследование оптических свойств пленок на основе феррита висмута и ферро-ниобата свинца	110
Рудский Д.И., Вебер С.С. Влияния термодинамической истории приготовления образцов на особенности структурных состояний LaMnO ₃	112

Секция СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ

Лебедев В.Н., Игнатенко П.Н., Пимшин Ю.И., Постой Л.В. Влияние внешних климатических факторов на изменение геометрии вытяжной трубы градирни	115
Игнатенко П.Н., Гейдарова А.Н. Новейшие строительные материалы ауксетики	118
Банькина А.Э., Ткачев В.Г. Разработка организационно-технологических решений при строительстве объединённой насосной станции	120
Давтян А.Р., Нахабов А.В. Использование бетонного лома, получаемого в результате демонтажа объектов использования атомной энергии	122
Постой Л.В., Тетерина А.А., Гулякина В.В. Исследование возможности применения растворов, содержащих метанотрофные бактерии, для снижения содержания метана в криолитозоне методом инъектирования	124
Раужина Е.А., Постой Л.В. Оценка эффективности применения высокопрочного быстротвердеющего бетона при возведении башни ревизии трансформаторов	128
Федоренко А.Д., Орехов М.И. Разработка организационно-технологических решений строительства пятиэтажного жилого дома со встроенными офисными помещениями	130

Секция ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Пашкина В.В., Ефименко Н.А., Ухалина И.А., Агапова С.П. Перспективы развития малой атомной энергетики	132
Манукян М. Г., Губашев Р.М., Ухалина И.А., Ефименко Н.А. Перспективы развития энергетики в РФ под влиянием экономических санкций	136
Залиско Т.А., Буряк А.Е., Рогачева Ж.С. Проблемы импортозамещения в условиях международных санкций	139
Зверев А.А., Хухлаев Д.Г. Формирование современной валютной системы	141
Блохин М.А., Лобанов В.С. Снижение себестоимости производства продукции АО «Государственный ракетный центр имени академика В.П. Макеева» за счет внедрения новых конструкций	144
Задорожная Н.Д., Попова Т.С. Особенности нематериального стимулирования сотрудников (на примере предприятий города Волгодонск)	146

Казакова Д.Э., Малышкина А.С. Проблемы обеспечения экономической безопасности России при переходе на новый технологический уклад	149
Филиппова А.А. Управление организацией в условиях цифровизации: цифровой двойник управленческой системы	152
Кочеваткина Э.Ф., Боброва А.Г. Влияние внедрения концепции умного города на качество городской среды	155
Скоруина Е.Э., Волчкова Е.Н. Концепция «Умного производства» четвертой промышленной революции как одно из направлений развития российской экономики	157
Кочеваткина Э.Ф., Попова А.Р. Цифровые компетенции маркетолога в условиях нового технологического уклада	160
Телегина Е.А., Анцибор А.В. Моральный аспект – как один из основополагающих в формировании экономики России и ее регионов	163
Хайрова Л.Р., Устинова Н.Н. Организация и управление грузовыми перевозками предприятия	166
Чинарева У.А., Агапова С.П. Оценка эффективности дистанционного обучения с применением основ концепции «Бережливое обучение»	168
Колесникова В.А. Переход на партнерскую банковскую модель при кредитовании малого и среднего бизнеса	171
Миляева Н.В., Шаталин А.Н., Лукина Е.И. Gig economy как новая форма ведения бизнеса	173
Миниханова Д.А., Лобанов В.С. Повышение экономической эффективности производства за счёт внесения изменений в технологию изделий АО «ГРЦ им. В.П. Макеева»	176

Секция

СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА В ПЕРИОД ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ 4.0

Егоров К.А., Недорубов А.Н. Оценка философской гипотезы о виртуальности окружающего мира с точки зрения технических наук	180
Ворошилов И.О., Лобковская Н.И. Бот-помощник «Методичка в руках» как инструмент адаптации первокурсников в высшей школе	183
Недорубов А.Н., Пивоварова А.А., Шульжик Ф.С. Анализ ситуации с дефицитом товара в Советском Союзе в 1970-1980-е годы XX века по свидетельствам современников и на основании анализа статистических данных	186
Ульрих А.А., Лобковская Н.И. Коррупция и противодействие коррупционному поведению в оценках студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ	190
Переходько С.С., Апанасенко К.С., Вальковский Н.М., Лобковская Н.И. Диагностика художественно-визуальной мобильности студентов-атомщиков ВИТИ НИЯУ МИФИ	192
Авилов Е.М., Дотков В.В., Захарова Л.В. Биотехнологии и цифровое здравоохранение	194
Худотеплова К.И., Калмыкова Д.С., Попова Т.С. Фашизм как выражение радикализации общественного сознания	196
Лей В.А., Фролова М.А., Потапчук А.Ю. Культура безопасности как элемент достижения ядерной безопасности на исследовательском ядерном реакторе	198
Евдошкина Ю.А. Основные понятия обобщенной модели культуры безопасности персонала и населения зоны расположения АЭС	201

Секция

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

Горин А.С., Абидова Е.А. Оптимизация ПНР оборудования системы вентиляции SAM здания 20UMA при вводе в эксплуатацию энергоблока № 2 Белорусской АЭС	204
Дуров В.А., Абидова Е.А. Диагностический комплекс на базе Labview для резервной дизель-электрической станции	207
Абидова Е.А., Ершов А.Н., Сулов Е.С. Методика диагностирования состояния приводов АРК и ЛШП	208
Янкович Д.А., Абидова Е.А. Диагностическое обследование приводов аварийных, регулирующих, компенсирующих в составе исполнительного механизма системы управления и защиты для ВВЭР-440	210
Белова Е.П. Зависимость уровня успеваемости студентов от результатов ЕГЭ	213
Боярчук Н.В., Хухлаев Д.Г. Подходы к оптимизации процесса проведения входного контроля в филиале АО «АЭМ-Технологии» «Атоммаш»	216
Долгачев В.А., Очкур Г.В. Цифровая трансформация компании в условиях стремительного изменения факторов внешней среды	219
Елисеев А.И., Руденко П.И., Абидова Е.А. Анализ автоматических систем регулирования парогенерирующих установок	222
Зубенко А.С., Воробьев Е.В., Абидова Е.А. Создание алгоритма обработки термограмм для обучения нейронной сети	224
Карева Ю.Р., Цвелик Е.А. Анализ и оптимизация бизнес-процессов службы маркетинга	225
Ковалев А.А., Михеев И.В. Технологии защиты мультимедийной информации	227
Корниенко Б.Ю., Абидова Е.А. Комплекс для контроля ограничителей крутящего момента электроприводной арматуры по месту её эксплуатации	231
Ермилов И.В., Крапивко Е.Н., Абидова Е.А., Нечитайлов В.В. Аналитическое исследование результатов тепловизионного контроля оборудования АЭС	232
Поспелов И.А., Бубликова И.А. Анализ динамики нарушений и их причин при эксплуатации АС	234

Соловьева А.М. Анализ системы пожарной сигнализации объекта экономики	236
Шибанов А.А., Абидова Е.А. Моделирование типовых неисправностей СУЗ ШЭМ с помощью SIMINTECH	238
Корецкий И.Н., Кривин В.В., Руденко П.И. Оптимизация системы освещения Ростовской АЭС	240
Сухорукова В.К., Цуверкалова О.Ф. Информационная система анализа технического состояния тепловых сетей	243
Крюков Д.С., Крюков Д.С. Виртуальный стенд обучения методам диагностики и технического обслуживания трубопроводной арматуры	245
Кисель И.В., Постой Л.В. Анализ вариантов ограждающих конструкций стен, применяемых при строительстве быстровозводимых объектов	248
Козлик Е.Н., Цуверкалова О.Ф. Повышение эффективности проверки достоверности бухгалтерской отчетности с использованием современных цифровых технологий	249

УДК 621.039.546.8

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАМПАНИИ ТОПЛИВА РЕАКТОРА КЛТ-40С МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Белявский С.В.

Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия

В работе приводятся результаты расчётов методом Монте-Карло кампании ядерного реактора КЛТ-40С. Разработана расчетная модель с детальной геометрией и размещением тепловыделяющих элементов в тепловыделяющей сборке. Получено значение длины кампании ядерного топлива. Показано, что при переходе на торий-урановую топливную композицию, возможно достигать тех же значений кампании топлива при меньшем обогащении топлива.

Ключевые слова: малый модульный реактор, водо-водяной реактор под давлением, кампания, ядерное топливо, Монте-Карло, выгорание, уран, торий.

Малые модульные реакторы – одна из новейших разработок в области ядерной энергетики. Из-за своих сравнительно небольших размеров, а также небольшой мощности, такие реакторы могут быть доставлены в отдаленные регионы для развертывания децентрализованного энергообеспечения. Например, в городе Певек сейчас работает единственный в мире плавучий энергоблок с двумя реакторами КЛТ-40С [1].

Кампания ядерного топлива является одним из ключевых параметров, обеспечивающих экономическую эффективность ядерных установок. Так, чем дольше кампания топлива, тем реже требуется доставка свежего топлива для перегрузки. Однако современные активные зоны – очень сложные гетерогенные структуры, требующие прецизионных методов решения задач переноса излучения.

Цель данной работы – смоделировать тепловыделяющую сборку реактора КЛТ-40С при помощи программы MCU-PTR [2]. На рисунке 1 представлена визуализация модели ТВС КЛТ-40С при помощи MCU Office.

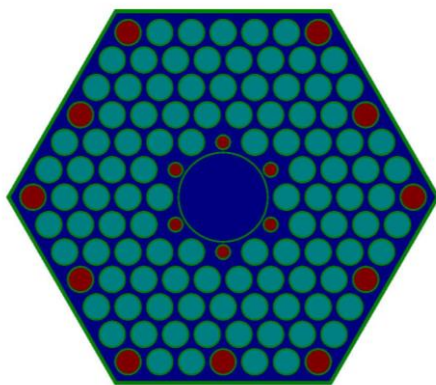


Рисунок 1 – Модель ТВС КЛТ-40С в MCU Office

ТВС представляется как комбинация из простых геометрических тел (цилиндры для топливных сердечников и оболочек, а также правильные шестиугольники для чехла и замедлителя, окружающего тепловыделяющие элементы). Вместо моделирования целой активной зоны моделируется бесконечная решетка из ТВС, поэтому рассматривается параметр k_{inf} вместо k_{eff} . Изменение нуклидного состава рассчитывается подпрограммой

BURNUP в составе MCU-PTR. Концом кампании топлива считается момент времени, когда k_{inf} становится равным единице.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Beliauskii S. V. et al. Effect of fuel nuclide composition on the fuel lifetime of reactor KLT-40S //Nuclear Engineering and Design. – 2020. – Т. 360. – С. 110524.
2. Алексеев Н. И. и др. Программа MCU-PTR для прецизионных расчетов исследовательских реакторов бассейнового и бакового типов //Атомная энергия. – 2010. – Т. 109. – №. 3. – С. 123-129.

Monte-Carlo Simulation of the Fuel Lifetime for KLT-40S Reactor

Beliauskii S.V.

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia
e-mail: Sv28@tpu.ru*

Abstract – The results of Monte-Carlo simulations for the fuel lifetime of KLT-40S reactor are presented in this paper. A calculation model with detailed geometry was designed. It is shown that if the fuel composition is changed to a thorium-uranium one, it is possible to achieve the same fuel lifetime value at lower enrichment.

Key words: small modular Reactors, pressurized water reactor, Monte-Carlo simulation, fuel lifetime, nuclear fuel, fuel burnup, uranium, thorium.

УДК 621.039.5

СОЗДАНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ МИШЕНЕЙ ДЛЯ НАРАБОТКИ ^{14}C В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ КАНАЛАХ РЕАКТОРА ВВР-Ц

Горбач А.С., Фомин Р.В.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Данная работа посвящена разработке новых конструкций мишеней для наработки радиоизотопа ^{14}C , с целью увеличения удельного выхода данного изотопа. Для этого на текущем этапе работы была сформирована конструкция облучаемой мишени, а также произведено моделирование активной зоны реактора ВВР-ц.

Ключевые слова – ядерная медицина, радионуклидные фармацевтические препараты, радиоизотоп ^{14}C , исследовательский реактор ВВР-ц, экспериментальные каналы.

На сегодняшний день, ядерные технологии применяются в различных сферах человеческой жизни и являются неотъемлемой её частью. Одной из таких сфер является ядерная медицина, в которой использование различных радионуклидных фармацевтических препаратов дало возможность не только диагностировать, а также проводить лечение различных заболеваний, главным образом онкологических. Такие фармацевтические препараты, в зависимости от назначения, изготавливают на основе различных нестабильных изотопов. Одним из таких изотопов является ^{14}C , который используется как непосредственно

в ядерной медицине, так и фармакологии при создании и тестировании новых фармацевтических субстанций.

Актуальность проводимого исследования обусловлена непрерывно повышающимся спросом на изотоп ^{14}C , а также необходимостью снижения себестоимости выпускаемой продукции, за счет увеличения количества нарабатываемого изотопа.

Цель работы – разработка новых конструкций облучательных мишеней, для производства радиоизотопа ^{14}C . Повышение эффективности достигается за счет использования мишеней оптимизированной конструкции и формирования идеальных условий ее облучения в экспериментальных каналах реактора ВВР-ц.

В рамках выполнения научной работы используется прецизионный программный комплекс SERPENT [1]. В данном ПК была разработана и верифицирована расчетная модель активной зоны реактора ВВР-ц с учетом выгорания топлива и размещением органов СУЗ [2]. Картограмма созданной активной зоны представлена на рисунке 1. Данная модель используется с целью проведения поисковых исследований для нахождения максимального удельного выхода соответствующего радионуклида.

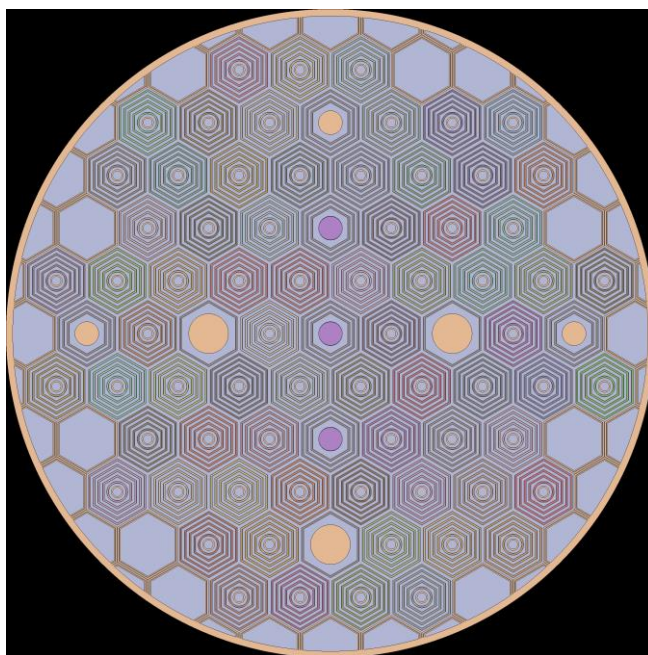


Рисунок 1 – Картограмма активной зоны РУ ВВР-ц

В работе рассматривается наработка радиоизотопа ^{14}C , получаемого по реакции $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$. Изначально в качестве материала мишени выбрано соединение CaN_2O_6 . На текущий момент сформирована конструкция мишень для наработки радиоизотопа и применяемые в мишени материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Учебное пособие «Использование программного комплекса SERPENT для проведения нейтронно-физического расчета реактора». Ю.А. Каражелевская, А.М. Терехова, В.В. Колесов. Обнинск 2016.
2. В.В. Колесов, Р.В. Фомин. Создание прецизионной модели реактора ВВР-ц для последующей оптимизации его конструкции и наработки радионуклидов. В сб.: «Знания молодых ядерщиков – атомным станциям», Москва, 2011, с. 50-51.

Creating Modernized Targets for the Production of ^{14}C in the Experimental Channels of the VVR-ts Reactor

Gorbach A.S.¹, Fomin R.V.

Abstract – This work is devoted to the development of new target designs for the production of the radioisotope ^{14}C , in order to increase the specific yield of this isotope. For this purpose, at the current stage of work, the design of the irradiated target was formed, and the core of the VVR-ts reactor was simulated.

Key words: radiation medicine, radionuclide pharmaceuticals, radioisotope ^{14}C , research reactor VVR-ts, experimental channels.

УДК 621.311

РАЗРАБОТКА МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Дворецкий С.В., Распопов Д.А., Белоусов П.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

В докладе рассматриваются разработка нейросетевой модели машинного обучения для прогнозирования ресурса электрооборудования АЭС. Разрабатываемая модель применяется в интеллектуальных сетях для анализа состояния электрооборудования. В рамках исследования были собраны данные с помощью экспериментального лабораторного стенда с электрооборудования, проведён их разведочный и спектральный анализ, выделены электрошумовые характеристики и построены модели прогнозирования остаточного ресурса.

Ключевые слова: интеллектуальные сети, остаточный ресурс, электрооборудование, машинное обучение, АЭС.

Ключевым требованием к работе атомных станций является безопасность эксплуатации, во многом зависящая от бесперебойности работы электротехнического оборудования, подключенного к сети АЭС. Период эксплуатации электрооборудования устанавливается заводом изготовителем и для оборудования АЭС составляет 20-25 лет. На протяжении всего срока службы и особенно при приближении его окончания необходимо получать достоверную информацию о техническом состоянии оборудования на данный момент и определять период остающийся до его перехода в предельное состояние.

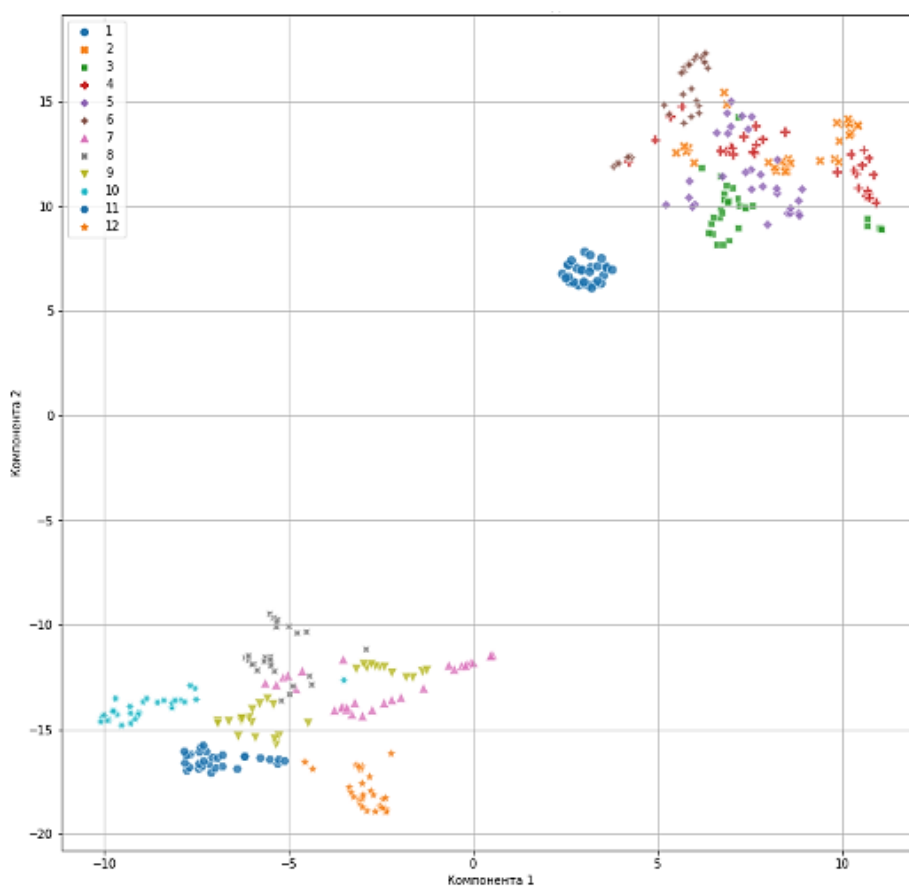
Сегодня решение задачи определения остаточного ресурса требует получения большого числа показателей качества обследуемого оборудования, наличия специализированных диагностических приборов и высокой квалификации специалистов, занимающихся диагностикой. Диагностика осуществляется по следующим параметрам: температура масла, пара, деталей, узлов, мощность (активная, реактивная), виброскорость, виброперемещение, осевое смещение, частотное вращение. Также всё более широкое применение находит шумовая диагностика.

Всё большее применение в наше время находят технологии активноадаптивных сетей, называемые на западе Smart Grid. Контроль параметров интеллектуальными сетями производится в автоматизированном режиме. Умные сети позволяют быстро обнаруживать неисправное оборудование в общей энергосети. Данная технология имеет большой потенциал в области диагностики электрооборудования. Возможности, предоставляемые активноадаптивными сетями позволяют обнаруживать отклонения оборудования от нормальных параметров работы и находить причину этих отклонений.

В работе с помощью экспериментального лабораторного стенда «Исследования параметров электросети» осуществлялся сбор данных с электрооборудования. Через датчики тока и напряжения в лабораторном стенде была получена информация об электрических характеристиках оборудования подключенного к электросети.

При проведении исследования было осуществлено два эксперимента. В результате первого эксперимента были получены данные по двенадцати электронно-вычислительным машинам. Оборудование с аналогичными техническими характеристиками находилось в одинаковых режимах работы, но имело разные сроки эксплуатации. Так первые шесть машин использовались на протяжении срока службы более интенсивно, чем остальные, и соответственно имеют меньший остаточный ресурс. К извлечённым данным были применены методы спектрального анализа, что позволило получить электрошумовые характеристики оборудования. С помощью кластеризации методом стохастического вложения соседей с t-распределением удалось верно выделить две группы вычислительных машин.

В результате проведения второго эксперимента были получены показатели мощности электрооборудования. Исследование проводилось на протяжении нескольких недель, при этом оборудование подвергалось нагрузкам. На полученных данных заметна деградация оборудования. Так за период наблюдения потребляемая мощность электрооборудования возросла. Была построена нейросетевая модель машинного обучения, прогнозирующая остаточный ресурс оборудования на основании изменения характеристик мощности оборудования.



Источник: собственная разработка

Рисунок 1 – Проекция на оси главных компонент значений характеристик напряжения и тока с использованием метода t-SNE

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 59410-2021 «Комплекс электрооборудования и приводы систем управления и защиты атомных станций. Учет фактически выработанного и оценка остаточного ресурса.» Введ. 2021-06-15.

2. А. И. Хальясмаа Диагностика электрооборудования электрических станций и подстанций: учебное пособие – Екатеринбург : Издво Урал. ун-та, 2015. – 64 с.
3. Д.А. Распопов, П. А. Белоусов Технологии Smart Grid в атомной энергетике // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий : Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, Балаково, 23 апреля 2020 года.

Development of Models for Forecasting the Residual Life of NPP Power Equipment

Dvoretzky S.V.¹, Raspopov D.A., Belousov P.A.

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*e-mail: dvoretzkijsv@oiate.ru*

Abstract – The report discusses the development of a neural network model of machine learning for predicting the residual life of electrical equipment of nuclear power plants. The developed model is used in smart grids to analyze the state of electrical equipment. As part of the study, data were collected using an experimental laboratory stand from electrical equipment, their exploration and spectral analysis was carried out, electrical noise characteristics were identified and residual life forecasting models were constructed.

Key words: Smart Grid, residual life, electrical equipment, machine learning, NPP.

УДК 539.1

АМЕРИЦИЙ КАК ПРОБЛЕМА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Иваницкая Е.С., Терехова А.М.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Основная проблема атомной энергетики связана с большим количеством отработавшего ядерного топлива (ОЯТ). В настоящее время переработка ОЯТ приводит к образованию значительного количества отходов, в частности америция. Подавляющий вклад в его накопление вносит распад плутония – 241 и без принятия специальных мер, есть риск значительного роста запасов америция. В работе рассмотрены характеристики америция и дан краткий анализ методов обращения с ним.

Ключевые слова: реакторная установка, трансмутация америция, минорные актиниды, отработавшее ядерное топливо, ядерная энергетика, быстрый реактор, тепловой реактор, радиотоксичность.

Одной из главных проблем ядерной энергетики является обращение с радиоактивными отходами (РАО). В процессе работы в реакторных установках накапливаются минорные актиниды (МА) – долгоживущие радиоактивные изотопы америция, кюрия, нептуния. Некоторые изотопы данных элементов представляют опасность из-за протекающих в них процессов самопроизвольного деления и длинных периодов полураспада. Наибольший интерес направлен на Америций – 241 и его использование в составе смешанного топлива [1].

Америций – синтезированный трансурановый элемент и может быть получен:

- как дочерний продукт
 β^- – распада плутония – 241



электронного захвата ядром кюрия – 241



альфа-распада берклия–245



- в реакторные установки плутоний - 241 в результате реакций при захвате нейтрона ураном– 238 (формулы (4) – (9))



- из образующегося при переработке ОЯТ оксида плутония

Основополагающий вклад в накопление америция приносит распад плутония-241, вследствие чего основным изотопом является америций-241: его доля во всём америции более 80%. Остальные изотопы – Am-242m (незначительное количество) и Am-243.

Образующийся в отработавшем ядерном топливе (ОЯТ) и в выделенном из него плутонии, америций является сильным эмиттером γ -излучения с энергией порядка 60 кэВ, внося наибольший вклад в степень долговременной радиотоксичности ОЯТ. Помимо этого, Am-241 является паразитным поглотителем нейтронов. Поэтому при длительном хранении происходит потеря существенной части энергетического потенциала плутония из-за сокращения количества делящихся изотопов [2].

Существует множество предложенных вариантов обращения с МА и в частности с Am-241. Имеется два основных пути: захоронение и трансмутация. Первый способ не обеспечивает безопасности хранения, одна из причин – Np-237 – продукт распада Am-241 – элемент с низкой собираемостью и повышенной миграционной способностью, не позволяющей гарантировать надежность захоронений. В это же время сжигание приводит к образованию стабильных элементов, что существенно снижает опасность МА [3]. Ввиду образования америция непосредственно в ОЯТ, исключение длительного хранения ОЯТ и использование плутония с высоким содержанием изотопа Pu-241 в качестве топлива быстрых реакторов, станет наиболее эффективным способом для сокращения количества америция [4].

Альтернативное захоронению использование америция в качестве компонента для смешанного оксидного топлива не единственное его применение. Америций необходим в нейтронных источниках, предназначенных для разведки органического топлива, а также используется в различных контрольно-измерительных приборах, как источник мягкого гамма-излучения.

Америций является экологически опасным элементом. Затраты на обеспечение его безопасного хранения не известны и однозначного варианта обращения с ним до сих пор не выбрано. В данной работе были рассмотрены различные пути решения этой проблемы, освещены достоинства и недостатки каждого метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Выделение минорных актинидов из высокоактивных отходов – современные тенденции / М.Ю. Аляпышев, В.А. Бабаин, Ю.А. Устынюк // Успехи химии. – 2016. – Том 85, № 9 – С. 901 – 1032.
2. К вопросу накопления и реакторной утилизации америция в ядерной энергетике / Декусар В.М., Здродников А.В., Елисеев В.А., Моисеев А.Л. // Ядерно-реакторные константы. – 2019. - выпуск 1. – С. 215-223.
3. Сравнение эффективности трансмутации америция в вариантах реакторов на быстрых нейтронах с уран-ториевым топливом / Коробейников В.В., Колесов В.В., Михалёв А.В. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2021. – №4 – С. 43-52.
4. Исследования возможности выжигания и трансмутации АМ-241 в реакторе с америциевым топливом / Коробейников В.В., Колесов В.В., Терехова А.М., Каражелевская Ю.Е. // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика – 2019. – №2 – С. 153-163.

Americium as a Nuclear Energy Problem

Ivanitskaya E.S.¹, Terekhova A.M.

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*e-mail: k.ivanitskaya1_01@mail.ru*

Abstract – The main problem of nuclear power is associated with a large amount of radioactive waste. Currently, the processing of spent nuclear fuel leads to the formation of a significant amount of waste containing various nuclides, in particular americium. The overwhelming contribution to its accumulation is made by the decay of plutonium – 241 and without taking special measures, there is a risk of a significant increase in americium reserves. The paper considers the characteristics of americium and gives a brief analysis of the methods of handling it.

Key words: reactor plant, americium transmutation, minor actinides, spent nuclear fuel, nuclear power, fast reactor, thermal reactor, radiotoxicity.

УДК 621.039.619

ОСОБЕННОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА FDS-II ДЛЯ НАРАБОТКИ ИЗОТОПА УРАНА-233 И ВЫЖИГАНИЯ АМЕРИЦИЯ-241

Мелега Н.А., Побелянская М.А., Внуков Р.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Ядерная энергетика приобретает все больший аспект популярности в современном мире. Новейшие ядерные системы, с улучшенными системами деления, синтеза, а также гибридные системы, были предложены с учетом их высокой устойчивости, безопасности и надежности, экономической эффективности, а также устойчивости к распространению. В работе создана модель активной зоны термоядерного реактора FDS-II с зоной наработки U-233 и (параллельно) модель, где в зоне наработки размещался Am²⁴¹О₃.

Ключевые слова: термоядерный реактор, трансмутация америция, система деления, размножение.

Ядерная энергетика приобретает все больший аспект популярности в современном мире. Новейшие ядерные системы, с улучшенными системами деления, синтеза, а также гибридные системы, были предложены с учетом их высокой устойчивости, безопасности и надежности, экономической эффективности, а также устойчивости к распространению.

Трансмутация является важным подходом к сокращению ядерных отходов, поскольку второстепенные актиниды и долгоживущие продукты деления превращаются со временем в стабильные нуклиды.

В работе создана модель активной зоны термоядерного реактора FDS-II с зоной наработки U-233 и (параллельно) модель, где в зоне наработки размещался Am_2O_3 . Расчет производился в программном комплексе Serpent, в рамках которого используется метод Монте-Карло. Одномерная модель, созданная в программном комплексе, представлена на рисунке 1.

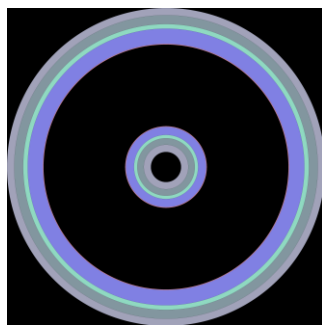


Рисунок 1 – Модель активной зоны FDS-II

Получены значения плотности потока нейтронов по радиусу в рамках уточнения эффективных размеров зоны воспроизводства ядерного топлива (изотопа U-233 из Th-232). Результаты показали нелинейную зависимость уменьшения плотности потока нейтронов в зоне наработки. Был рассмотрен период времени работы реактора до двух лет для отслеживания характера наработки U-233. В рамках модели наработки U-233 осуществлялась замена 10% атомной доли изотопов в зоне наработки на ThO_2 . Для модели сжигания минорных актинидов осуществлялась аналогичная замена на Am_2O_3 , состоящим из одного изотопа Am-241.

Что касается значений плотности потока нейтронов на рисунке 2 представлена нормированное изменение плотности потока нейтронов в зоне наработки (603-678 см).

Флуктуации определяются сложностью подбора статистики для модели больших размеров. В настоящей работе количество нейтронных историй составляли 10^8 на одну временную итерацию.

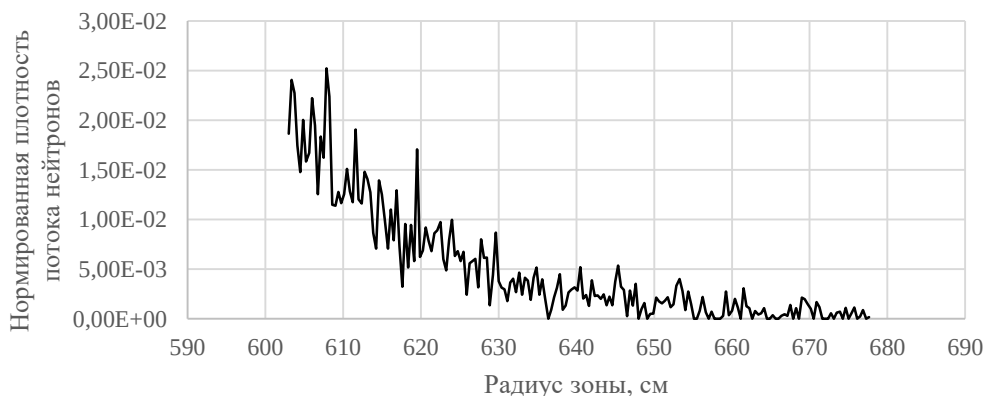


Рисунок 2 – Нормированное изменение плотности потока нейтронов по радиусу за двухлетний режим работы

По выходным значениям расчета погрешность составляла 20%. Для модели с выжиганием америция точность расчета имела схожие значения.

Результат выжигания минорного актинида представлен на рисунке 3.

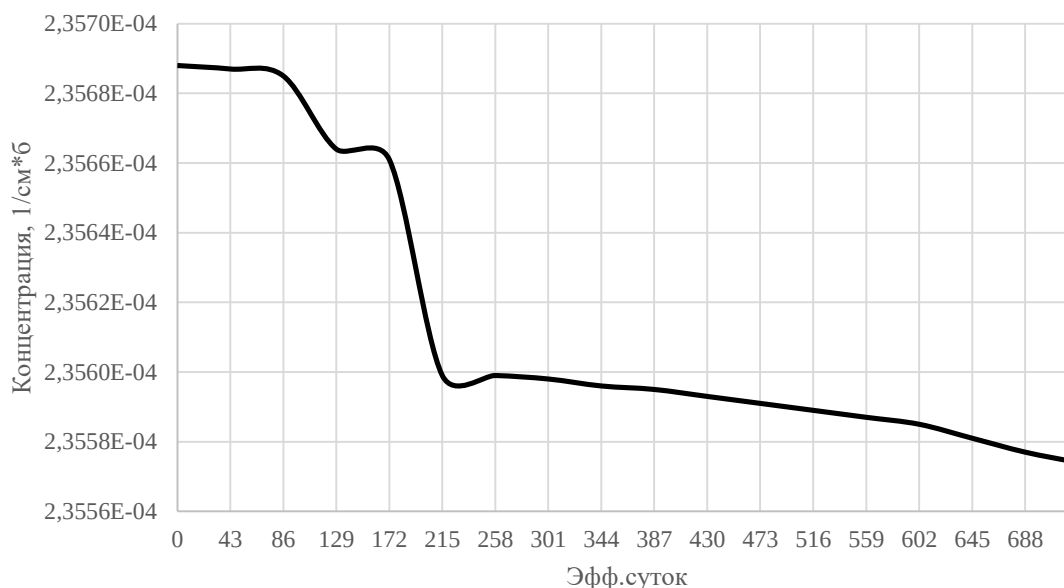


Рисунок 3 – Изменение концентрации Ам-241

Полученные значения показывают необходимость уточнения параметров наработки U-233 и сжигания Ам-241 (либо других нуклидов) ввиду несущественных изменений концентраций со временем в моделях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yican Wu, Neutronics of Advanced Nuclear Systems, Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019;
2. Yican WU, Conceptual Design Activities of FDS Series Fusion Power Plants, the First IAEA Technical Meeting on the First Generation of Fusion Power Plants, July 5-7, 2005, Vienna.

The Peculiarity of Using the Fds-Ii Energy Thermonuclear Reactor for the Development of the Uranium-233 Isotope and the Burning of Americium-241

Melega N.A.¹, Vnukov R.A., Pobelyanskaya M.A., Levon M.A.

*Obninsk Institute of Atomic Energy – a branch of the National Research Nuclear University «МЭФИ»,
Obninsk, Kaluga region, Russia*

¹ e-mail: melegana@oiate.ru

Abstract – Nuclear power is gaining more and more popularity in the modern world. The latest nuclear systems, with improved fission, fusion systems, as well as hybrid systems, were proposed taking into account their high stability, safety and reliability, economic efficiency, as well as resistance to proliferation. In this work, a model of the core of the FDS-II thermonuclear reactor with the operating zone U-233 and (in parallel) a model where Am₂O₃ was placed in the operating zone was created.

Key words: thermonuclear reactor, americium transmutation, fission system, proliferation.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПО ЭЛЕКТРОШУМОВЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Распопов Д.А., Белоусов П.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

В данной статье описывается актуальность создания и внедрения интеллектуальных систем диагностики для асинхронных электродвигателей. Асинхронные электродвигатели являются одними из самых важных потребителей электроэнергии собственных нужд любого промышленного предприятия. Отказ в работе электродвигателей может привести к аварийной ситуации и простоем оборудования. В статье приводится описание прибора для разработки методов и алгоритмов интеллектуального анализа данных, основанного на электрошумовых характеристиках, для построения систем контроля и диагностики асинхронных электродвигателей промышленных предприятий.

Ключевые слова: интеллектуальные энергосистемы, машинное обучение, искусственный интеллект, энергоэффективность, электроэнергия, АЭС.

В настоящее время на любом промышленном предприятии используется оборудование, в состав которого входят электродвигатели. Наиболее распространенным в промышленности является асинхронный трехфазный двигатель (АД). Согласно статистике, АД в среднем потребляют до 80 % всей мощности, потребляемой различными промышленными предприятиями. Таким образом, можно утверждать, что АД является особо важным потребителем собственных нужд любого промышленного предприятия, поэтому актуальной задачей является обеспечение качественного, надежного и бесперебойного электроснабжения данного оборудования. Выход АД из строя может привести к возникновению аварийной ситуации, простоям, нарушению технологического режима и прочим негативным факторам, снижающим эффективность производства и промышленного предприятия в целом [1].

К решению данной задачи необходимо подойти исходя из особенностей и состояния современной науки и техники, рассмотрев их основные тренды и тенденции. Глобальными трендами, направленными на повышение эффективности производства, являются: цифровизация или цифровая трансформация, интернет вещей, искусственный интеллект, машинное обучение и анализ больших данных, облачные технологии и другие, связанные с ними технологии [2]. Перечисленные технологии могут быть использованы в интеллектуальной системе (ИС) для диагностики и прогнозирования технического состояния всего оборудования промышленных предприятий, включая асинхронные двигатели. Благодаря применению данных технологий ИС позволит производить сбор, хранение и обработку информации с оборудования, которая впоследствии будет использована для прогнозирования отказов и аномалий в режиме работы АД, что позволит выявить неисправность на ранней стадии, предотвратить поломку оборудования, снизить затраты на ремонт и уменьшить время простоя [3].

В Обнинском институте атомной энергетики был собран экспериментальный лабораторный стенд для анализа параметров сети и разработки методов и алгоритмов диагностики электрооборудования по данным электрических шумов, выделенных из сигналов тока и напряжения, показанный на рисунке 1. С помощью встроенного модуля АЦП, прибор позволяет производить сбор данных тока и напряжения с соответствующих датчиков с максимальной частотой дискретизации 2 МГц.

С помощью прибора был проведен эксперимент по сбору данных с электродвигателей и разработаны методы и алгоритмы контроля и диагностики электрических двигателей по

данным тока и напряжения. Благодаря использованию спектрального анализа, из исходных данных были выделены информативные шумовые характеристики электродвигателя, а с помощью современных технологий машинного обучения были созданы предиктивные модели, прогнозирующие техническое состояние электродвигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бахарев А. В., Умурзакова А. Д. Анализ методик оценки технического состояния электродвигателя //ЭНЕРГЕТИКА И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА. – 2017. – С. 402-402
2. Ефремов А. Цифровая трансформация в промышленности-глобальный тренд XXI века //Горная промышленность. – 2019. – №. 5. – С. 38-38.
3. Кобец Б. Б. Smart Grid в электроэнергетике //Энергетическая политика. – 2009. – №. 6. – С. 54-57.

Development of Methods and Algorithms for Control and Diagnosis of Electric Motors by Electric Noise Characteristics

Raspopov D.A.¹, Belousov P.A.

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*e-mail: DARaspopov@mephi.ru*

Abstract – This article describes the relevance of the creation and implementation of intelligent diagnostic systems for asynchronous electric motors. Asynchronous electric motors are one of the most important consumers of auxiliary electricity in any industrial enterprise. The failure of the electric motors can lead to an emergency situation and equipment downtime. The article describes a device for developing methods and algorithms for data mining based on electrical noise characteristics, for building control and diagnostic systems for asynchronous electric motors of industrial enterprises.

Key words: smart grids, machine learning, artificial intelligence, energy efficiency, electricity, nuclear power plants.

УДК 539.17

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛУТОНИЕВЫХ АГЛОМЕРАТОВ НА НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЯЧЕЕК РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ РЕАКТОРОВ

Аверченкова Е.П., Силичева К.А., Внуков Р.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

В данной работе поднимается вопрос влияния агломератов с высокообогащенным плутонием на нетехнологичность изготовления МОХ-топлива. Проанализированы нейтронно-физические расчеты выгорания элементарной ячейки реакторов с разными типами решетки: гомогенной и гетерогенной. Отслеживалось отношение энерговыделений в матрице и агломерате и наличие Допплер эффекта.

Ключевые слова: МОХ-топливо, агломерат, энерговыделение, элементарная ячейка, Допплер эффект, теория возмущений.

В настоящее время реакторный плутоний и плутоний с высоким обогащением активно используется в качестве реакторного топлива. В России реактор типа БН работает с использованием МОХ-топлива. В США на МОХ-топливе эксплуатируется реактор типа PWR более того, в перспективе для реакторов ВВЭР-СКД так же перспективно использование МОХ-топлива. Таким образом, в будущем предполагается использование МОХ-топлива в реакторах как с жидкометаллическим теплоносителем, так и с водяным.

Технология изготовления оксидного уран-плутониевого топлива для твэлов энергетических реакторов предусматривает два варианта: 1) путем механического смешивания исходных порошков диоксидов урана и плутония; 2) путем изготовления таблеток из химически соосаженных порошков в присутствии поверхностно-активных веществ. [1] В каждом способе изготовления наблюдается неоднородность дисперсной структуры: среди измельченной в пыль плутониевой составляющей находятся агломераты, в которых содержание плутония в топливе составляет 27%. На основании этого актуальна проблема нетехнологичности изготовления МОХ-топлива.

В качестве модели была выбрана элементарная ячейка реакторов PWR и БН-800. Рассматриваемые модели: гетерогенная и гомогенная. Для отслеживания локального энерговыделения и изменения критичности каждая ячейка разделяется аксиально и радиально. Моделируется нахождение высокообогащенных структур в каждой зоне, объемная доля которых составляет 7%, 10%, 22%. [2]

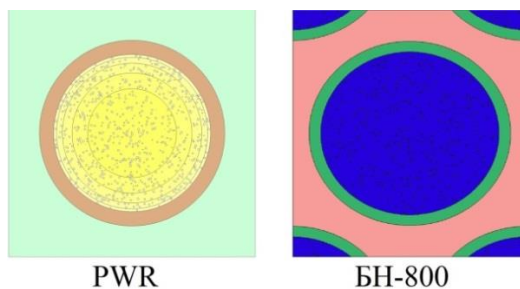


Рисунок 1 – Смоделированные варианты топливных элементов для PWR и БН-800. Вид сверху.

Для расчета применялся программный комплекс Serpent: многоцелевой трехмерный код переноса частиц методом Монте-Карло с возможностью задания спектра нейтронов с непрерывной энергией.[3] Отслеживались две характеристики: изменение критичности и энерговыделения между исходной и уточненной моделями.

Таблица 1 – Отношение энерговыделений агломератов к матрице

№ зоны	7%	10%	22%
1	1.511	1.541	2.318
2	1.516	1.546	2.346
3	1.522	1.552	2.361
4	1.525	1.556	2.386
5	1.527	1.559	2.404

Рассмотрено исследование в двух приближениях. В первом приближении температура матрицы осталась постоянной, увеличена температура агломератов с высоким содержанием Pu пропорциональной выходным значениям энерговыделений. Отношение температуры агломератов к температуре матрицы отражено в формуле (1).

$$\frac{T_a}{T_m} = \frac{q_a}{q_m} \quad (1),$$

где T_a и T_m – температуры агломератов и матрицы, q_a и q_m – энерговыделение в агломератах и матрице.

Во втором приближении уменьшена температура агломератов относительно средней температуры топлива и увеличена температура матрицы.

$$\begin{cases} T_{cp} = \nu \cdot T_a + \nu \cdot T_m \\ \frac{T_a}{T_m} = \frac{q_a}{q_m} \end{cases} \quad (2),$$

где T_a и T_m – температуры агломератов и матрицы, ν – концентрация.

Результаты показали сходимость отношения энерговыделений в начале кампаний моделей на 1-ой итерации. Таким образом, отношение энерговыделений не изменяется с изменением температур в соответствии с выходными характеристиками элементарной ячейки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бенман И.Н. Ядерная индустрия. Курс лекций. М., Изд-во МГУ, 2005, 867 с.(24л)
2. Takanori Kameyam, Akihiro Sasahara, Tetsuo Matsumura "Analyses of Burnup at Plutonium Spots in Uranium Plutonium Mixed Oxide Fuels in Light Water Reactors by Neutron Transport and Burnup Calculations". Nuclear science and technology, 1997.
3. Leppänen, J. and Isotalo, A. "Burnup calculation methodology in the Serpent 2 Monte Carlo code". In proc. PHYSOR, 2012.

Research of Impact of Plutonium Spots on a Lattice Calculation for Different Reactor Types

Averchenkova E.P., Silicheva K.A.¹, Vnukov R.A.

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*e-mail: silichevaka@oiate.ru*

Abstract –There is an assumption, that plutonium spots impact on safety of Mixed Oxide Fuel. It was analyzed two different types on fuel rods: heterogeneous and homogeneous, to see if the heterogeneity of the structure changes the criticality; also it was a Doppler effect as a parameters to compare.

Key words: uranium-plutonium Mixed Oxide Fuel, plutonium spots, energy release, fuel rod, Doppler effect, perturbation theory.

УДК 544.076.32

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГЕОМЕТРИИ ЭЛЕКТРОДОВ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРА

Степанов К.И., Нижегородов Д.С.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск, Томская обл., Россия

Фтор – чрезвычайно химически активный неметалл и самый сильный окислитель, является самым лёгким элементом из группы галогенов. Является незаменимым элементов в ядерном топливном цикле, применяется для создания ядерного топлива в соединении гексафторида урана.

Ключевые слова: фтор, электролиз, получение фтора, геометрия анода, ток, напряжение, вольт-амперная характеристика.

Многие фторсодержащие вещества очень важны для современной науки и техники. Химия фтора начала развиваться с 1930-х годов, и особенно быстро - в годы Второй мировой войны (с 1939 по 1945 г.) и после нее в связи с потребностями атомной промышленности и ракетной техники. За последние три десятилетия значительно расширились работы по исследованию и производству фтора и фтороводорода. Интерес к данным веществам обусловлен главным образом использованием их в атомной промышленности, в металлургии легких и редких элементов, а также в ракетной технике; кроме того, фтор играет существенную роль в физиологии человека. [1]

При ведении процесса важными показателями являются плотность тока и напряжение на электродах, потому что от них зависит выход конечного продукта, экономические показатели и долговечность оборудования. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) – зависимость тока, протекающего через элемент цепи, от напряжения на этом элементе. На ВАХ влияют такие факторы как: кислотность, состав электролита, примеси, поверхность погружения анода в электролит, соотношение сторон анода и межэлектродное расстояние.

Общеизвестно, что ядерным горючим может служить не всякий уран, а лишь некоторые его изотопы, в первую очередь ^{235}U . Разделение изотопов урана осложняется тем, что почти все современные методы разделения рассчитаны на газообразные вещества или летучие жидкости.

Уран кипит при температуре около 3500°C . Исключительно летучее соединение урана – его гексафторид UF_6 . Он закипает при $56,2^{\circ}\text{C}$. Поэтому разделяют не металлический уран, а гексафториды урана-235 и урана-238. По химическим свойствам эти вещества, естественно, не отличаются друг от друга. Процесс разделения их идет на стремительно вращающихся центрифугах.

Разогнанные центробежной силой молекулы гексафторида урана проходят через мелкопористые перегородки: «легкие» молекулы, содержащие ^{235}U , проходят сквозь них чуть быстрее «тяжелых». После разделения гексафторид урана превращают в тетрафторид UF_4 , а затем и в металлический уран.

При проведении исследований вольтамперных характеристик процесса электролиза в лабораторных условиях была достигнута плотность тока $0.2-0.3 \text{ A/cm}^2$ при напряжении равном $7-7.5 \text{ В}$, что значительно улучшает экономические показатели процесса получения фтора.

Экспериментально также установлено, что на работу электролизера существенное влияние оказывают: геометрия электродов, межэлектродное расстояние, площадь поверхности погружения электрода, примеси в электролите.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкин Н. П. Технология фтора. – М: Атомиздат, 1968.-188 с.
2. Томилов А.П. "Прикладная электрохимия". М.: Химия, 1984 – 262 с.

Investigation of the Dependence of the Geometry of the Electrodes on the Process of Electrolysis Production of Fluorine

Stepanov K.I.¹, Nizhegorodov D.S.

Seversk Technological Institute «National Research Nuclear University «MEPhI», Seversk, Tomsk region, Russia
¹e-mail: skdota2@bk.ru

Abstract – Fluorine is an extremely reactive non-metal and the strongest oxidizing agent, it is the lightest element from the halogen group. It is an indispensable element in the nuclear fuel cycle, it is used to create nuclear fuel in the compound of uranium hexafluoride.

Key words: fluorine, electrolysis, fluorine production, anode-cathode pair, current, voltage, volt-ampere characteristic.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ АНОДНО-КАТОДНОЙ ПАРЫ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРА СРЕДНТЕМПЕРАТУРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ В ЯДЕРНОМ ЦИКЛЕ

Степанов К.И., Нижегородов Д.С.

Северский технологический институт НИЯУ МИФИ, г. Северск, Томская обл., Россия

Фтор – чрезвычайно химически активный неметалл и самый сильный окислитель, является самым лёгким элементом из группы галогенов. Является незаменимым элементов в ядерном топливном цикле, применяется для создания ядерного топлива в соединении гексафторида урана.

Ключевые слова: фтор, электролиз, получение фтора, анодно-катодная пара, ток, напряжение.

Фтор – один из самых химически активных элементов и является важной частью химической и ядерной промышленности во всем мире. Поэтому совершенствование технологии получения фтора является актуальной задачей. В производственных условиях фтор получают среднетемпературным электролизом (СТЭ) расплава гидродифторида калия, который образуется при насыщении расплава $KF \cdot 2HF$ фтороводородом. [1]

При ведении процесса важными показателями являются плотность тока и напряжение на электродах, потому что от них зависит выход конечного продукта, экономические показатели и долговечность оборудования. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) – зависимость тока, протекающего через элемент цепи, от напряжения на этом элементе. На ВАХ влияют такие факторы как: кислотность, состав электролита, примеси, поверхность погружения анода в электролит, соотношение сторон анода и межэлектродное расстояние. [2] Газообразный фтор используют для получения гексафторида урана (UF_6), применяемого для разделения изотопов урана в ядерной промышленности, из UF_4 и оксидов урана. Трифторид хлора ClF_3 – фторирующий агент и мощный окислитель ракетного топлива; гексафторид серы SF_6 – газообразный изолятор в электротехнической промышленности; фториды металлов (например, W и V) для получения металлов; фреоны – хорошие хладагенты, применяемые во многих областях атомной отрасли. В производственных условиях фтор получают среднетемпературным электролизом (СТЭ) расплава гидродифторида калия, который образуется при насыщении расплава $KF \cdot 2HF$ фтороводородом. Для производства элементного фтора в настоящее время в промышленных масштабах используют только среднетемпературный и высокотемпературный способы электролиза системы $HF-KF$. При ведении процесса важными показателями являются плотность тока и напряжение на электродах, потому что от них зависит выход конечного продукта, экономические показатели и долговечность оборудования. Анализ патентно-информационных источников позволил выявить несколько технических решений, позволяющих повысить надёжность электрического контакта токоподводящего штока к угольному аноду и при этом снизить удельное электрическое сопротивление материала анодной пластины.

В данной работе рассмотрено влияние межэлектродного расстояния, площади рабочей поверхности электродов на ВАХ, так же были проведены эксперименты при изоляции боковых поверхностей ФУМ, получены соответствующие зависимости плотности тока от напряжения, сделаны выводы о влиянии исследованных факторов на процесс среднетемпературного электролиза фтора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галкин Н. П. Технология фтора. – М: Атомиздат, 1968.–188 с.
2. Томилов А.П. "Прикладная электрохимия". М.: Химия, 1984 – 262 с.

Investigation of the Influence of the Geometry of the Anode-Cathode Pair on the Process of Obtaining Fluorine by Medium -Temperature Electrolysis in the Nuclear Cycle

Stepanov K.I.¹, Nizhegorodov D.S.

Seversk Technological Institute «National Research Nuclear University «MEPhI», Seversk, Tomsk region, Russia

¹*e-mail: kirill.koma@mail.ru*

Abstract – Fluorine is an extremely reactive non-metal and the strongest oxidizing agent, it is the lightest element from the halogen group. It is an indispensable element in the nuclear fuel cycle, it is used to create nuclear fuel in the compound of uranium hexafluoride.

Key words: fluorine, electrolysis, fluorine production, anode-cathode pair, current, voltage.

УДК 621.039.5

МЕТОДИКА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОЙ РАССТАНОВКИ ТВЭГОВ В ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКЕ ВВЭР-1200

Саванков В.Г., Лавроненко А.В., Внуков Р.А., Гердт Э.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

В текущей работе рассматривается четырёхгодичная кампания ТВС ВВЭР-1200 (являющаяся аналогом реальных решёток БелАЭС), анализируется плотность потока нейтронов в каждом топливном кольце и на этом основании делается предположение о наиболее удачном (с точки зрения профилирования) расположения топлива с выгорающим поглотителем (с целью добиться более равномерного выгорания топлива, что должно повлечь за собой продление кампании ТВС). В дальнейших исследованиях будет определена наиболее успешная компоновка из предложенных в данном рассмотрении.

Ключевые слова: тепловыделяющая сборка, ВВЭР-1200, твэг, профилирование, оптимизация.

Вопрос оптимизации выгорания топлива с целью продления кампании рассматривался в ряде работ и по-прежнему является актуальным с позиции улучшения технико-экономических показателей ЯЭУ. В работе рассматривается оптимальное размещение твэгов за счет выравнивания нейтронного поля по ТВС.

На первом шаге рассматривалось нейтронное поле ТВС без твэгов (с отсутствием возмущений в нейтронный поток выгорающим поглотителем). За основу взята модель ТВС Z49. На втором шаге твэги с 5% содержанием Gd₂O₃ размещались в кольцах с повышенной плотностью потока нейтронов. Далее твэги размещались в соседних кольцах для отслеживания эффекта компенсации избыточной реактивности.

В расчетах использовался программный комплекс Serpent 2 [1]. Разбивка определена функцией *dep butot* (точки по выгоранию). Выбраны точки: 0.1, 0.7, 2.5, 5, а затем с шагом 5 до 48.96 (что соответствует четырёхгодичной кампании). Более частая разбивка необходима для точного расчета изменения концентраций в период переходных процессов в топливе. В качестве расчётной геометрии выбрана бесконечная решётка ТВС, являющаяся аналогом реальных решёток БелАЭС [2]. Предусмотрены хвостовики, опорные стаканы топливных стержней. Была использована бесконечная геометрия по радиусу (*set bc 2*), в торцах – «вакуум» [3]. Произведена разбивка на пять зон по температуре теплоносителя для приближения модели к реальным эксплуатационным условиям. На рисунке 1 представлен график зависимости плотности нейтронного потока от номера топливного кольца.

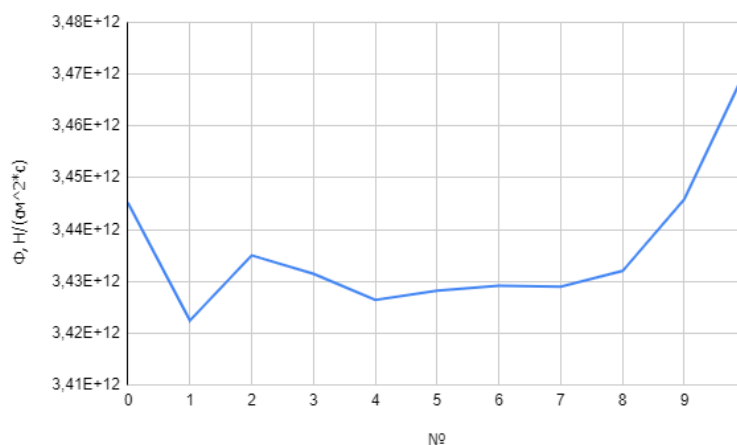


Рисунок 1– Зависимость плотности нейтронного потока от номера топливного кольца

Плотность потока фиксировалась на «нулевом» шаге по выгоранию. Резкое падение плотности потока между центральным и первым кольцом обусловлено наличием межтвэльного расстояния, у группы нейтронов имеется большой шанс поглощения в этой области. Части нейтронов всё-таки удаётся преодолеть зазор и попасть в соседний твэл, но из-за наличия теплоносителя они становятся тепловыми. Также вклад вносит 3 кольцо, где такое же количество твэлов, как и во 2, отсюда небольшой подъём на графике. Локальное уменьшение роста плотности нейтронного потока в 3 и 4 кольцах обусловлены наличием технологических каналов с водой, которая также является поглотителем нейтронов.

Результаты показали необходимость нормализации потока в рамках ТВС, для этого предложено несколько вариантов размещения топлива с поглотителем: 2 и 9, 8 и 10, 2 и 10. Кроме гексагонального расположения твэгов, можно рассматривать квадратное расположение, как в работе [4]. Для дальнейшего обоснования необходимо рассмотреть процесс выгорания в рамках установления ТВС с предложенным профилем размещения твэгов в активной зоне реактора для учета азимутальной неравномерности нейтронного потока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Leppänen J., Pusa M., Viitanen T., Valtavirta V., Kaltiaisenaho T. The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013. *Ann. Nucl. Energy*, 82 (2015) p.142-150.
2. VVER-1200 reactor core (V-392M). Available at: <https://ppt-online.org/274776> (accessed Sept. 19, 2021)
3. Khoshahval F., Foroutan S. S., Zolfaghari A., Minuchehr H. Evaluation of Burnable Absorber Rods Effect on Neutronic Performance in Fuel Assembly of VVER-1000 Reactor.// *Annals of Nuclear Engineering*. – 2016. – Vol. 87. – PP. 648-658. DOI: 10.1016/j.anucene.2015.10.012.
4. Внуков Р.А., Колесов В.В., Жаворонкова И.А., Котов Я.А., Праманик М.Р. Влияние размещения выгорающего поглотителя на нейтронно-физические характеристики тепловыделяющей сборки ВВЭР-1200. *Известия вузов. Ядерная энергетика*. – 2021. – № 2. – С. 27-38. DOI: 10.26583/npe.2021.2.03.

A Method for Searching the Optimal Arrangement of Fuel Element with Gadolinium in a VVER-1200 Fuel Assembly

Savankov V.G.¹, Lavronenko A.V., Vnukov R.A., Gerdt E.A.

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*e-mail: savankovvg@oiate.ru*

Abstract – In the current work, a four-year campaign of VVER-1200 fuel assemblies (which is analogous to the real grids of BelNPP) is considered, the neutron flux density in each fuel ring is analyzed, and on this basis, an prediction is made about the most successful (in terms of profiling) arrangement of fuel with

a burnable absorber (in order to achieve more uniform fuel burnup, which should lead to an extension of the fuel assemblies campaign). Further studies will determine the most successful layout proposed in this review.

Key words: fuel assembly, VVER-1200, fuel element with gadolinium, profiling, optimization.

УДК 621.039.5

АКСИАЛЬНОЕ ПРОФИЛИРОВАНИЕ ТВС (Z49A2) ВВЭР-1200 ПО ВЫГОРАНИЮ

Гердт Э.А., Внуков Р.А., Саванков В.Г., Лавроненко А.В.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Рассматривается метод профилирования тепловыделяющей сборки (далее ТВС) по выгоранию ядерного топлива. Исследование проводится путём компьютерного моделирования и прецизионных расчётов. На основании полученных данных формируются выводы об эффективности выбранного метода профилирования.

Ключевые слова – профилирование, ТВС, моделирование, выгорание, ядерные и энергетические технологии

В данный момент идёт активное развитие атомной энергетики, совершенствование и оптимизации технологии преобразования энергии ядерной цепной реакции в электричество - ядерных реакторов. Согласно более точному определению, реактор – устройство для осуществления управляемой цепной ядерной реакции с целью выработки тепловой энергии [1].

Главным направлением оптимизационных процессов, очевидно, должно быть улучшение технических и экономических показателей реактора для повышения безопасности и снижение стоимости вырабатываемой энергии.

Оптимизация кампании реактора, выравнивание энерговыделения по высоте, позволит, возможно, сэкономить ресурсы, затрачиваемые на производство топлива и реактора в целом, либо продлить срок кампании реактора.

Оптимизация параметров ТВС проходила на модели Z49A2 реактора ВВЭР-1200 (рис. 1), которая содержит твэги в 5 и 9 гексагональных кольцах, считая от центра, 18 направляющих каналов и 1 инструментальный канал.

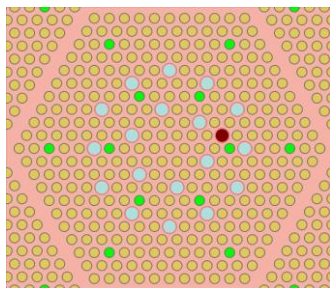


Рисунок 1 – Модель ТВС Z49A2

Метод оптимизации заключается в выравнивании кривой выгорания с помощью пересчета концентраций изотопов. Изначально проводится расчёт модели с разбиением на 10 зон. Затем, исходя из функции выгорания от высоты твэга, проводится перепрофилирование,

исходя из анализа данных. Концентрации поглотителя изменяются пропорционально отношениям усредненных выгорания к усредненному значению по всей высоте активной зоны, при этом плотность топливных таблеток принимается неизменяемой величиной. По выходным значениям можно сделать вывод о наличии возможности оптимизации при профилировании по методу выравнивания кривой выгорания материалов.

Основной целью работы является обоснование возможности продления топливной кампании реактора путём профилирования ядерного реактора по высоте активной зоны за счёт выравнивания кривой функции выгорания от координаты по высоте активной зоны.

Расчёты проводятся в ПК Serpent версии 2 [2] и представляют собой итерационный процесс достижения оптимальных концентраций изотопов по высоте ТВС.

В настоящее время проводится расчёт второй итерации исходной модели (рис. 2), по данным которой будут выполнены все необходимые этапы выбранной методологии исследования.

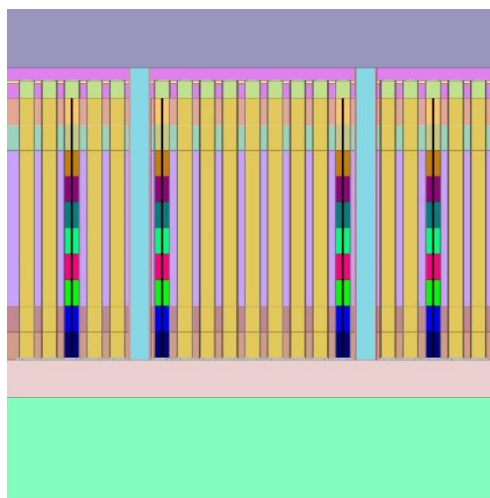


Рисунок 2–Исходное профилирование модели ТВС

Большая статистика и сложная геометрия модели требуют больших вычислительных мощностей и много времени. Следовательно, параллельно необходимо проводить оптимизацию самой модели для снижения нагрузки на компьютер.

Таким образом, данное исследование предусматривает не только критерий эффективности, соблюдение которого оценивается по результатам вычислений в ПК Serpent, но и критерий рациональности, оцениваемый по количеству вычислительных мощностей, необходимых для выполнения поставленных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бекман И.Н. Ядерная индустрия. Курс лекций. М., Изд-во МГУ, 2005, 867 с. (л. 9)
2. J. Leppanen, et al. The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013. Ann. Nucl. Energy, 82 (2015) 142-150.

Axial Profiling of Fuel Assembly (Z49A2) of the VVER-1200 by Burning

Gerdt E.A., Vnukov R.A. Savankov V.G., Lavronenko A.V.

*IATE NRNU MEPHI, Obninsk, Kaluga region, Russia, Obninsk
eduard_gerdt@mail.ru*

Method of profiling of fuel assembly of burnup of nuclear fuel is under consideration. Research is done with computer modelling and precise calculations. Considering the collected data the conclusion about effectiveness of the chosen method of profiling is formed.

Key words: profiling, fuel assembly, modelling, burning, nuclear and energy technologies.

ПРИМЕНЕНИЕ NS КОДА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО И КОНВЕКТИВНОГО ДВИЖЕНИЯ СРЕДЫ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Чивилев Я.В.^{*}, Скородумов Д.Г.^{*}, Яуров С.В.^{}**

^{}Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия*

*^{**}Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция» г. Нововоронеж, Воронежская обл., Россия*

Выявлена низкая эффективность регенеративного теплообменника системы продувки и дренажей парогенераторов. Предложена готовая расчетная модель, учитывающее влияние вынужденного и естественного направлений потока для спирально навитых кожухотрубных теплообменников. Проведен расчет с целью верификации расчетной модели, для дальнейшего описания режимов работы теплообменного аппарата с учетом противоположного/однонаправленного направления принудительного и свободного движения среды. Определено, что модель позволяет оценивать эффективность работы любого кожухотрубного теплообменного аппарата со спирально-навитыми трубами.

Ключевые слова: пуско-наладочные работы, эффективность, теплообменник, движение среды, модель, температура, расход, расчет, оборудование, режим работы.

Проведение физических экспериментов не всегда целесообразно с экономической точки зрения. Проведение расчетного (численного) моделирования позволяет получить как качественные, так и количественные характеристики какого-либо явления/режимов работы оборудования.

Так в ходе проведения пуско-наладочных работ системы продувки и дренажей парогенераторов энергоблока №1 Нововоронежской АЭС-2 была выявлена низкая эффективность регенеративного теплообменника (РТО). При подробном анализе режимов работы РТО выяснилось, что основной вклад в его эффективность вносят два конкурирующих процесса:

- 1) принудительное движение среды, создаваемое за счет работы насосов системы;
- 2) свободное (конвективное) движение среды, создаваемое за счет подъемно-опускных сил вследствие изменения температуры и плотности среды [1].

Причем, в случае противоположного направления принудительного и свободного движения среды эффективность РТО падает, а в случае однонаправленного движения среды эффективность РТО растет.

Исходя из этих предположений, на энергоблоке №2 Нововоронежской АЭС-2 была выполнена перетрассировка обвязки РТО таким образом, что принудительное и свободно движение среды совпадают [2]. Схема подключения обвязки РТО продувки и дренажей ПГ представлена на рисунке 1.

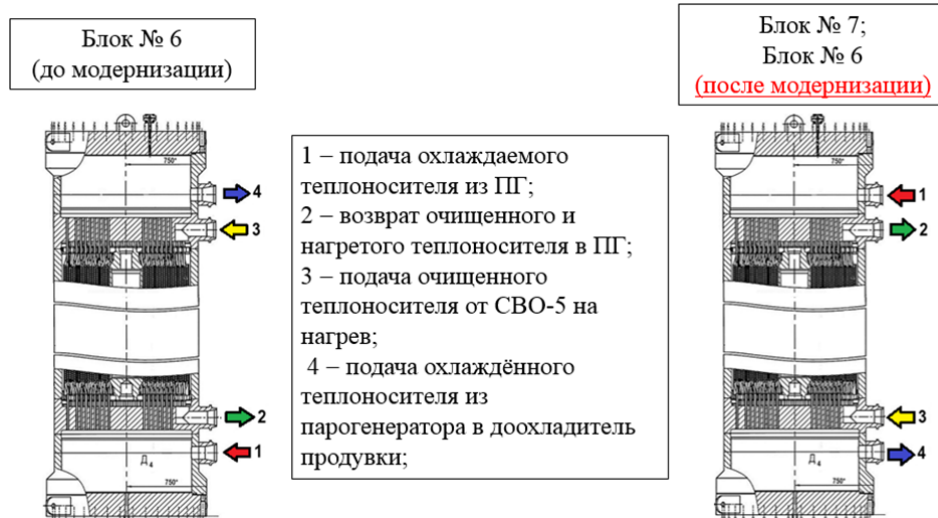


Рисунок 1 – Схема подключения обвязки регенеративного теплообменника продувки и дренажей ПГ

Учитывая полученные экспериментальные данные режимов работы РТО, была разработана теплогидравлическая модель, посчитанная в HS коде, в среде динамического моделирования SimInTech с целью анализа влияния выявленного эффекта на эффективность работы теплообменника.

Расчетная модель представляет собой 2 канала, 2 граничных узла, подпитку и тепловой элемент. Каждый канал содержит в себе более 100 элементарных объемов, которые являются камерой идеального смешения, то есть величины параметров, характеризующие состояние рабочего тела в нём, не имеют пространственного распределения внутри объема и состояние рабочего тела характеризуется только одним значением давления и энтальпии [3].

Схема модели канала представлена на рисунке 2.

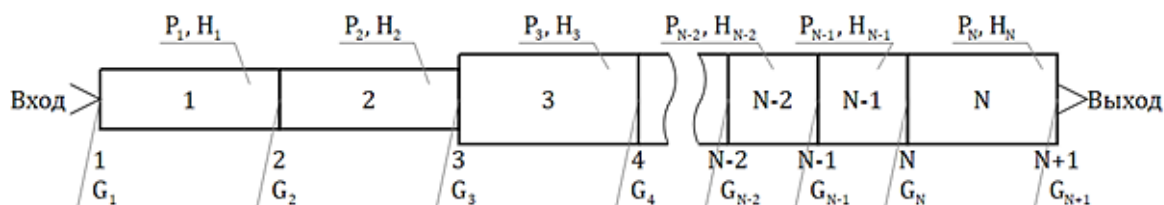


Рисунок 2 – Схема модели канала

Исходные данные рассчитываются интерполяционным методом по таблицам термодинамических свойств воды и водяного пара. Для идентификации влияния конвективного движения на теплообмен использовались уравнение сохранения массы:

$$\left(\left(\frac{\partial \rho}{\partial P} \right)_h + \frac{\rho}{S} \cdot \frac{\partial S}{\partial P} \right) \cdot \frac{\partial P}{\partial \tau} = \frac{1}{V} \cdot [G_j - G_{j+1}] - \left(\frac{\partial \rho}{\partial h} \right)_P \cdot \frac{\partial h}{\partial \tau} \quad (1)$$

Уравнение сохранения энергии:

$$\begin{aligned} \rho \cdot V \cdot \frac{\partial h}{\partial \tau} = & V \cdot \frac{\partial P}{\partial \tau} + G_j \cdot w_j \cdot (h_{j-1} - h_j) - G_{j+1} \cdot (1 - w_{j+1}) \cdot (h_{j+1} - h_j) \\ & + \left(\frac{G_j}{\rho} \cdot w_j \cdot (P_j - P_{j-1}) + \frac{G_{j+1}}{\rho} \cdot (1 - w_{j+1}) \cdot (P_{j+1} - P_j) \right) + Q_v + Q_{ax} \\ & + Q_{wall} \end{aligned} \quad (2)$$

Расчетная модель представлена на рисунке 3.

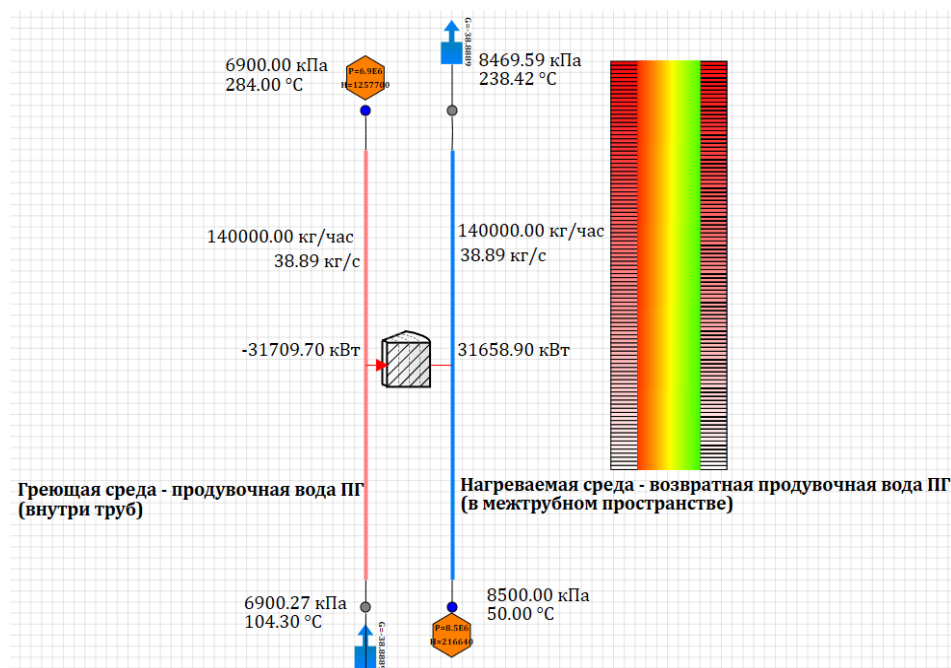


Рисунок 3 – Расчетная модель регенеративного теплообменника продувки и дренажей ПГ в SimInTech и градиент температур по стенке

В таблице 1 представлены численные значения температуры на входе/выходе в РТО в случаях противоположного и однонаправленного направления вынужденного и свободного (конвекционного) движения среды для различных расходов среды.

Таблица 1 – Численные значения температуры на входе/выходе в РТО в случаях противоположного и однонаправленного направления вынужденного и свободного (конвекционного) движения среды для различных расходов среды

Направление среды	Параметр	Экспериментальные данные			Расчетные данные		
Противоположные	Расход продувки на входе в РТО (от ПГ), т/ч	148,2	60	140	148,2	60	140
	Температура на входе в РТО охлаждаемой среды из ПГ, °C	281,2	280	285,0	281,2	280	285,0
	Температура на выходе из РТО охлаждаемой среды из ПГ на спецводоочистку, °C	144,4	205	Не менее 100	145,6	190	195
	Температура на входе в РТО охлаждающей среды от спецводоочистки в ПГ, °C	62,1	60,0	50	62	60	50
	Температура на выходе из РТО охлаждающей среды от спецводоочистки в ПГ, °C	212,1	156	237÷251	205,3	160	155
Однонаправленные	Расход продувки на входе в РТО (от ПГ), т/ч	165,6	64,1	140	165,6	64,1	140
	Температура на входе в РТО охлаждаемой среды из ПГ, °C	281,0	280,0	285,0	281,2	280	285,0
	Температура на выходе из РТО охлаждаемой среды из ПГ на спецводоочистку, °C	95,0	71	Не менее 100	101	82	104,3
	Температура на входе в РТО охлаждающей среды от спецводоочистки в ПГ, °C	46,7	32,9	50	47	33	50
	Температура на выходе из РТО охлаждающей среды от спецводоочистки в ПГ, °C	241,0	248,0	237-251	233	250	238,4

Учитывая полученные экспериментальные (реальные) данные режимов работы РТО, автор работы выполнил разработку математической модели в отечественном расчетном коде SimInTech с целью анализа влияния выявленного эффекта на эффективность работы теплообменника.

Расчетная модель позволяет оценивать эффективность работы любого кожухотрубного теплообменного аппарата со спирально-навитыми трубками.

Полученные результаты расчета, позволяют сделать вывод о том, что модель в полном объеме описывает режимы работы теплообменного аппарата с учетом противоположного/однонаправленного направления принудительного и свободного движения среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. С.В. Яуров, К.Ф. Галиев, А.В. Боровой, А.С. Вольнов. Опыт ввода в эксплуатацию системы продувки парогенераторов проекта АЭС-2006 (РУ В-392 М). / Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2017, №3. С. 151-161.
2. Вольнов А.С., Боровой А.В., Гончаров Е.В., Яуров С.В. Ввод в эксплуатацию системы продувки парогенераторов проекта АЭС-2006 (РУ В-392М). Предложения по модернизации. / Сб. тез. докл. XIII Международной научно-практической конференции по атомной энергетике. – Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2017. – С. 56-57.
3. Справочная система SimInTech [Электронный ресурс] // URL: <http://help.simintech.ru/>
4. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции. Учебник для вузов, 5-е изд. – М.: ИздАТ, 1994. – 288 с.
5. Сиряпина Л.А., Маргулова Т.Х. Повышение эффективности продувки парогенераторов АЭС с ВВЭР. // Теплоэнергетика. – 1984. – № 2. – С. 59-60.

Computational Modeling of the Influence of Forced and Convective Movement of a Medium on the Efficiency of Shell and Tube Heat Exchanging Equipment

Chivilev Ya.V.^{*1}, Skorodumov D.G.^{*}, Yaurov S.V.^{}**

^{}Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia*

*^{**}Branch of Rosenergoatom Concern joint-stock company of the open type Novovoronezh Nuclear Power Plant Novovoronezh, Russia*

¹e-mail: chivilevyav@oiate.ru

Abstract – The low efficiency of the regenerative heat exchanger of the system for blowing and draining steam generators was revealed. A ready-made calculation model is proposed that takes into account the influence of forced and natural flow directions for spirally wound shell-and-tube heat exchangers. A calculation was carried out in order to verify the calculation model, for further description of the modes of operation of the heat exchanger, taking into account the opposite / unidirectional direction of forced and free movement of the medium. It is determined that the model makes it possible to evaluate the efficiency of any shell-and-tube heat exchanger with spiral-wound tubes.

Key words: commissioning, efficiency, heat exchanger, medium movement, model, temperature, flow rate, calculation, equipment, operating mode.

ОПТИМИЗАЦИЯ НАРАБОТКИ РАДИОНУКЛИДА ^{153}Sm НА РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ВВР-ц

Егоров Г.О., Фомин Р.В.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

В данной работе рассматривается оптимизация наработки радионуклида ^{153}Sm путём проектирования мишени для реакторной установки ВВР-ц.

Ключевые слова: наработка, радионуклид, исследовательские реакторы, мишень.

На сегодня 70% работающих в мире исследовательских реакторов находятся в эксплуатации более 30 лет, а 50% – более 40 лет. Для России всё более актуальной становится задача модернизации существующих исследовательских реакторов, из-за отсутствия возможности широкого строительства новых установок. У исследовательских реакторов есть ряд преимуществ, по сравнению с ускорителями, они нарабатывают радионуклиды для производства РФП, обеспечивая большую производительность и низкую стоимость производства. Важным и перспективным радионуклидом на сегодняшний день является радионуклид самарий-153 (^{153}Sm), в настоящее время его широко используют в ядерной медицине в качестве как диагностического, так и терапевтического средства.

Исследования, проводимые по изучению возможности наработки, разработки его технологии и синтез радиоактивного терапевтического препарата на основе ^{153}Sm , являются особенно актуальными. Есть некоторые трудности, связанные с его небольшим периодом полураспада (46,2 часа) поэтому доставка радионуклида до потребителей является сложной задачей, которую предстоит решить, чтобы транспортировать препарат на большие расстояния, пока это сделать просто не удаётся.

Целью данной работы является изучение конструкции реактора ВВР-ц для последующей оптимизации конструкции мишеней, применяемых для наработки радионуклидов ^{153}Sm .

Для создания расчетных моделей реактора и мишеней использован ПК работающий на базе метода Монте-Карло. Радионуклид ^{153}Sm получают на ядерном реакторе путём облучения мишеней из обогащённого самария ($^{152}\text{Sm} > 99,998\%$) в потоке тепловых нейтронов по реакции $^{152}\text{Sm} (n, \gamma) ^{153}\text{Sm}$. В качестве рабочего материала мишени рассматривается интерметаллическая композиция. Интерметаллидный материал мишени заключается в оболочку из никеля, титана, ниобия или нержавеющей стали, охлаждаемую снаружи водой.

В качестве прототипа для моделирования была выбрана мишень, применяемая для наработки ^{99}Mo (рис. 1).

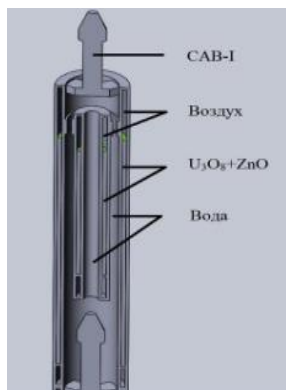


Рисунок 1 – Модель модернизированной мишени для наработки радионуклидов с центральным сердечником в виде кольца

Для наработки изотопа была спроектирована мишень, на основе прототипа, в дальнейшем материалы мишени будут подобраны таким образом, что увеличат наработку ^{153}Sm .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочнов О.Ю., Лукин Н.Д. ВВР-ц – этапы реконструкции реактора. Тезисы доклада на XI Российское совещание «Безопасность исследовательских ядерных установок» (Дмитровград, 25-30 мая 2009 г.). – С. 35-36.
2. Скурудин В.С. Фармацевтическая технология. Методы и технологии получения радиофармпрепаратов. – Москва, Юрайт. 2016, – 139 с.

Optimization of the Operating Time of Radionuclide ^{153}Sm at the VVR-C Reactor Plant

Egorov G.O.¹, Fomin R.V.

*Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",
249039, Obninsk, Kaluga region, Russia
¹e-mail: egorovgo@oiate.ru*

Abstract – Optimization of the ^{153}Sm radionuclide operating time by designing a target for the VVR-Ts reactor plant is considered in this work.

Key words: operating time, radionuclide, research reactors, target.

УДК 621.039

ВАЖНОСТЬ МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПРОВЕДЕНИЯ ВНУТРИРЕАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Дружинская О.И., Гришин К.С.

ДИТИ НИЯУ МИФИ, г. Дмитровград, Ульяновская область, Россия

В работе представлены вопросы применения моделирования внутриреакторного эксперимента, с использованием САПР. Описана спроектированная 3D модель макета ампулы со свинцовым теплоносителем, загружаемой в активную зону реакторной установки.

Ключевые слова: исследовательский реактор, изотоп, моделирование, ядерное топливо, нейтроны, САПР, 3-D модель.

Долгосрочная стратегия развития атомной энергетики Российской Федерации предусматривает развитие промышленного реакторного парка, разработку и введение в эксплуатацию усовершенствованных типов АЭС. В ближайшее десятилетие будут выведены из эксплуатации реакторные установки типа РБМК, основным типом реактора, который будет эксплуатироваться и строиться станет установка типа ВВЭР. Исследовательские ядерные реакторы представляют особый класс ядерных установок, развитие которых важно не меньше строительства новых энергетических реакторов.

В условия ограниченности содержания изотопа ^{235}U в природе перед атомной энергетикой стоит задача более эффективного использования данного изотопа в сочетании с серьезными требованиями безопасности. Каждое нововведение требует обязательного обоснования эффективности, рентабельности и безопасности. Для всего этого необходимо

проводить исследования и моделирование многих процессов как в условиях нормальной эксплуатации, переходных режимах, а также при проектных и запроектных авариях. Целью данных исследований является изучение:

- механических, термогидравлических, коррозионных процессов, в частности процессов изменения структуры ядерного топлива,
- возможности применения ранее не используемого элемента в качестве теплоносителя или конструкционного материала,
- изменчивости свойств материалов под воздействием ионизирующего излучения.

Подобные задачи выполняют на базе исследовательских реакторов. Главной отличительной особенностью которых является высокая плотность нейтронного потока. В современных исследовательских реакторах потоки тепловых и быстрых нейтронов равны 10^{14} – 10^{15} нейтрон/(см²/сек). [1] Благодаря высокой плотности нейтронного потока и своим конструктивным особенностям данные установки позволяют воссоздать необходимые параметры для моделирования условий, требуемых по техническому заданию и имитации переходных процессов, например, реализацию скачка реактивности или потерю теплоносителя.

Как правило, каждая страна, решившая развивать ядерную энергетику, создавала исследовательские реакторы. Эти реакторы предназначались для учебных целей, для проверки физических концепций активных зон и для других целей, где полезно используются нейтроны, рожденные в активной зоне. Исследовательские реакторы существенно отличаются между собой и, особенно от других, например энергетических реакторов, как по физико-техническим принципам конструирования, так и по эксплуатационному процессу, которые целиком определяются профилем задач, стоящих перед каждой конкретной установкой. В настоящее время на территории России на этапе сооружения находится две исследовательских реакторных установки (ИЯУ) БРЕСТ-ОД-300 и МБИР. Особое место среди российских атомных центров занимает Государственный Научный Центр «Научно-исследовательский институт атомных реакторов», где сосредоточены наиболее мощные исследовательские реакторы России, и возводится одна из вышеупомянутых установок ИЯУ МБИР.

В качестве примера важности моделирования внутриреакторного эксперимента можно привести работу, выполненную в процессе прохождения учебной (ознакомительной) практики на одном из предприятий атомной отрасли по моделированию ампульного устройства при помощи программного комплекса САПР SolidWorks, который позволяет решать следующие задачи: 3D-проектирование изделий любой степени сложности с учётом специфики изготовления, создание конструкторской документации, проектирование коммуникаций, инженерный анализ (прочность, устойчивость, теплопередача, частотный анализ, динамика механизмов, гидродинамика, оптика и светотехника, электромагнитные расчёты, и пр.) для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства и имитации условий эксперимента с помощью дополнительного модуля Flow Simulation, который позволяет моделировать движение потока жидкости или газа для получения различных характеристик: температуры, скорости потока давления и т.д. [2]. Задачей данной работы являлось получение изотермической картины на топливном столбе ампульного устройства для понимания разности температурных режимов испытываемых топливным столбом при «скачке» мощности.

В данной САПР нами была спроектирована 3D модель макета ампулы со свинцовым теплоносителем, загружаемой в активную зону реакторной установки (рис. 1-3). Актуальность данного устройства и проводимой работы обусловлена реализуемым Госкорпорацией «Росатом» проект «Прорыв» нацеленного на достижение нового качества ядерной энергетики, разработку, создание и промышленную реализацию замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) и возводимым на территории Сибирского химического комбината возводится опытно-демонстрационный энергетический комплекс в составе

энергоблока с реактором БРЕСТ-ОД-300 со свинцовым теплоносителем и замыкающего ядерный топливный цикл пристанционного завода.

Работа по моделированию в специализированных программах важный этап перед практическим выполнением эксперимента в атомной энергетике. Спроектированная ампула заполняется свинцом и содержит в своем составе тепловыделяющий элемент (топливный столб). Данное устройство позволяет смоделировать как стационарные режимы работы, так и резкие изменение амплитуды энерговыделения, кроме того, получить более полные сведения о применении свинца в роли теплоносителя на реакторной установке БРЕСТ, его воздействие на конструкционные материалы и многие теплофизические свойства. Конструктивно смоделированное изделие представляет собой полый цилиндр с расположенными по его длине фланцами, размещенными в них проточными частями. В одной из проточных труб расположена ампула, состоящая из оболочки, хвостовика, разного типа втулок, пружины, и твэла. Поверх ампулы на валу располагается поворотный гафниевый экран, который играет роль поглотителя и позволяет моделировать переходные режимы с обеспечением резкого изменения амплитуды энерговыделения.

После моделирования 3D модели, в Flow Simulation была поставлена задача по определению температурных значений на поверхности топливного столба (тепловыделяющего элемента) и его оболочке. Для ее выполнения были заданы несколько подобластей течения воды и содержание свинца в ампуле. После чего было задано удельное энерговыделение до и после совершения «скачка» мощности (табл. 1) на основании пространственно-энергетического распределения нейтронов в заданной геометрии конкретной реакторной установки.

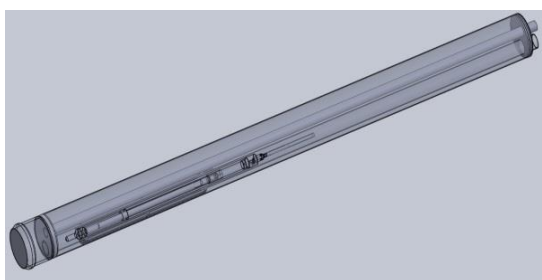


Рисунок 1 – Общий вид макета проточной части ампульного устройства

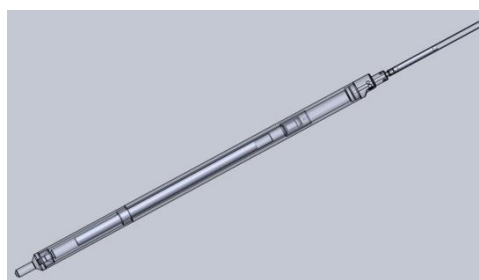


Рисунок 2 – Общий вид макета ампульного устройства

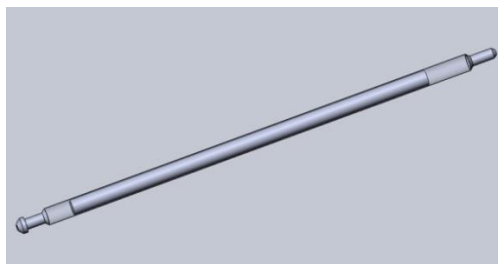


Рисунок 3 – Общий вид макета тепловыделяющего элемента (топливного столба)

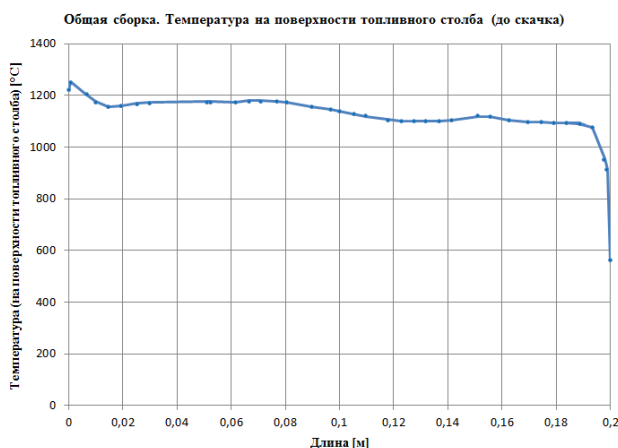
Таблица 1 – Значение удельного энерговыделения до и после увеличения удельного энерговыделения по высоте топливного столба

До увеличения удельного энерговыделения		После увеличения удельного энерговыделения	
м	Вт/м ³	м	Вт/м ³
0,095	$8,43 \cdot 10^8$	0,095	$1,44 \cdot 10^9$
0,080	$9,08 \cdot 10^8$	0,080	$1,37 \cdot 10^9$
0,055	$9,26 \cdot 10^8$	0,055	$1,39 \cdot 10^9$
0,020	$9,14 \cdot 10^8$	0,020	$1,44 \cdot 10^9$
-0,020	$8,26 \cdot 10^8$	-0,020	$1,34 \cdot 10^9$
-0,055	$8,48 \cdot 10^8$	-0,055	$1,27 \cdot 10^9$
-0,080	$8,03 \cdot 10^8$	-0,080	$1,18 \cdot 10^9$
-0,095	$7,36 \cdot 10^8$	-0,095	$1,16 \cdot 10^9$

Задача получения картины пространственно-энергетического распределения в активной зоне реактора важна как в процессе эксплуатации, так и при выполнении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Для выполнения этой задачи использовалась программа MCU. MCU (Monte-Carlo Universal) – это проект по разработке и практическому использованию универсальной компьютерной программы для численного моделирования процессов переноса различного вида излучений (нейтронов, гамма-квантов, электронов, позитронов) в трёхмерных системах методом Монте-Карло. Преимущества метода Монте-Карло заключаются в том, что он позволяет проводить моделирование взаимодействия излучения с веществом на основе информации из файлов оценённых ядерных данных (т.е. используются наиболее точные данные без дополнительных приближений и огрублений) и практически не накладывает ограничений на геометрию рассматриваемых систем. [3]

По итогам расчета были получены графики и изотермические картины распределения температур до и после переходного режима на поверхности топливного столба и оболочки ампульного устройства. При выполнении работы было сделано допущение в виде ограничения длины рассматриваемого участка топливного столба.

1) Результаты расчета до «скачка» мощности (рис. 4).

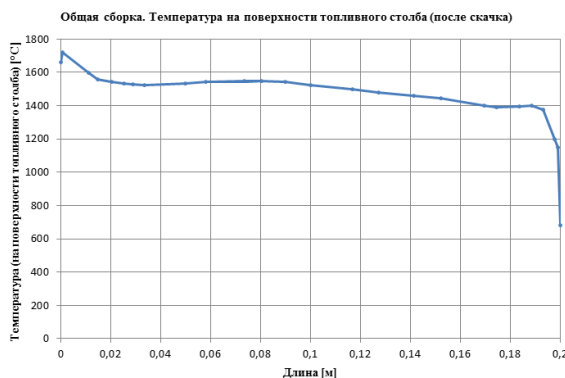


температура на поверхности топливного столба

температура на поверхности оболочки

Рисунок 4 – Общая сборка (данные до скачка)

2) Результаты расчета после «скачка» мощности (рис. 5).



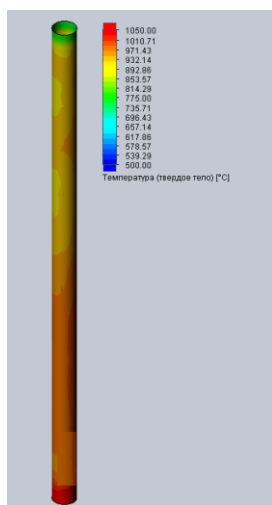
температура на поверхности топливного столба

температура на поверхности оболочки

Рисунок 5 – Общая сборка (данные после скачка)

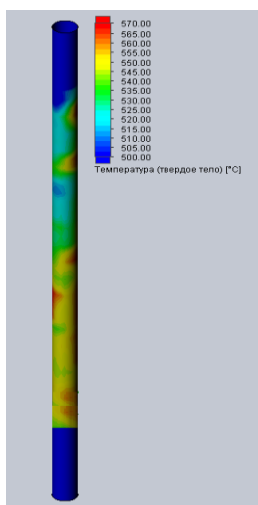
Полученные изотермические картины (рис. 6, 7) на топливном столбе и оболочке тепловыделяющего элемента ампульного устройства при заданных условиях дают понимание того, какие температурные режимы могут испытывать конструкционные материалы и, в частности, топливный столб до и после скачка мощности, это доказывает важность процесса

моделирования перед проведением эксперимента для убеждения работоспособности устройства, обоснования его безопасности и воссоздания условий, требуемых техническим заданием.

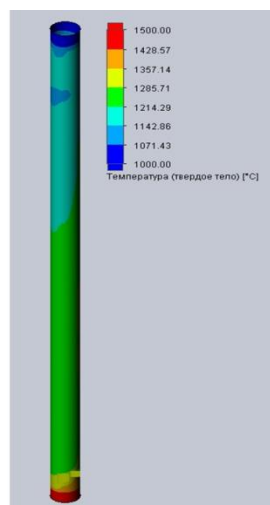


на поверхности
топливного столба

Рисунок 6 – Изотермическая картина до скачка

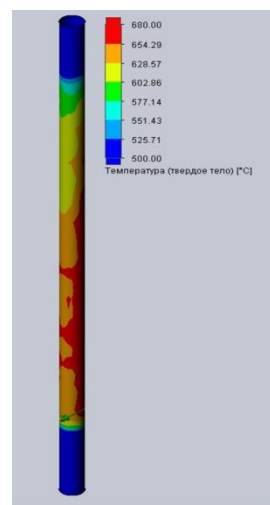


на поверхности
оболочки ампульного
устройства



на поверхности
топливного столба

Рисунок 7 – Изотермическая картина после скачка



на поверхности
оболочки ампульного
устройства

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цыканов В.А., Самсонов Б.В. Техника облучения материалов в реакторах с высоким нейтронным потоком. – М., Атомиздат, 1973. – 264с.
2. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – М. : ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
3. Расчет переноса нейтронов методом Монте-Карло по программе MCU в примерах : учеб. пособие. / М. И. Гуревич, Д. А. Шкаровский. – М. : МФТИ, 2018. – 160 с.

The Importance of Simulation in the Process of in-Part Experiment

Druzhinskaya O.I.¹, Grishin K.S.²

DETI MEPhI, Dimitrovgrad, Ulyanovsk region, Russia

¹*e-mail: drol74@mail.ru,*

²*e-mail: grikir2016@yandex.ru*

Abstract – the paper presents the issues of application of simulation of an in-reactor experiment using CAD. A designed 3D model of a mock-up of an ampoule with a lead coolant loaded into the reactor core is described.

Key words: research reactor, isotope, modeling, nuclear fuel, neutrons, CAD, 3-D model.

ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЯ В КОСМИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Разинькова Т.Н., Вострилова А.Д.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Рассматриваются проблемы радиационной стойкости электрорадиоизделий к воздействию ионизирующих излучений космического пространства (ИИКП). В работе представлены методы оценки электрорадиоизделий (ЭРИ) на радиационную устойчивость при прохождении космическим аппаратом через ионизирующее излучение.

Ключевые слова: дозовые и одиночные эффекты, эффекты смещения, тяжелые заряженные частицы, радиационная стойкость, ионизирующее излучение космического пространства.

Компоненты для новых космических систем по-прежнему должны отвечать требованиям радиационной стойкости и надежности. Трагическая история Telstar подчеркивает необходимость решения проблемы радиационных характеристик в космической электронике.

Однозначно понятно, что качество используемых изделий должно отличаться высокой надежностью. Для уверенности в высоконадежности электрорадиоизделий необходимо проводить тестирующие мероприятия перед внедрением в использование. Но тестирование на радиационную толерантность может быть дорогостоящим и трудоемким процессом из-за необходимости специализированного радиационного испытательного оборудования. Для некоторых радиоэлектронных изделий данные радиационных испытаний можно найти из академических исследований или сторонних испытаний. Такие тестовые данные могут быть менее точными, чем тестирование производителем изделий. Кроме того, исследователи и третьи стороны обычно не имеют доступа к скрытым режимам тестирования и могут не полностью понимать правильную работу, спецификации и тестирование устройства.

Так же вариация радиационной стойкости ИС от партии к партии может быть огромной. Неоднократно было показано, что радиационные характеристики конкретной ИС могут сильно варьироваться от одной партии изготовления пластин к другой. Современные полупроводниковые пластины большого объема прекрасно контролируют электрические параметры, но не контролируют радиационные характеристики.

Хорошие характеристики надежности показывали изделия покрытые кремнием. Однако, как показала практика, может возникнуть расслаивание, при котором кремниевая матрица отделяется от ведущего каркаса и может привести к ухудшению производительности или, в крайних случаях, к полному отказу матрицы. Решить проблему расслаивания помогла шероховатость, но на данный метод еще сильнее повышается стоимость производства.

Скрепленные провода также могут быть источником отказа для микросхем в космическом полете. В то время как медная (Cu) проволока хорошо зарекомендовала себя во многих наземных устройствах, а текущие улучшения процесса привели к повышению однородности и улучшению общего дефекта поля, производители космических аппаратов и правительственные организации все еще обеспокоены использованием проволоки Cu в космических компонентах. Проволочные связи имеют ряд ключевых проблем, например, коррозия, разрывы связующего провода [1].

Таким образом, становится очевидным тот факт, что все изделия, используемые в аппаратуре повышенной надежности, необходимо испытывать и проверять перед интеграцией в общую систему.

За весь срок использования на изделие приходится огромное множество различных нагрузок и воздействий. Ни одно испытание, кроме самой эксплуатации, не может быть

проведено на весь ряд воздействий. Для получения наиболее точных данных принято проводить испытания по группам воздействий.

В данной работе были рассмотрены методы оценки электрорадиоизделий (ЭРИ) на радиационную устойчивость при прохождении космическим аппаратом через ионизирующее излучение.

При прохождении частиц ионизирующих излучений через какое-либо вещество происходит их взаимодействие с атомами этого вещества, результатом которого становится передача энергии от частиц к атомам. Дальнейшее рассеяние и распределение полученной энергии по объему вещества происходят в форме различных радиационных эффектов, под которыми понимают явление, состоящее в изменении параметров, характеристик и свойств объекта в результате воздействия ионизирующих излучений.

Из-за физических особенностей воздействия ИИ КП на электрорадиоизделия стойкость последнего следует оценивать по двум направлениям: стойкость к накопленной дозе (дозовые эффекты) и стойкость к воздействию одиночных заряженных частиц (одиночные эффекты). Одиночные эффекты и эффекты по накопленной дозе имеют различия как по природе и характеру влияния, так и по мерам, необходимым для защиты от их воздействия [2].

В настоящее время среди эффектов дозового излучения принято различать эффекты ионизации и эффекты смещения. Эффекты ионизации связаны с ионизацией вещества излучением, то есть под действием излучения образуются свободные носители заряда. Эффекты смещения вызваны смещением атомов из своих нормальных положений в кристаллической решетке. Такие сдвиги приводят к появлению структурных дефектов, именно поэтому эффекты смещения также называют структурными эффектами. Согласно [3] оценка уровня стойкости по накопленным дозовым эффектам осуществляется поэлементным методом и заключается в сравнении показателей стойкости каждого комплектующего аппаратуры (компонентов электрорадиоизделий, материалов и покрытий) с уровнем радиационного воздействия на него. Результатом описанной оценки является коэффициент запаса ЭРИ по радиационной стойкости K_3 . Коэффициент запаса по радиационной стойкости электронного прибора в целом ($K_{3ЭП}$) определяется как минимальное значение из совокупности K_3 комплектующих. На основании сравнения, полученного в ходе оценки стойкости $K_{3ЭП}$ с коэффициентом запаса, установленным в техническом задании (ТЗ) на разработку прибора $K_{3ЭП}$ ТЗ (если в ТЗ последний не установлен, его значение принимается не менее трех), делается вывод о соответствии/несоответствии аппаратуры предъявляемым требованиям по радиационной стойкости и определяется необходимость доработки или дополнительных испытаний прибора с учетом следующих критериев:

- при $K_{3ЭП} < 1$ прибор является не стойким к воздействию ИИ КП: в этом случае следует менять конструкцию прибора или обеспечить дополнительную защиту с последующей повторной оценкой стойкости;

- при $1 < K_{3ЭП} < K_{3ЭП}^{ТЗ}$ или $1 < K_{3ЭП} < 3$ прибор является стойким, однако необходимо проведение дополнительных испытаний для подтверждения радиационной стойкости прибора, полученной расчетным путем, на моделирующих установках;

- при $K_{3ЭП} \geq K_{3ЭП}^{ТЗ}$ или $K_{3ЭП} \geq 3$ прибор является стойким, подтверждение радиационной стойкости прибора испытаниями не требуется.

В качестве мероприятий, направленных на обеспечение и подтверждение стойкости аппаратуры предъявляемым требованиям по РС, можно выделить следующие:

1. Применение дополнительной защиты: либо за счет непосредственной установки локальных экранов, или путем перестановки космического аппарата или компонентов внутри оборудования, и в то же время путем экранирования другого близлежащего оборудования, блоков, агрегатов, узлов и т.д., чтобы снизить уровень влияния ИИ КП. Применение локальных экранов, устанавливаемых внутри прибора и защищающих непосредственно критичные элементы, особенно актуально в условиях жестких ограничений по массе аппаратуры.

2. Замена нестойких комплектующих прибора на более стойкие аналоги.

3. Для подтверждения стойкости прибора проведение испытания на моделирующих установках. В таком случае допускается проводить испытания не всего прибора, а только комплектующих, ограничивающих его стойкость. Определение реальной стойкости комплектующих путем проведения их испытаний целесообразно и по причине частого несоответствия значений, указанных в документах, и фактических показателей стойкости. Вместе с тем проведение испытаний как прибора в целом, так и его комплектующих связано с относительно большими временными и материальными затратами.

Эффект одиночного излучения в материале вызван столкновением материала с частицами высокой энергии, включая тяжелые заряженные частицы (ТЗЧ) и протоны высокой энергии в космическом пространстве. (ВЭП КП). Характер эффектов, возникающих под воздействием ТЗЧ и ВЭП КП в различных материалах, сильно зависит от свойств материала и наиболее ярко выражен для полупроводников [4]. Конструкционные материалы, чувствительные к ТЗЧ и ВЭП КП, практически не встречаются, а среди электронных компонентов влиянию одиночных эффектов подвержены только активные электронные компоненты, выполненные на основе полупроводниковых кристаллов и пленок.

В подавляющем большинстве случаев массовая защита (оболочка КА, стенка прибора) не в состоянии полностью поглотить большую энергию ТЗЧ или ВЭП КП, и частица проходит активный электронный компонент насквозь, теряя часть своей энергии в полупроводниковой структуре и генерируя избыточный электрический заряд в локальном объеме кристалла. Этот избыточный электрический заряд при воздействии ТЗЧ возникает вследствие генерации электронно-дырочных пар вдоль пути прохождения ТЗЧ (первичная ионизация), а при воздействии ВЭП – за счет генерации электронно-дырочных пар остаточными ядрами, образующимися в результате рассеяния протонов на ядрах материалов полупроводниковой структуры (рассеяние через ядерные реакции и упругое взаимодействие) [5]. Избыточный заряд является источником одиночных радиационных эффектов в электронных компонентах – сбоев и отказов, к основным из которых можно отнести одиночные сбои, многократные сбои из-за образования одиночных сбоев в нескольких соседних ячейках памяти, кратковременные импульсные сигналы «иголки», тиристорные эффекты, долговременные проводящие каналы («проколы») в диэлектрике, вторичные пробой р-п переходов, отказы отдельных пикселей ПЗС-матрицы.

Наращивание массовой защиты снижает одиночные эффекты незначительно, приводя к ухудшению массогабаритные характеристики прибора. В связи с этим устойчивость прибора к сбоям и отказам под воздействием одиночных эффектов обеспечивается выбором стойких электронных компонентов (и других покупных комплектующих изделий) и применением схемотехнических и программно-алгоритмических методов парирования сбоев и предотвращения отказов; например, формированием структуры прибора с резервированием, включением в алгоритм работы прибора проверок корректности данных, применением схем защиты от тиристорного эффекта или защелкивания и другими методами, в зависимости от требований, предъявляемых к прибору.

Примененная методика оценки по одиночным эффектам соответствует [4].

Результатом воздействия тяжелой заряженной частицы на электронный компонент может быть как временная утрата работоспособности компонента с последующим восстановлением (одиночный сбой), так и полная необратимая утрата работоспособности (катастрофический отказ), что может привести как к отказу оборудования, так и к выходу из строя всего космического аппарата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mark Toth, «A brief history of electronic reliability in space — including today's risks and how to mitigate them, HiRel, Texas Instruments. April 11, 2019 by Electronic Products. <https://www.electronicproducts.com/a-brief-history-of-electronic-reliability-in-space-including-todays-risks-and-how-to-mitigate-them/>

2. Радиационная стойкость радиоэлектронного устройства в условиях космического пространства, Д. С. Богданов, И. А. Богданова, А. Н. Волныкин, Вестник РГРТУ. 2019. № 70 / Vestnik of RSREU. 2019. No 70.
3. ОСТ 134-1034-2012 Методы испытаний и оценки стойкости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов к воздействию электронного и протонного излучений космического пространства по дозовым эффектам.
4. РД 134-0139-2005 Методы оценки стойкости к воздействию заряженных частиц космического пространства по одиночным сбоям и отказам.
5. Методические указания по обеспечению боеустойчивости и отказоустойчивости бортовой аппаратуры изделий разработки ФГУП ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» к воздействию тяжелых заряженных частиц и высокоэнергетичных протонов космического пространства. Часть 2.

Assessment of Radiation Effects on Electrical and Radio Products in Outer Space

Razinkova T.N.¹, Vostrilova A.D.²

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

¹*e-mail: tatianarazinkova@gmail.com,*

²*e-mail: Vostrilova.ad@yandex.ru*

Abstract – The problems of radiation resistance of electrical and radio products to the effects of ionizing radiation from outer space (ICRP) are considered. The paper presents methods for evaluating electrical and radio components (ERI) for radiation stability when a spacecraft passes through ionizing radiation.

Key words: dose and single effects, displacement effects, heavy charged particles, radiation resistance, ionizing radiation of outer space.

УДК 621.039

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ ТЕЧИ СИСТЕМЫ ПОДПИТКИ-ПРОДУВКИ ПЕРВОГО КОНТУРА ПРИ НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ И РАЗРЫВАХ ТРУБОПРОВОДОВ И РАЗРАБОТКА НОВЫХ МОДЕЛЕЙ С УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Скородумов Д.Г.* , Чивилев Я.В.* , Яуров С.В.**

**Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия*

***Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция» г. Нововоронеж, Воронежская обл., Россия*

Описана конструкция и цель применения ограничителей течи. Предложены расчетные методики для оценки эффективности работы ограничителей течи различной геометрии при нормальной эксплуатации и разрывах трубопроводов. Разработаны новые модели ограничителей течи различных геометрий и проведены анализы их режимов работы. По результатам расчетных исследований некоторые модели могут иметь практическое применение в будущем.

Ключевые слова: модель, расчет, методика, эффективность, геометрия, сопло Вентури, ограничитель течи, расход, режим работы.

Вставки-ограничители течи предназначены для уменьшения на технологических трубопроводах реакций струй при одновременном сокращении аварийного расхода истекающей среды через поперечный разрыв трубопровода.

Ограничитель течи представляет собой точеную деталь, в которой проточная часть выполнена в виде ассиметричного сопла Вентури с цилиндрическими частями по концам сопла.

Изменив геометрию первоначального ограничителя, можно добиться дополнительного сокращения расхода и тем самым увеличить время истечения теплоносителя, за которое оперативный персонал может предпринять меры по устранению утечки.

С этой целью были разработаны расчетные методики в программном коде ANSYS CFX, с помощью которой можно оценить эффективность различных разработанных геометрий при нормальной эксплуатации и разрывах трубопроводов. Методика была верифицирована уже имеющимся расчетом для геометрии исходного ограничителя, выполненным по формулам.

Расчетная геометрия представляет собой участок главного циркуляционного трубопровода с трубопроводом продувки, на котором размещен ограничитель и также для случая с течью имеется область, в которую происходит истечение. В качестве граничных условий используются данные из имеющегося расчета. Пример геометрии представлен на рисунке 1.

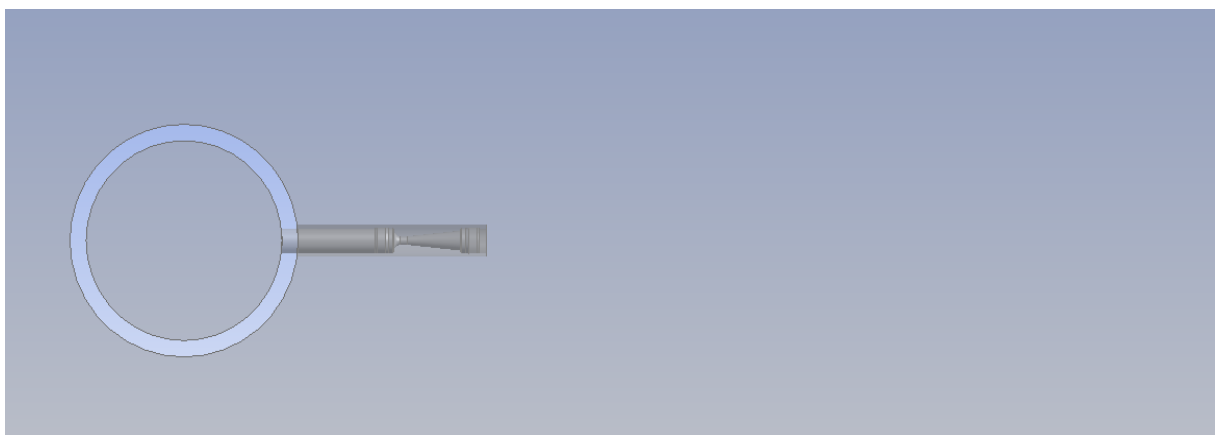


Рисунок 1 – Расчетная геометрия с исходным ограничителем для случая с разрывом трубопровода

Было решено рассмотреть вариант схем с несколькими последовательно соединенными ограничителями, а также следующие модернизированные конструкции: ограничители с параллельным пучком из нескольких сопел Вентури меньших размеров, ограничители с завихрителями в виде спиральных бугорков/ямок на внутренней поверхности сопла.

Эффективность схем с последовательными ограничителями по величине расхода не отличается от эффективности одного аналогичного ограничителя. Результаты остальных измененных моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Численные значения результатов стационарных расчетов исходной и модернизированных моделей ограничителей течи

Тип конструкции	Критический массовый расход при разрыве трубопровода, кг/с	Перепад давления в режиме НЭ, МПа
исходная	107,52	0,036
с 2-мя соплами	53,85	0,1639
с 3-мя соплами	59,22	0,1411
с 5-ю соплами	48,69	0,2319
со спиралью-ямкой	109,04	0,0514
со спиралью-бугорком	90,89	0,1288
с 2-мя спиральями-бугорками	81,15	0,1409
с 4-мя спиральями-бугорками	78,77	0,1263

Согласно проведенным расчетным исследованиям, у большинства модернизированных моделей наблюдается снижение аварийного расхода, но и соответственно возрастает перепад давления при нормальной эксплуатации. Оптимальной конструкцией по соотношению этих параметров можно считать ограничитель с 4-мя спиральями-бугорками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Д.А. Хлесткин, Б.К. Мальцев, В.П. Канищев. Ограничители расхода при разрывах трубопроводов / Атомная энергия. – 1986. – том 61 вып. 5. – С. 377-378.
2. А.М. Букринский, Б.К. Мальцев, Д.А. Хлесткин. Способ ограничения свободного истечения потока среды из замкнутой системы. / А. с. 306378. – Б. И. – 1971. – №19.
3. Белозеров В.И., Жук М.М., Терехова А.М. Исследование режима с малой течью в первом контуре ВВЭР-1000 / Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2018. – №3. – С. 137-147.
4. Справочная система ANSYS [Электронный ресурс] // URL: <http://ansyshelp.ansys.com/>

Simulation of the Operation of Limiters of the Primary Loop Make-Up-Blow-Off System under Normal Operation and Pipeline Breaks and Development of New Models with Improved Characteristics

Skorodumov D.G.^{*,1}, Chivilev Ya.V^{*}, Yaurov S.V.^{**}

^{*} Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

^{**} Branch of Rosenergoatom Concern joint-stock company of the open type Novovoronezh Nuclear Power Plant, Novovoronezh, Russia

¹e-mail: skorodumovdg@oiate.ru

Abstract – Calculation methods are proposed for evaluating the efficiency of operation of leak restrictors of various geometry during normal operation and pipeline ruptures. New models of leak limiters have been developed and analyzes of their operating modes have been carried out. Based on the results obtained, some models may have practical applications in the future.

Key words: model, calculation, technique, efficiency, geometry, Venturi nozzle, leak limiter, flow rate, operating mode.

УДК 621.039.56

ВЛИЯНИЕ РАДИАЛЬНОГО ПРОФИЛИРОВАНИЯ ТВЭГОВ НА НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АКТИВНОЙ ЗОНЫ ВВЭР-1200

Внуков Р.А.^{*}, Колесов В.В.^{*}, Жаворонкова И.А.^{**}

^{*} НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

^{**} Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Рассматривается эффективность компенсации избыточной реактивности выгорающим поглотителем Gd_2O_3 в случае профилированного размещения в топливной таблетке. Расчеты проводились в ПК Serpent 2 версии 2.1.31. с библиотеками JEFF-3.1.1. Результаты показали эффект оптимизации высвобождения реактивности для отдельной ТВС и увеличение k_{eff} на 0.02% на конец реакторной кампании, а также отсутствие влияния профилирования на энерговыделение в активной зоне, что может упростить применение результатов с технологической точки зрения, однако вопрос экономической целесообразности внедрения технологии требует изучения.

Ключевые слова: выгорающий поглотитель, тепловыделяющая сборка, тепловыделяющие элемент с гадолинием, эффективный коэффициент размножения, выгорание, энерговыделение, перегрузка, длительность кампании.

Конструктивно использование ВП реализуется гомогенным размещением Gd_2O_3 в некоторых стержнях ТВС (до 24 твэгов). При этом помимо компенсации реактивности становится возможным рассмотреть задачу сглаживания энерговыделения по активной зоне. Важно учитывать изменение свойств топливного материала при добавлении Gd_2O_3 , а именно снижение теплопроводности и температуры плавления твэгов по сравнению с твэлами, рост неравномерности энерговыделения по радиусу ТВС. Имеются работы, изучающие влияние различной дисперсности Gd_2O_3 [1-2], размещения поглотителя в центральном отверстии таблеток [3-4].

В данной работе рассматривается возможность радиального профилирования твэгов и влияние профилирования на нейтронно-физические характеристики активной зоны.

Для проведения исследования использовалась модель активной зоны ВВЭР-1200 по прототипу реактора В-392М. Схематичное изображение представлено на рисунке 1.

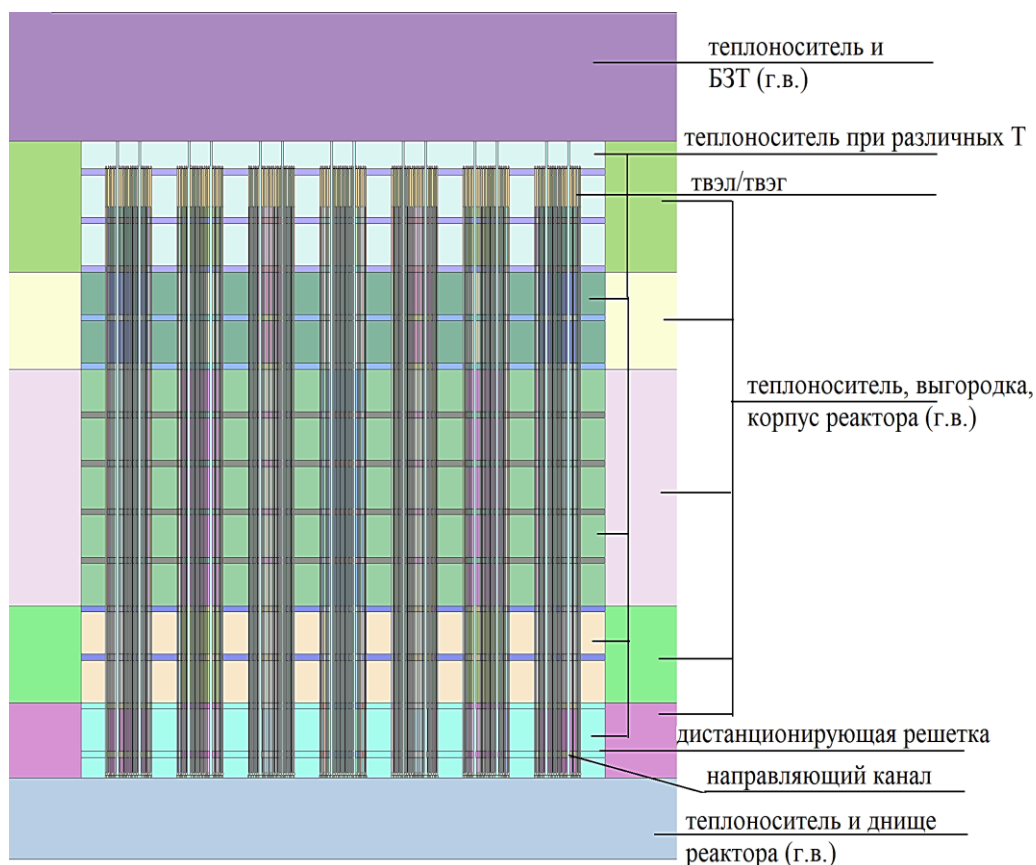


Рисунок 1 – Модель реактора ВВЭР-1200 (В-392М)

В работе [5] представлены результаты профилирования размещения выгорающего поглотителя в топливной таблетке при рассмотрении отдельной ТВС в собственном спектре. В данной работе были применены полученные различные профили таблетки.

Расчеты изотопного состава зоны производились поэтапно: принимались технические характеристики стартовой загрузки реактора [6], запускался расчет выгорания, и осуществлялась выдержка по окончании 12-месячного цикла работы реактора длиной в 30 суток (осуществление перегрузки). Далее часть ТВС перезагружалась, процесс повторялся до реализации стационарной загрузки.

Как и в случае с переходом от стартовой загрузки к стационарной для ТВС без профилирования, переход от стационарной загрузки с ТВС без профилирования к ТВС с профилированием осуществлялся поэтапно, с заменой отработавших ТВС без профилирования – свежими с профилированием от перегрузки к перегрузке.

Влияние этого поэтапного замещения на поведение k_{eff} между перегрузками представлено на рисунке 2.

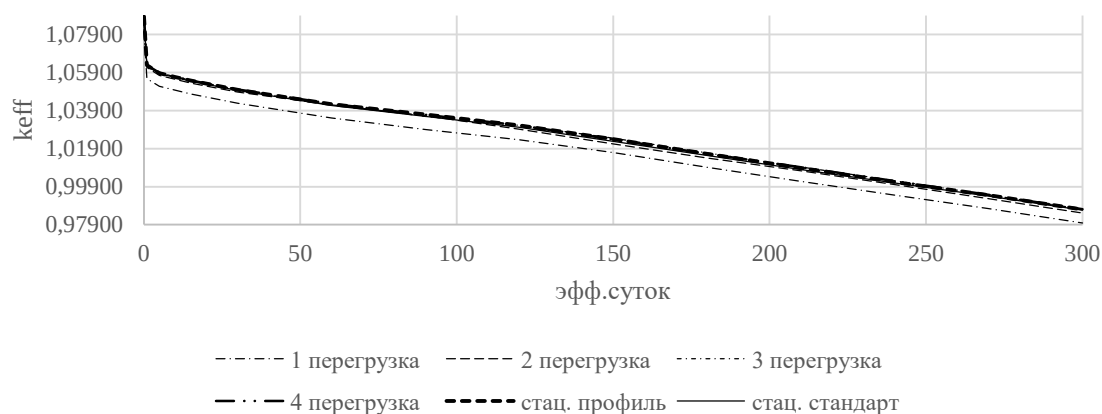


Рисунок 2 – Изменение k_{eff} с выгоранием топлива

Перегрузки соответствуют значениям глубины выгорания в 10, 20, 30 МВт·сутки/кг. Свежие профилированные ТВС и профилированные ТВС первого года работы вносят отрицательное значение Δk_{eff} , относительно ТВС со стандартными твэгами. Профилированные ТВС второго и третьего года работы, напротив, вносят положительное значение Δk_{eff} .

На рисунке 3 представлен результат профилирования отдельной ТВС с твэгами в собственном спектре в сравнении с ТВС с твэгами без профилирования.

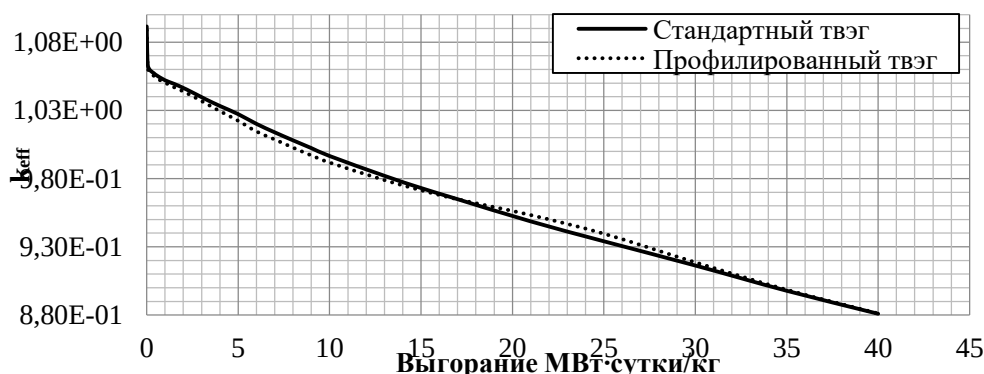


Рисунок 3 – Изменение k_{eff} в процессе выгорания ТВС Z49A2 (в собственном спектре)

В первой половине кампании избыточная реактивность ТВС с профилированными твэгами ниже, чем для случая стандартной ТВС, во второй половине – выше. Это отражает результат оптимизации процесса выгорания.

Конец реакторной кампании имеет прирост в значении Δk_{eff} в 0,02%. В первом приближении возможно продление времени эксплуатации до перегрузки на 1,6 суток без потери мощности.

Рассмотрение вопроса о влиянии профилирования на энерговыделение показало, что после первой перегрузки с добавлением профилированных ТВС наблюдается локальное увеличение энерговыделения в центре активной зоны и снижение – в средней полосе. Последующие перегрузки с замещением стандартных ТВС профилированными показали распределение энерговыделения, идентичное загрузке со стандартными ТВС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hoai-Nam Trana*, Hung T.P. Hoangb and Peng Hong Liem. Feasibility of using Gd₂O₃ particles in VVER-1000 fuel assembly for controlling excess reactivity // Hoai-Nam Tran et al. / Energy Procedia 131 (2017) 29–36.
2. Iwasaki K., Matsui T., Yanai K., Yuda R., Arita Y., Nagasaki T., Yokoyama N., Tokura I., Une K., Harada K., Effect of Gd₂O₃ dispersion on the thermal conductivity of UO₂. J. Nucl. Sci. Technol., 46:7, 673-676 (2009).

3. Абу Сондос М.А., Демин В.М., Савандер В.И. Влияние количества и способа размещения выгорающего поглотителя Gd_2O_3 на избыточную реактивность реактора ВВЭР-1200. В сборнике: Тезисы докладов XV Международной конференции «Безопасность АЭС и подготовка кадров» Обнинск, ИАТЭ НИЯУ МИФИ, 2018 г., стр. 102-103..
4. Ермолин, В.С, Окунев В.С. О размещении гадолиния в центральном отверстии твэлов водо-водяных реакторов // Физико-технические проблемы ядерной энергетики. - Научная сессия МИФИ-2008. – стр. 101-102.
5. Vnukov R.A. et al 2020 J. Phys.: Conf. Ser. 1689 012043. DOI: 10.1088/1742-6596/1689/1/012043/pdf.
6. Noura H. Hafez, Hesham Shahbunder, Esmat Amin, The Effect of burnable absorbers on neutronic parameters of VVER- 1200 reactor // Conference: 34th Eg-MRS International ConferenceAt: Egypt, October 2020.

The Effect of Radial Profiling of Fuel Rods on the Neutron-Physical Characteristics of the VVER-1200 Core

Vnukov R.A.^{*,1}, Kolesov V.V.^{*,2}, Zhavoronkova I.A.^{,3}**

**The Kurchatov Institute, Moscow*

***Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia*

¹e-mail: levz555@mail.ru

²e-mail: valeri-kolesov@yandex.ru

³e-mail: zhavoronkovaia@oiate.ru

Abstract – Efficiency of excessive reactivity compensation with Gd_2O_3 burnable poison is considered, with the poison arrangement being profiled along the radius of the fuel pellet. The calculations were carried out in Serpent 2 v.2.1.31 using JEFF-3.1.1 cross-section libraries. The results showed reactivity release optimization in case of a single fuel assembly and the increase in 0.02% of k_{eff} at the end of the 12-month operating cycle. The absence of any effect on the power generation density was noted as an advantage for the easier implementation in terms of operation. However commercial importance of the implementation requires further investigations.

Key words: burnable absorber, fuel assembly, fuel element with gadolinium, effective multiplication factor, burnup, energy release, overload, campaign duration.

УДК 621.311.236 : 621.311.25

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРИИ-ТРЕНАЖЕРА ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Абидова Е.А., Довбыш С.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал национального исследовательского ядерного университета "МИФИ", г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Целью создания лаборатории-тренажера «ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОР. ТОИР. ДИАГНОСТИКА. ПРОГНОЗ. РЕСУРС» является подготовка персонала, реализующего наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание, ремонт, систематический мониторинг и продление ресурса дизель-генераторных установок и навесного оборудования резервных дизельных электростанций систем безопасности АЭС.

Ключевые слова: дизельный генератор, АЭС, тренажер, диагностика, подготовка персонала, средства диагностики, обучение.

Электроэнергетика играет очень важную роль в жизни человека. Энергия - это то, без чего в наше время, просто невозможно представить нашу жизнь. АЭС, ТЭЦ, ГЭС и др. предприятия электрического комплекса дают нам эту важную составляющую нашей жизни. Работа на этих предприятиях требует от сотрудников определённой квалификации. И чем эта квалификация выше, тем лучше, ведь на таких предприятиях есть масса оборудования, которое нужно правильно эксплуатировать и обслуживать. Например, тренировочные стенды "БЩУ" в Учебно-тренировочном подразделении Ростовской АЭС, помогают будущим работникам атомной станции тренироваться и получать опыт.

Опыт нужен и для умения правильно диагностировать оборудование, ведь своевременно найденная неисправность убережет оборудование от поломки, чем сэкономит затраты на ремонт.

В данной работе мы рассмотрим диагностирование дизельного генератора.

Особенности диагностики дизельных генераторов на АЭС:

Главная особенность – режим эксплуатации. Возникают специфические дефекты. Ограничено время диагностирования.

Вторая особенность – режим доступа на объект. Попасть на АЭС довольно затруднительно.

Третья особенность. Можно использовать только неинвазивные средства диагностики. Любое вмешательство в конструкцию исключено. Например, известна система Магистраль для диагностики железнодорожных дизелей. Она требует сверления отверстий для установки датчиков. На АЭС эту систему использовать нельзя.

В-четвертых, нужно учесть тип конструкции именно тех дизелей, которые используются на АЭС.

Задачи:

1) оснащение лаборатории-тренажера технологическим оборудованием, аппаратными и программными средствами необходимым для формирования практических навыков у обучаемых;

2) разработка и заполнение базы данных эталонных диагностических данных, соответствующих различным состояниям дизель-генераторных установок для демонстрации обучаемым проявлений отклонений в работе оборудования;

3) разработка комплекта технической и учебно-методической и документации, обеспечивающего процесс теоретической и практической подготовки персонала;

4) комплексная подготовка персонала АЭС и подрядных организаций, осуществляющих наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание, ремонт, систематический мониторинг и продление ресурса дизель-генераторных установок и навесного оборудования резервных дизельных электростанций систем безопасности АЭС.

Предполагается обучение с использованием лаборатории-тренажера следующих групп персонала:

1) персонал цеха-владельца (ведущий инженер по эксплуатации, машинист);

2) персонал отдела технической диагностики;

3) ремонтный персонал цеха централизованного ремонта;

4) персонал подрядных организаций (наладка и ремонт).

Эффективность внедрения лаборатории-тренажера обеспечивается за счет того, что персонал приобретает:

1) теоретические знания в области наладки, эксплуатации, ремонта и технического обслуживания дизель-генераторных установок;

2) практические навыки настройки топливной аппаратуры, ремонта узлов и деталей дизель-генераторных установок;

3) практический опыт в областях планирования и проведения технического обслуживания и ремонта, оценки технического состояния, методах диагностических испытаний, методах прогнозирования и оценки остаточного ресурса дизельного оборудования, методам анализа результатов испытаний дизель-генераторного оборудования;

- 4) возможность анализа причин возникновения дефектов, отработки новых методов диагностики, совершенствования технологии ТОиР.
- 5) Приобретенные знания, навыки и опыт впоследствии могут быть применены для дизель-генераторных установок различных типов.

Laboratory-Simulator «Diesel Generator. Maintenance and Repair. Diagnostics. Forecast. Resource»

Abidova E.A.¹, Dovbysh S.A.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University "MEPhI",
Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

¹*e-mail: e-abidova@mail.ru*

²*e-mail: dovbish02@mail.ru*

Abstract – The purpose of creation of laboratory-simulator «diesel-generator. maintenance and repair. diagnostics. forecast. resource» is the training of personnel implementing the setup, operation, maintenance, repair, systematic monitoring and extension of diesel generator life, and NPP Safety System Backup Diesel Power Plant Attachment Equipment.

Key words: diesel generator, NPP, simulator, diagnostics, training of personnel, diagnostic tools, training.

УДК621.039.54

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОРИЙ-УРАНОВОГО ОКСИДНОГО ТОПЛИВА НА ПРИМЕРЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЯЧЕЕК PWR И BWR

Буркеев М.З., Фирсов Е.И., Внуков Р.А., Карякина С.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

Сейчас стоит актуальная задача продления топливной кампании, которую можно решить добавлением диоксида тория в урановое топливо. Использование в качестве топлива уран-ториевую оксидную смесь позволит увеличить время использования урановой руды в качестве сырья для топлива тепловых ядерных реакторов типа BWR и PWR. Возможно рассмотрение тория как воспроизводящего, выгорающего поглотителя с целью продления топливной кампании.

Ключевые слова: реакторы типа PWR и BWR, ThO₂, продление топливной кампании, коэффициент размножения нейтронов, K_{inf}, Serpent, U-233.

Работа посвящена сравнению возможности использования оксида тория (Th-232) как воспроизводящего выгорающего поглотителя в реакторах типа PWR и BWR, а также оценке возможности продления топливной кампании реакторов. На первом этапе моделировалась элементарная ячейка реактора типа PWR (рисунок 1). На втором этапе моделировалась элементарная ячейка реактора типа BWR [1]. Также было оценено начальное энерговыделение при различном добавлении оксида тория в обоих реакторах. Была сопоставлена концентрация наработанного U-233 в обоих реакторах.

Обогащение UO₂ составило 4,95%. С исходной моделью сравнивались варианты с примесью следующих концентраций ThO₂: 0,001%, 0,005%, 0,01%, 0,05%, 0,1%, 1%, 5%, 10% – при неизменном обогащении.

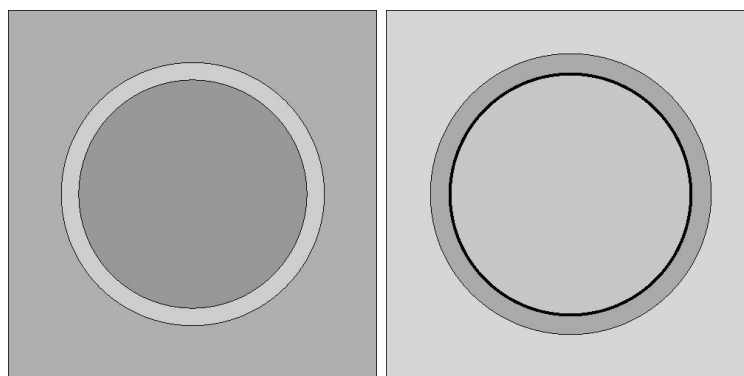


Рисунок 1 – Геометрия модели элементарной ячейки PWR и BWR

Расчёты проводились с использованием программного комплекса Serpent, позволяющим методом Монте-Карло производить оценку критичности моделей [2].

В ходе исследования было проведено сравнение величин коэффициента размножения нейтронов (K_{inf}) реакторов PWR и BWR для различных концентраций примеси тория на начальном этапе, а также были построены графики изменения коэффициента размножения нейтронов и величины атомной концентраций нарабатываемого U-233. Определены величины энерговыделения топлива обоих реакторов в начале кампании.

Для концентраций ThO_2 превышающих 1% наблюдалось существенное снижение коэффициента размножения нейтронов в обеих моделях (рисунки 2-3).

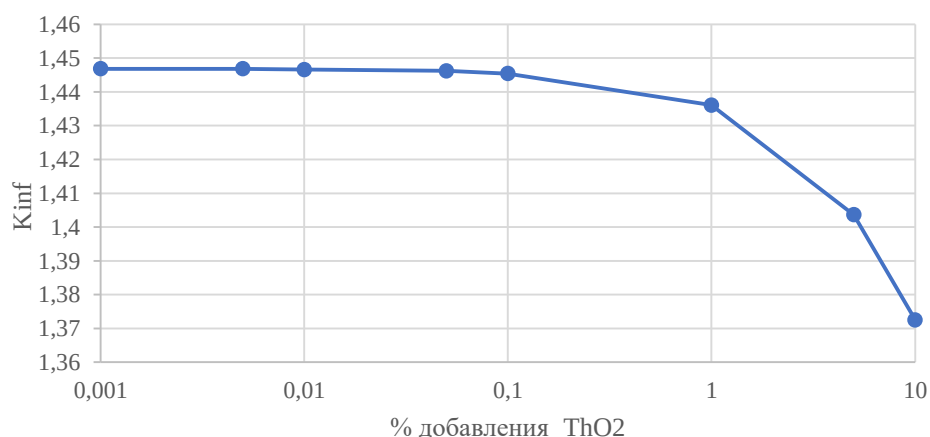


Рисунок 2 – Зависимость K_{inf} от процентного содержания тория в реакторе типа PWR

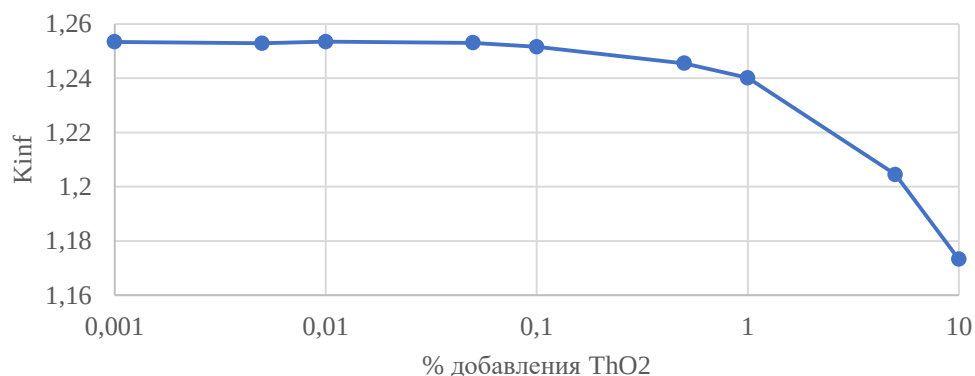


Рисунок 3 – Зависимость K_{inf} от процентного содержания тория в реакторе типа BWR

На основании графиков можно сделать вывод, что добавление 1% и более оксида тория в топливо приводит к стремительному уменьшения значения K_{inf} . Добавлении 0,1% оксида

тория несущественно влияет на показатель K_{inf} и оставляет возможность рассмотрения увеличения запаса реактивности топлива с позиции вопроса продления топливной кампании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hoogenboom, E., Martin, W. and Petrovic, B. "Monte Carlo Performance Benchmark for Detailed Power Density Calculation in a Full Size Reactor Core." Rev. 1.2, OECD/NEA, 2011.
2. Leppänen, J. and Isotalo, A. "Burnup calculation methodology in the Serpent 2 Monte Carlo code". In proc. PHYSOR, 2012.

Investigation of the Possibility of Using Thorium-Uranium Oxide Fuel on the Example of PWR and BWR Elementary Cells

Burkeev M.Z., Firsov E.I., Vnukov R.A., Karyakina S.A.

Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", 249039, Obninsk, Kaluga region, Russia

Abstract – Now there is an urgent task of extending the fuel company, which can be solved by adding thorium dioxide to uranium fuel. The use of uranium-thorium oxide mixture as fuel will increase the time of using uranium ore as a raw material for the fuel of BWR and PWR type thermal nuclear reactors. It is possible to consider thorium as a reproducing, burn-out absorber in order to prolong the fuel campaign.

Key words: reactors such as PWR and BWR, ThO_2 , Fuel company extension, neutron multiplication coefficient, K_{inf} , Serpent, U-233.

УДК 62-97/-98

НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВВЭР С ТЯЖЕЛОВОДНЫМ СПЕКТРАЛЬНЫМ РЕГУЛИРОВАНИЕМ

Попова А.Р., Лапкис А.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе провели исследование по влиянию тяжеловодного спектрального регулирования на нейтронно-физические характеристики реактора типа ВВЭР-1000. Определили его нуклидный состав топлива, теплоносителя и других элементов активной зоны. С помощью программы Serpent осуществили моделирование бесконечной решетки для реактора модели ВВЭР.

Ключевые слова: нейтроны, коэффициент размножения, спектр, реактивность, активная зона, теплоноситель, дейтерий, топливо, АЭС, ВВЭР, ТВС.

Развитие атомной энергетики России напрямую связано с усовершенствованием водородных энергетических реакторов (ВВЭР), которые на сегодняшний день являются наиболее распространённым типом реактора как в нашей стране, так и за рубежом. Одним из возможных путей развития ВВЭР является применение тяжеловодного спектрального регулирования, которое позволит решить проблему экономии природного урана. При той же мощности реактор со спектральным регулированием потребляет на 30 % меньше урана [4].

В работе была поставлена цель установить и обосновать нейтронно-физические характеристики, а также состав активной зоны (АЗ) ВВЭР-1000 с тяжеловодным регулированием. Для определения возможности тяжеловодного спектрального регулирования

получим зависимость коэффициента размножения от внедрения дейтерия (в виде тяжелой воды) в теплоноситель ВВЭР.

В качестве исходных данных для построения модели активной зоны реактора типа ВВЭР-1000 использовались реальная геометрия ТВС [1]. Применяли ядерные данные [3] для расчета свойств оксидного топлива, тяжелой воды.

Программа Serpent с использованием метода Монте-Карло [2] позволила наблюдать следующую картину энерговыделения по ТВС при работе реактора с тяжеловодным спектральным регулированием (рис. 1):

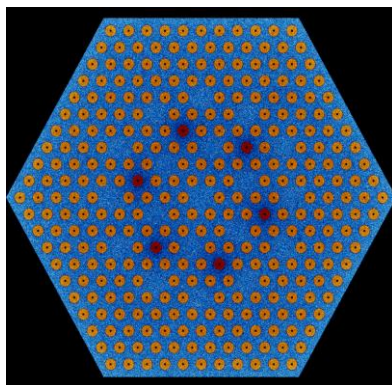


Рисунок 1 – Энерговыделение ТВС с твэгами и тяжелой водой

Число нейтронных историй для работы установки на легкой воде составило 25000, активных циклов было задано 200, неактивных 20. Такие же значения применялись и для тяжеловодного спектрального регулирования. При анализе удалось достигнуть сходимости результатов (результаты и погрешности приведены в таблице 1).

Таблица 1 – Коэффициент размножения реактора ВВЭР с разными типами регулирования

	$C_b = 20 \text{ г/кг при } X(D_2O) = 0$	$C_b = 0 \text{ г/кг при } X(D_2O) = 0,98$
K_{∞}	$0,97156 \pm 0,00024$	$0,97513 \pm 0,00027$

Произведенная работа помогла прийти к следующим выводам:

1. В начале топливной кампании классического ВВЭР потребовалось значительное количество бора для компенсации запаса реактивности.
2. Тяжеловодное регулирование позволило полностью отказаться от бора как средства компенсации запаса реактивности при условии замены тяжёлой водой более 95% теплоносителя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тепловыделяющие сборки реакторов ВВЭР [Электронный ресурс]. - http://sosny.bas-net.by/wp-content/uploads/2012/09/bul_2011_6_7.pdf (дата обращения: 12.03.2022).
2. Leppänen, J., et al. (2015) "The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013." Ann. Nucl. Energy, 82 (2015) 142-150.
3. Santamarina, A. Bernard, D., Rugama, Y. (2009) "The JEFF-3.1.1 Nuclear Data Library" Nucl. Energy Agency
4. Ядерные реакторы с тяжеловодным замедлителем [Электронный ресурс] - <https://tenergy.livejournal.com/20472.html?ysclid=l0vaiqfqsu> (дата обращения 17.03.2022).

The Neutron-Physical Properties of VVER with Heavy Water Spectral Shift Control

Popova A.R.¹, Lapkis A.A.²

Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹e-mail: asunauki13@yandex.ru

²e-mail: paltusmeister@gmail.com

Abstract – In the article, we carried out on the influence of spectral shift heavy water on the operation of PWR-1000 type reactor. Its neutron-physical parameters and nuclide composition of fuel, coolant and other element of reactor core were determined. With the help of the program “Serpent”, a simulation of the PWR reactor was carried out.

Key words: neutrons, multiplication coefficient, spectrum, reactivity, core, coolant, deuterium, fuel, NPP, PWR, fuel assemblies.

УДК 621.646,621.3.08

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК РАБОТЫ ГЛАВНЫХ ПАРОВЫХ ЗАДВИЖЕК НА АЭС

Старченко А.С., Тришечкин Д.В., Лапкис А.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Обеспечение безопасности на АЭС является задачей первостепенной важности, именно поэтому всё оборудование проходит строгий контроль не только перед вводом в эксплуатацию, но и на всём её протяжении. Оценка технического состояния различного рода арматуры, используемой в технологических системах энергоблоков АЭС, осуществляемая с помощью средств и методов технической диагностики, является одним из таких способов контроля. В ходе работы было рассмотрено и проанализировано изменение некоторых технических характеристик главных паровых задвижек 3-го блока Калининской АЭС в период с 2012 по 2016 год.

Ключевые слова: арматура, главные паровые задвижки, диагностика, техническое состояние.

Важным составляющим обеспечения безопасности на таких объектах как атомные станции является контроль технического состояния используемого оборудования. Такой контроль может осуществляться с помощью средств и методов технической диагностики. Регистрация диагностических параметров обычно проводится с помощью мобильного дистанционного способа регистрации, когда для измерения используются внешние бесконтактные преобразователи тока, а именно датчики Холла – «токовые клещи». Измеряются следующие параметры: ток, напряжение, активная мощность. Данные параметры снимаются с электродвигателя, который обеспечивает выполнение арматурой своих функций, и записываются в виде сигналов на компьютер [1].

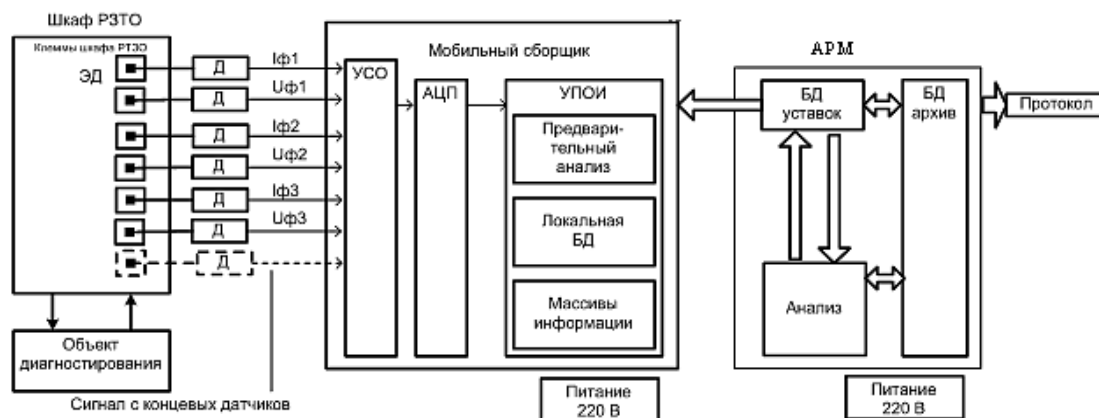


Рисунок 1 – Рекомендуемая структурная схема дистанционного измерения электрических параметров арматуры

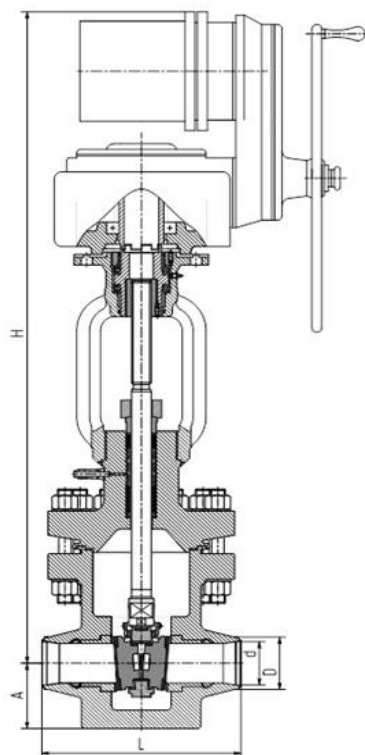


Рисунок 2 – Чертёж задвижки клиновой двухдисковой сальниковой 1117-500-Э-02 [2]

Для изучения были выбраны главные паровые задвижки 3-го блока Калининской АЭС. Использовались данные, полученные в виде сигналов и занесённые в протоколы во время проведения планово-предупредительных работ за период с 2012 по 2016 год. Для открытия сигналов использовалось специальное программное обеспечение, программы Kropla и PowerGraph, которые позволяют с помощью анализа циклограмм определить наличие отклонений от нормы того или иного параметра технического состояния.

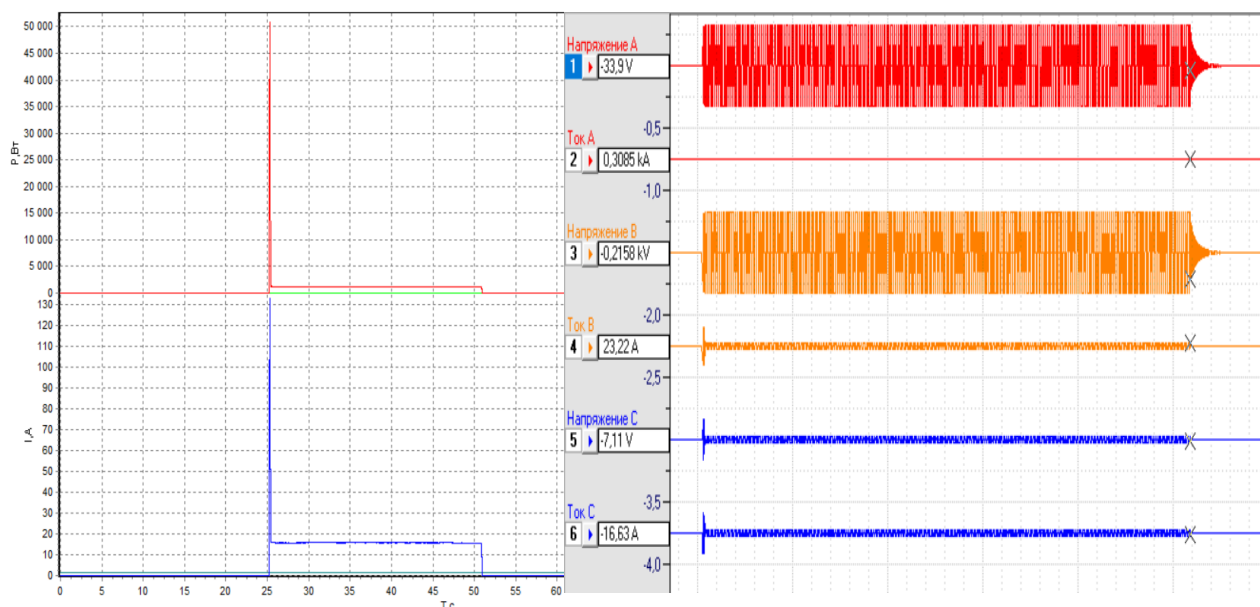


Рисунок 3 – Операции «Открытие» и «Закрытие» арматуры позиции 3RA11S01 в программах Kropla и PowerGraph

Определяющими параметрами для оценки технического состояния считаются «Время выполнения операции «Открытие» и «Закрытие» и «Плавность рабочего хода», косвенно характеризующая динамику перемещения рабочего органа электроприводной арматуры.

Данные параметры должны находиться в пределах определённого доверительного интервала. Для того чтобы проследить динамику изменения этих параметров, были построены их диаграммы.

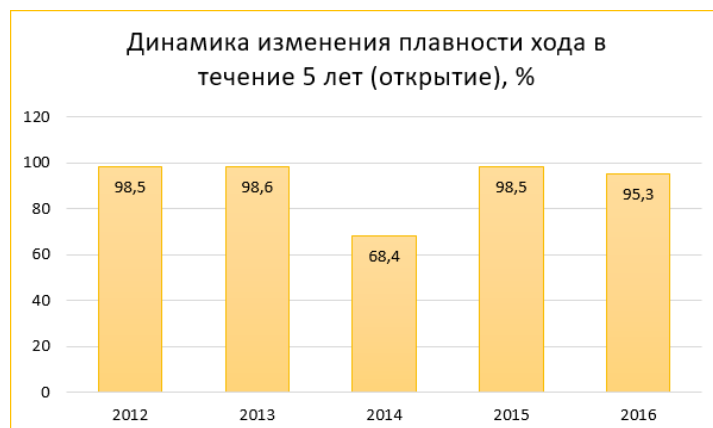


Рисунок 4 – Диаграмма изменения плавности хода в течение 5 лет

По диаграмме видно, что в 2014 году плавность хода главной паровой задвижки по расчётам равнялась 68,4 %, когда нормативно она не должна быть ниже 80 %. Причиной этого может быть неисправность. В 2015 году этот параметр уже показывает нормальное значение, так как, вероятно, был произведён ремонт арматуры.

Анализ данных, полученных из циклограмм сигналов и протоколов, составленных во время ППР, показал, что наличие различного рода отклонений параметров технического состояния арматур является нормальной практикой. Таким образом использование средств и методов диагностики необходимо проводить в целях обнаружения и предотвращения неисправностей оборудования, которые приводят к авариям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МТ 1.2.3.02.999.0085-2010. Диагностирование трубопроводной электроприводной арматуры. Методика [Текст].
2. 1117-500-Э – ЧЗЭМ АО «Энергомаш (Чехов) - ЧЗЭМ» [Электронный ресурс] // ЧЗЭМ АО «Энергомаш (Чехов)-ЧЗЭМ» – режим доступа: URL: <http://zavodchzem.ru/ru/продукция/aes/завдвижки-аэс/item/286-1117-500-э> - 19.03.2022

Analysis of Changes in the Characteristics of the Main Steam Valves at Nuclear Power Plants

Starchenko A.S.¹, Trishechkin D.V.², Lapkis A.A.³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: shura.star2001@mail.ru ;*

²*e-mail: shuh.red@yandex.ru ;*

³*e-mail: paltusmeister@gmail.com*

Abstract – Ensuring safety at nuclear power plants is a task of paramount importance, which is why all equipment undergoes strict control not only before commissioning, but also throughout its entire length. Assessment of the technical condition of various kinds of fittings used in the technological systems of nuclear power units, carried out using the means and methods of technical diagnostics, is one of these methods of control. In the course of the work, the change in some of the technical characteristics of the main steam valves of the 3rd unit of the Kalinin NPP in the period from 2012 to 2016 was considered and analyzed.

Key words: valves, main steam valves, diagnostics, technical condition.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ РЕГИОНОВ РАЗМЕЩЕНИЯ БИЛИБИНСКОЙ И КУРСКОЙ АЭС

Горбачев А.В., Кудымов В.А., Бубликова И.А.

Волгодонский инженерно-технический институт Филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе рассмотрены и проанализированы показатели радионуклидов в донных отложениях с 2002 по 2020 год включительно и активность сбросов Билибинской АЭС с целью выявления накопления Кобальта-60 и Цезия-137 в водоемах региона размещения атомной станции. В качестве сравнения поступления в среду радионуклидов, такая же процедура была проделана по данным Курской АЭС.

Ключевые слова: радионуклид, Кобальт-60, Цезий-137, ПЛК, АЭС.

В настоящее время имеется тенденция экологической ответственности, связанной с минимизацией сбросов в окружающую среду, в нашем случае, в гидросеть. Именно поэтому целью нашей работы является нахождения закономерности содержания радионуклидов в донных отложениях, куда они попадают стоками ПЛК, ХФК, дебалансными водами и другими сбросами атомной станции, а также анализ их влияния на донные отложения.

В работе были использованы показатели радионуклидов по данным НПО Тайфун [1] с 2002 по 2020 год и ресурсов АО «Концерн Росэнергоатом» [2, 3] с 2008 по 2020 год. С помощью статических инструментов Excel был проведен статический анализ с выявлением трендов динамики активности радионуклидов в донных отложениях.

Для Билибинской и Курской АЭС были проанализированы взаимосвязи выпусков сбросов с поверхностными водоемами, было выполнено сравнение содержания радионуклидов в донных отложениях выше и ниже точек сброса промливневой канализации.

Были сделаны некоторые выводы:

- Количество радионуклидов в донных отложениях в рассматриваемый нами промежуток времени остается практически неизменным, не превышая допустимых значений.
- Эффект накопления в разных точках отсутствует.
- Анализ взаимосвязей между радиационной активностью сброса ПЛК и радиационной активностью донных отложений с разными временными лагами, показал, что умеренная связь между показателями проявлялась для Со-60 с лагом в 1 год, а для Cs-137 – 2 года (Билибинской АЭС), для данных по Курской АЭС – связь только слабая или практически отсутствует.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Научно-производственное объединение «Тайфун» [Электронный ресурс]: Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств» URL: <https://www.rpatyphoon.ru/products/pollution-media.php> (дата обращения: 11.03.2022)
2. Росэнергоатом [Электронный ресурс] : Экологические отчеты. Билибинская АЭС URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-bilibinskoy-aes/bezopasnost-i-ekologiya/ekologicheskie-otchety/ (дата обращения: 12.03.2022)
3. Росэнергоатом [Электронный ресурс] : Экологические отчеты. Курская АЭС URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-kurskoy-aes/bezopasnost-i-ekologiya/ekologicheskie-otchety/ (дата обращения: 12.03.2022)

Analysis the Influence of the Content of Radionuclides in the Bottom Sediments of Reservoirs in the Regions of the Bilibino and Kursk Nuclear Power Plants

Gorbachev A.V.¹, Kudymov V.A.², Bublikova I.A.³

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute
Branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Russia*

¹*e-mail: alex170600@mail.ru*

²*e-mail: vladik-ola@bk.ru*

³*e-mail: IABublikova@mephi.ru*

Abstract – The work considers and analyzes the indicators of radionuclides in bottom sediments from 2002 to 2020 inclusive and the activity of discharges of the Bilibino NPP in order to identify the accumulation of Cobalt-60 and Caesium-137 in the reservoirs of the region where the nuclear power plant is located. As a comparison of the receipt of radionuclides into the environment, the same procedure was performed according to the Kursk NPP.

Key words: Radionuclide, Cobalt 60, Caesium 137, IDS (industrial drainage system), NPP.

УДК [502.3: 504.5]: 621.311.25

АНАЛИЗ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В АТМОСФЕРЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ И РОСТОВСКОЙ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Попова А.Р., Третьякова Т.В., Карпенко С.Д., Бейсуг О.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В статье анализируется количество радиоактивных газоаэрозольных выбросов в атмосферу входе эксплуатации Ленинградской и Ростовской атомных станций с различными типами реакторов. Наибольшее число выбросов ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co выявлено на Ленинградской АЭС с реактором типа РБМК.

Ключевые слова: радионуклиды, выбросы, атмосфера, измерения, газоаэрозоли, активность, РБМК, АЭС.

На атомных станциях достаточно серьезно подходят к вопросу загрязнения окружающей среды. Предусматривается ряд мер по предотвращению радиоактивных выбросов в атмосферу, как в условиях нормальной эксплуатации, так и при аварийных ситуациях. Потенциальным источником загрязнения атмосферы являются газоаэрозольные выбросы, образующиеся в процессе работы станции. Хотя они и не ведут к заметному загрязнению биосферы, существует актуальность работ по снижению их попадания в окружающую среду.

Провели оценку зависимости количества выбросов радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в атмосферу от типа реактора, эксплуатируемого на АЭС за 2008-2020 года.

Рассмотрена динамика выбросов радионуклидов ¹³⁷Cs и ⁶⁰Co в атмосферу на территории расположения ЛАЭС и РоАЭС с 2008 по 2020 гг. В качестве исходных данных использовалась информация о выбросах радионуклидов в атмосферу на территории Ленинградской и Ростовской АЭС [2], так как на данной станции используются разные типы реакторов. Газоаэрозольные радиоактивные выбросы в атмосферу на ЛАЭС осуществляются через три вентиляционные трубы (первой, второй очереди и комплекса переработки отходов), а на Ро АЭС поступают в атмосферу через венттрубы после системы спецгазоочистки.

Анализ выбросов радионуклидов показал, что превышения содержания ^{137}Cs и ^{60}Co в период с 2008 по 2020 гг. не выявлено ни на одной из станций. Так же не выявлено сверхкритического роста содержания радионуклидов

Для оценки данного периода определены среднее и суммарное значения активности радионуклидов в атмосфере.

Данные по Ленинградской и Ростовской АЭС приведены в таблице 1, рисунках 1 и 2.

Таблица 1 – Статистический анализ

Место измерения	Суммарное значение		Среднее значение за период	
	^{137}Cs	^{60}Co	^{137}Cs	^{60}Co
ЛАЭС	$1 \cdot 10^9$	$2,48 \cdot 10^9$	$7,8 \cdot 10^7$	$1,91 \cdot 10^8$
РоАЭС	$2 \cdot 10^8$	$1 \cdot 10^8$	$2,48 \cdot 10^9$	$1,1 \cdot 10^7$

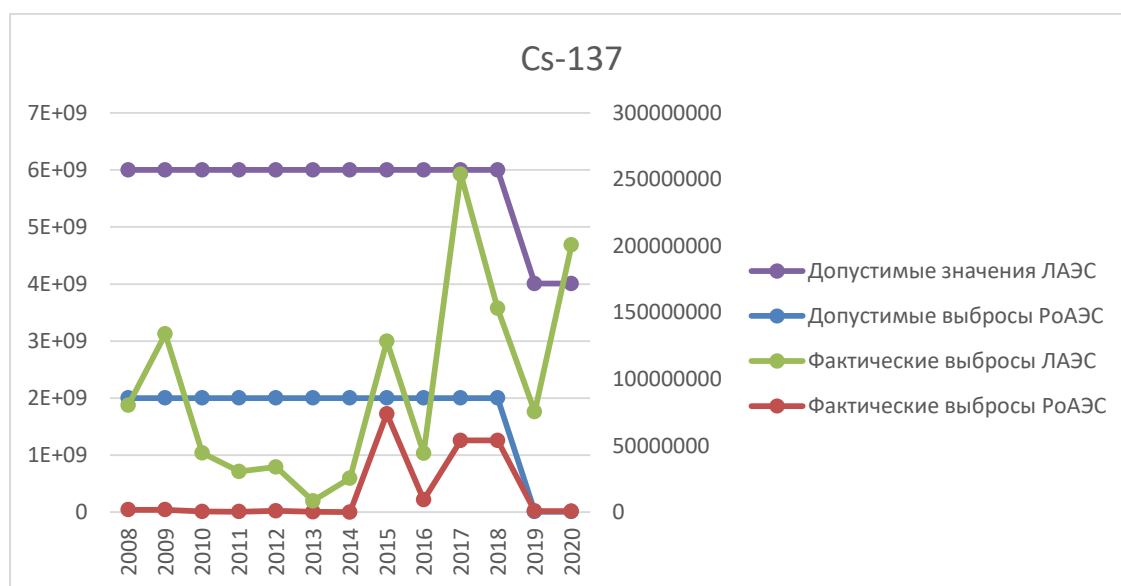


Рисунок 1 – Активность ^{137}Cs в атмосфере, Бк

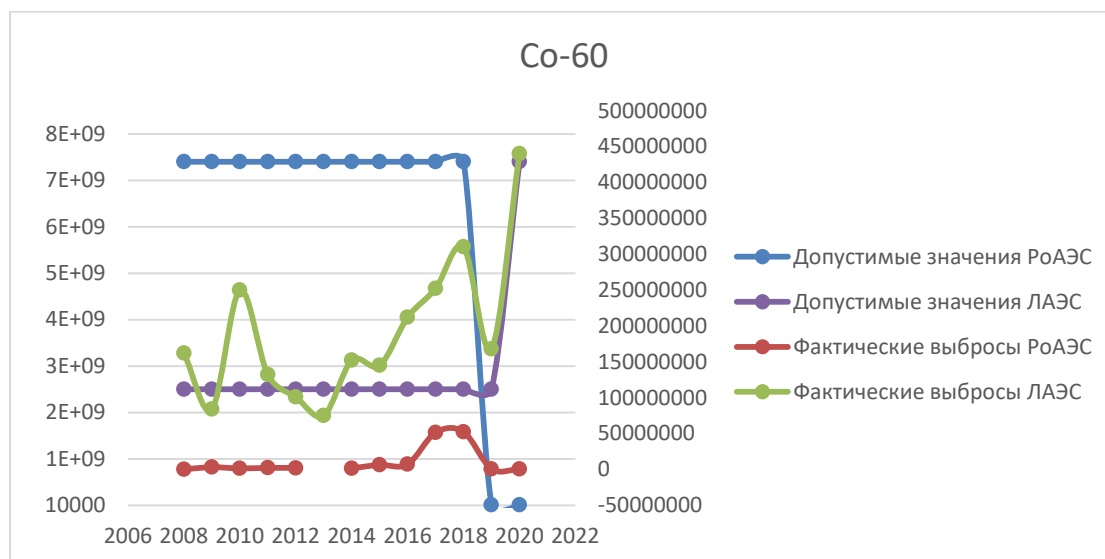


Рисунок 2 – Активность ^{60}Co в атмосфере, Бк

По итогам выполненной работы были сделаны следующие выводы:

1. Показатели выбросов ^{60}Co за 2008-2020 гг. ЛАЭС варьируются в диапазоне от $7,5 \cdot 10^7$ Бк до $4,4 \cdot 10^8$ Бк, что является ниже допустимых значений $2,5 \cdot 10^9$ Бк [2, 3]. А на

РоАЭС показатели выбросов варьируются в диапазоне $2 \cdot 10^5$ Бк до $5 \cdot 10^7$ Бк, данные значения ниже допустимых $7 \cdot 10^9$ Бк.

2. Показатели выбросов ^{137}Cs за 2008-2020 гг. ЛАЭС варьируются в диапазоне от $8 \cdot 10^6$ Бк до $2 \cdot 10^8$ Бк, что является ниже допустимых значений $4 \cdot 10^9$ Бк [2,3]. А на РоАЭС показатели выбросов варьируются в диапазоне $4,1 \cdot 10^4$ Бк до $7 \cdot 10^7$ Бк, данные значения ниже допустимых $2 \cdot 10^9$ Бк [2,3].

3. Наибольшие показатели ^{60}Co и ^{137}Cs в атмосфере фиксируется на Ленинградской АЭС с реактором РБМК-1000, данные значения находятся в допустимых пределах.

4. Наиболее экологически чистым для окружающей среды является реактор типа ВВЭР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белозерский, Г.Н. Радиационная экология / Г.Н. Белозерский – Москва, 2019. – 418 с.
2. ЕГАСМРО [Электронный ресурс]. – URL: <http://egasmro.ru/ru/data> (дата обращения: 18.03.2021).
3. Экологические отчеты АО «КОНЦЕРН РОСЭНЕРГОАТОМ» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosenergoatom.ru/safety_environment/vozdeystvie-na-okruzhayushchuyu-sredu/ekologicheskie-otchety-ao-kontsern-rosenergoatom/ (дата обращения: 19.03.2021).

Analysis of the Content of Radionuclides in the Atmosphere During the Operation of the Leningrad and Rostov Nuclear Power Plants

Popova A.R.¹, Treryakova T.V.², Karpenko S.D.³, Beisug O.I.⁴

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*e-mail: asunauki13@yandex.ru*

²*e-mail: tanyatretyakova2019@gmail.com*

³*e-mail: karpenkosergy@gmail.com*

⁴*e-mail: VITIkafAE@mephi.ru*

Abstract – The article analyzes the amount of aerosol gas emissions into the atmosphere during the operation of nuclear power plants with various types of reactors. The largest number of ^{137}Cs and ^{60}Co emissions was detected at the Leningrad NPP with the RBMK type reactor.

Key words: radionuclides, emissions, atmosphere, measurements, gas emissions, activity, RBMK, NPP.

УДК 621.039.516.2

СПЕКТРАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ВВЭР-СКД

Филинчук В.А., Лапкис А.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Целью работы является исследование возможностей спектрального регулирования реакторов типа ВВЭР на сверхкритических параметрах теплоносителя. Сравнены два проекта реакторов: построены спектры нейтронов, значения реактивности в начале топливной кампании. Полученные данные позволяют оценить возможность спектрального регулирования.

Ключевые слова: ВВЭР, спектральное регулирование, ВВЭР-СКД, спектр, реактивность.

Повышение КПД АЭС возможно за счёт поднятия параметров теплоносителя до сверхкритических. В случае реакторов ВВЭР это означает рост давления до 24-30 МПа, что

позволяет осуществлять регулирование спектра нейтронов по мере выгорания топлива изменением параметров теплоносителя (т/н), помимо традиционных способов.

В ходе работы было рассмотрено и сравнено два варианта исполнения ВВЭР-СКД, различающихся параметрами теплоносителя: ВВЭР-СКД-И (давление первого контура 23,5 МПа, температура на входе 365°C, температура на выходе 381°C) [1] и быстрорезонансного ВВЭР-СКД (давление первого контура 24,5 МПа, температура на входе 270–290°C, температура на выходе 540°C) [2].

Для исследования свойств ВВЭР-СКД в среде Serpent [3] была смоделирована ТВС: чехловая, состоящая из 252 твэлов, 18 направляющих каналов под ПЭЛ (поглощающие элементы) и центральной трубы (рис. 1) с урановой топливной загрузкой (обогащение 7%).

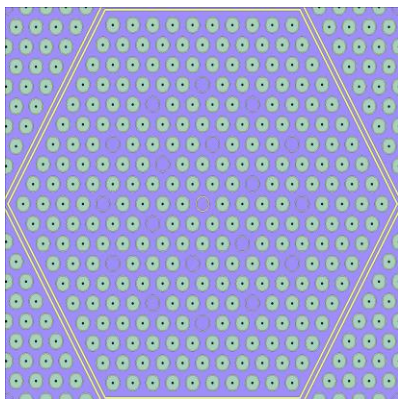


Рисунок 1 – Модель ТВС ВВЭР-СКД

Расчёт выполнен при настройках кода Serpent:

- 20000 нейтронных историй в цикле;
- 200 активных циклов;
- 20 неактивных циклов

Построенные спектры нейтронов приведены на рисунке 2.

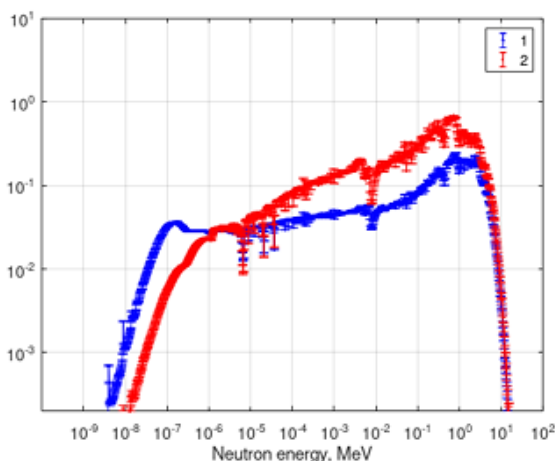


Рисунок 2 – Спектры нейтронов: 1 – вариант ВВЭР-СКД-И, 2 – вариант быстрорезонансного ВВЭР-СКД

Как видно из рисунка, проект быстрорезонансного ВВЭР-СКД обладает более выраженным промежуточным спектром.

При моделировании процесса в Serpent были получены следующие параметры:

1. Для ВВЭР-СКД-И значение K_{eff} составило $1,30297 \pm 0,00022$, соответственно $\rho = 23\%$, что требует компенсировать полученный запас реактивности не только за счёт изменения параметров т/н, но и при использовании твэгов и РБК (раствора борной кислоты).

2. Для быстрорезонансного ВВЭР-СКД значение K_{eff} составило $1,05967 \pm 0,00026$, соответственно $\rho = 5,6\%$, т.е. запас реактивности в ходе топливной кампании можно скомпенсировать изменением параметров т/н.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Реакторная установка ВВЭР-СКД со спектральным регулированием и петлевой компоновкой – URL: <https://docplayer.com/53290477-Reaktornaya-ustanovka-vver-sk-d-so-spektralnym-regulirovaniem-i-petlevoy-komponovkoj.html> (Дата обращения: 06.03.2022)
2. Характеристики безопасности РУ ВВЭР-СКД – URL: <http://www.gidropress.podolsk.ru/files/publication/publication2011/documents/084a.pdf> (Дата обращения: 08.03.2022)
3. J. Leppänen, M. Pusa, T. Viitanen, V. Valtavirta, and T. Kaltiaisenaho. "The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013." *Ann. Nucl. Energy*, 82 (2015) 142-150.

Spectral Shift Control of WWER-SKD

Filinyuk V.A., Lapkis A.A.¹

*Volgodonsk Institute of Engineering and Technology is a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: paltusmeister@gmail.com*

Abstract – The aim of the work is to study the possibilities of spectral regulation of WWER-type reactors on supercritical parameters of the coolant. Two reactor designs are compared: neutron spectra and reactivity values at the beginning of the fuel campaign are constructed. The obtained data allow us to evaluate the possibility of spectral regulation.

Key words: WWER, spectral shift control, WWER-SKD, spectrum, reactivity.

УДК 621.039.516.2

СПЕКТРАЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ РЕАКТОРОВ ВВЭР ПРИ ПОМОЩИ ВЫТЕСНИТЕЛЕЙ

Хворов М.И., Лапкис А.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе описан способ спектрального регулирования с использованием вытеснителей, путем изменения водо-уранового отношения. В среде Serpent смоделирована ТВС с вытеснителями. Для исследования влияния вытеснителей на спектр был построен спектр нейтронов с введенными вытеснителями и без них. Было определено количество реактивности, компенсируемое вытеснителями.

Ключевые слова: спектральное регулирование, вытеснители, водно-урановое соотношение, ВВЭР, ВВЭР-С, реактивность, метод Монте-Карло, Serpent.

На данный момент в эксплуатирующихся реакторах ВВЭР запас реактивности на выгорание компенсируется путем применения тепловыделяющих элементов с гадолинием, а также борного регулирования. Компенсация запаса реактивности с применением описываемого варианта спектрального регулирования производится при помощи вытеснителей, которые вводятся в активную зону и тем самым меняется ВУС. Когда вытеснители введены в активную зону помимо снижения водно-уранового соотношения, повышается содержание U-238, из-за чего становится меньше тепловых нейтронов, так как повышается вероятность нейтронам поглотиться на резонансных пиках. В тоже время спектр становится более жестким, в активной зоне нарабатывается больше Pu-239.

На первом этапе кампании реактор работает с более низким водно-урановом соотношении, вытеснители введены в активную зону. Затем, когда запас реактивности исчерпан, вытеснители поочередно извлекаются, из-за чего увеличивается ВУС, вводится положительная реактивность, и реактор способен продолжить работу [1].

Для выполнения работы в среде Serpent [2] моделируется ТВС с более плотной компоновкой пучка твэлов для увеличения размеров направляющих каналов, куда будут введены вытеснители из обеднённого урана (см. рис 1).

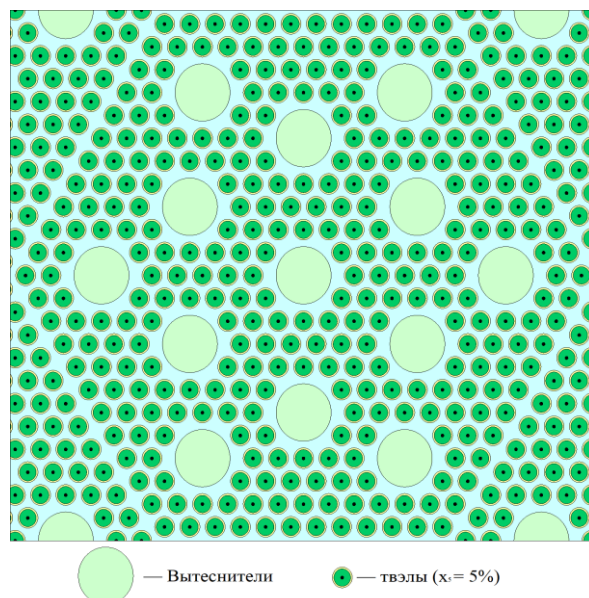


Рисунок 1 – ТВС с вытеснителями

Было смоделировано распределение нейтронов по энергиям, по которому видно, что действительно более жесткий спектр соответствует введенным вытеснителям. Это можно наблюдать на рисунке 2.

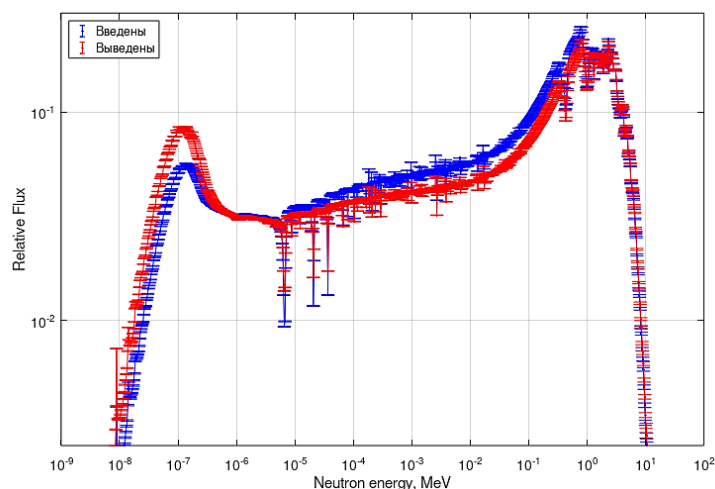


Рисунок 2 – Спектры нейтронов

При моделировании стационарного процесса в среде Serpent с параметрами:

- 20 неактивных и 500 активных циклов;
- 50000 нейтронных историй.

Были получены следующие значения коэффициентов размножения: коэффициент размножения с введенными вытеснителями $K_{eff} = 1,21632 \pm 0,00013$, с выведенными $K_{eff} = 1,41424 \pm 0,00012$. Исходя из этого запас реактивности, скомпенсированный вытеснителями, составил $\rho = 11,5 \%$, что может говорить о потенциальной возможности

отказа от борного регулирования путем применения вытеснителей. В классических ВВЭР на борную компенсацию отводится 10-11% запаса реактивности [3].

Воспроизводство топлива с введенными вытеснителями выше, чем без них, это показывают значения коэффициента воспроизводства: с введенными $K_B = 0,64$, с выведенными $K_B = 0,37$.

В дальнейшем планируется провести моделирование выгорания в среде Serpent в две стадии – с введенными вытеснителями и без них, для оценки накопления вторичного топлива, прироста длины кампании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асадский Э.С., Трапезников И.Н. Предварительные конструкторские проработки реактора со спектральным регулированием (ВВЭР-С) // Сборник трудов 16-й Международной научно-технической конференции молодых специалистов по ядерным энергетическим установкам 26-27 марта, АО ОКБ "ГИДРОПРЕСС".
2. J. Leppänen, M. Pusa, T. Viitanen, V. Valtavirta, and T. Kaltiaisenaho. "The Serpent Monte Carlo code: Status, development and applications in 2013." Ann. Nucl. Energy, 82 (2015) 142-150.
3. Крючков В.П., Андреев Е.А., Хренников Н.Н. Физика реакторов для персонала АЭС с ВВЭР и РБМК: Учебное пособие для персонала АЭС/ Под редакцией доктора физ.- мат. наук В.П. Крючкова – М.: Энергоатомиздат, 2006.– 288 с.: илл.

Spectral Regulation of VVER Reactors with Displacers

Khvorov M.I., Lapkis A.A.¹

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: paltusmeister@gmail.com*

Abstract – The paper describes a method of spectral regulation using displacers by changing the water-uranium ratio. In the Serpent environment, a fuel assembly with displacers is modeled. To study the effect of displacers on the spectrum, a spectrum of neutrons with and without displacers was constructed. The amount of reactivity compensated by displacers was found out.

Key words: spectral regulation, displacers, water-uranium ratio, VVER, VVER-S, reactivity, Monte-Carlo method, Serpent.

УДК 621.646, 621.3.08, 621.311.25

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ НОВОВОРОНЕЖСКОЙ АЭС В ПЕРИОД ППР 2019 ГОДА

Коршунов Д.А., Цибизов А.А., Цибизов Д.А., Юмаев Д.А., Лапкис А.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Исправное состояние электроприводной арматуры (ЭПА) важно для безопасной работы любой атомной электростанции (АЭС). Поэтому появляется необходимость в периодической диагностике данного оборудования. Такая проверка позволяет поддерживать требуемый уровень надежности энергоблоков АЭС за счет повышения качества технического обслуживания и ремонта (ТОиР) арматуры. В данной работе рассмотрены и проанализированы данные 8655 измерений токовых сигналов по ЭПА 3-го, 4-го, 5-го и 6-го энергоблоков Нововоронежской АЭС. Был проведен статистический и сравнительный анализ работоспособных и дефектных ЭПА с целью анализа их

технического состояния. В качестве исходных данных были взяты результаты диагностического обследования на НВАЭС за 2019 год, выполненного ВИТИ НИЯУ МИФИ.

Ключевые слова: АЭС, электроприводная арматура, статистика, техническое состояние, диагностирование, техническая диагностика.

Диагностика электроприводной арматуры (ЭПА) выполняется для:

- обнаружение отклонений, дефектов в функционировании основных частей, таких как электродвигатель (ЭД) и электропривод (ЭП);
- оценка общего технического состояния арматуры и рекомендации по ее регулировке;
- общего относительного анализа результатов диагностики, а также их сопоставление с предыдущими измерениями.

С целью установления вида технологического состояния арматуры, являющейся элементом систем блоков АЭС, используется токовый сигнал электродвигателя, измеренный для одной или трех фаз. Образец сигнала показан на рисунке 1.

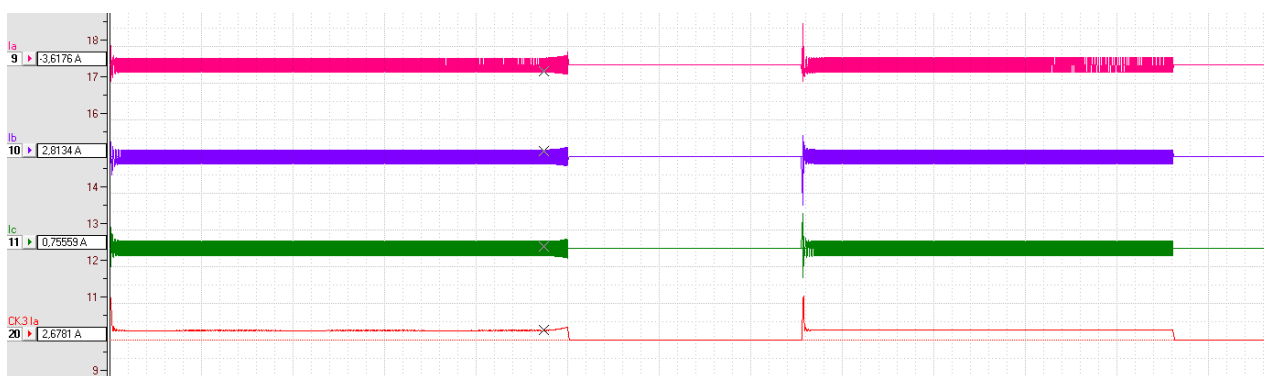


Рисунок 1 – Токовый сигнал ЭПА при выполнении операций «открытие – закрытие»

Определяющим параметром технического состояния электроарматуры является «Плавность хода», в которой используются расчетные значения сигнала тока и сигнала активной мощности, которые косвенно характеризуют динамику движения рабочего органа электроприводной арматуры – γ_{03} (%).

Плавность хода γ_{03} по току и по мощности рассчитывается по формулам:

$$\gamma_I = \left[1 - \frac{I_{p.max} - I_{p.min}}{I_p} \right] \cdot 100\%, \quad (1)$$

$$\gamma_I = \left[1 - \frac{P_{p.max} - P_{p.min}}{P} \right] \cdot 100\%, \quad (2)$$

где I_p – среднее арифметическое действующих значений тока на участке рабочего хода, А;

P_p – среднее арифметическое значений мгновенной мощности на участке рабочего хода, Вт;

$I_{p.max}$ – максимальное действующее значение тока на участке рабочего хода, А;

$I_{p.min}$ – минимальное действующее значение тока на участке рабочего хода, А;

$P_{p.max}$ – максимальное значение мгновенной мощности на участке рабочего хода, кВт;

$P_{p.min}$ – минимальное значение мгновенной мощности на участке рабочего хода, кВт.



Рисунок 2 – Изображение электроприводной арматуры

Сравнение числа работоспособной арматуры с
частично неработоспособной

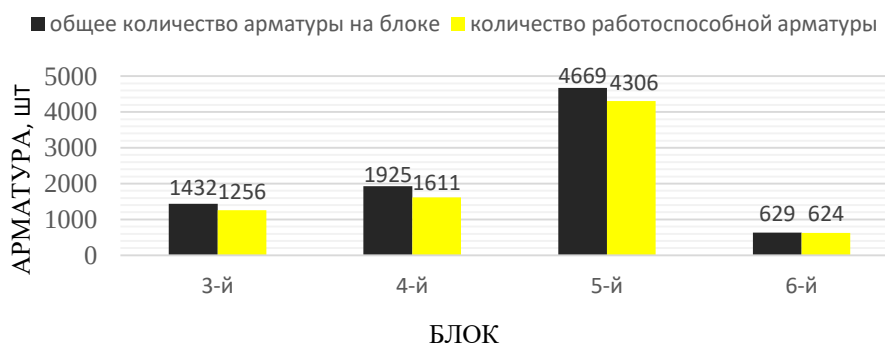


Рисунок 3 – Гистограмма сравнения количества работоспособной арматуры с числом всей ЭПА на каждом блоке

Статистический анализ ЭПА по 3-му энергоблоку НВАЭС показал, что 87,7% данного оборудования являются работоспособными, соответственно 12,3% являются частично неработоспособными или требуют регулировки по параметру «Плавность хода». Так, для 4-го энергоблока процент работоспособной арматуры составляет 83,7%. Также для 5-го эта величина равна 92,2%, а для 6-го блока доля работоспособной ЭПА оказалась равной 99,2%. Кроме этого выявлено, что процент работоспособной арматуры по рассмотренным четырем энергоблокам составляет 90,0%.

Из этого можно сделать вывод, что для более точного определения доли исправной арматуры на каждом энергоблоке требуется дополнительный анализ технического состояния, а именно анализ работоспособности ЭПА по операциям «открытие-закрытие» для всех типоразмеров арматуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МТ 1.2.3.02.999.0085-2010 Диагностирование трубопроводной арматуры. Методика, НИИ «Энергомашиностроения», 2010. – 127 с.
2. РД ЭО 0648-2005 Положение о техническом диагностировании электроприводной трубопроводной промышленной арматуры на энергоблоках атомных станций.

Analysis of the Technical Condition of the Motorized Valves of the Novovoronezh NPP During the 2019 Repairing Campaign

Korshunov D.A., Tsibizov A.A., Tsibizov D.A.¹, Yumaev D.A., Lapkis A.A.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: tsibizov.mitya@yandex.ru*

²*e-mail: paltusmeister@gmail.com*

Abstract – The good condition of motorized valves (MV) is of great importance in the safe operation of any nuclear power plant (NPP). Therefore, there is a need for periodic diagnostics of this equipment. Such verification allows maintaining the required level of reliability of NPP power units by improving the quality of maintenance and repair (MR) of fittings. In this paper, the data of 8655 measurements of current signals by MV of the 3rd, 4th, 5th and 6th power units of the Novovoronezh NPP are considered and analyzed. A static and comparative analysis of operable and defective MV was carried out in order to analyze their technical condition. The results of a diagnostic survey at the NVNPP for 2019 were taken as data for statistics.

Key words: NPP, fittings, statistics, technical condition, diagnostics.

УДК [502.51:504.5]:621.311.25

АНАЛИЗ СБРОСОВ РАДИОНУКЛИДОВ ^{60}Co И ^{137}Cs В РЕКИ СЕЙМ И РЕУТ КУРСКОЙ АЭС

Орлов Н.В., Харитоненко А.П., Бейсуг О.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе проведено исследование по оценке влияния радионуклидов ^{60}Co , ^{137}Cs Курской АЭС на рр. Сейм и Реут в 30 км зоне влияния Курской АЭС в период 2007-2020 гг. Сделаны выводы о влиянии Курской АЭС на реках Сейм и Реут в 30 км зоне.

Ключевые слова: АЭС, радионуклиды, ^{60}Co , ^{137}Cs , сточные воды, сбросы, анализ.

Проведён анализ по двум основным радионуклидам ^{60}Co , ^{137}Cs , поступающим в реках Сейм и Реут от Курской АЭС за период 2007 по 2020 гг. Использованы данные экологических отчетов АЭС в период 2007 по 2020 гг., представленные на официальном сайте АО «Концерн Росэнергоатом» и Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств».

Анализ сброса ^{60}Co , ^{137}Cs в реках Сейм и Реут Курской АЭС (КуАЭС) является актуальным, т.к. на КуАЭС введены в эксплуатацию четыре блока с реакторами РБМК-1000, которые были введены в эксплуатацию в 1976, 1979, 1983 и 1985 гг. соответственно, из-за чего их можно считать устаревающими. Проектная мощность каждого блока составляет 1000 МВт (электрическая) и 3140 МВт. Курская АЭС имеет четыре выпуска сточных вод в поверхностные водные объекты. Выпуски сточных вод № 1, 3, 4 оборудованы ультразвуковыми расходомерами ЭХО-Р-02.

Выполнен анализ динамики годовых выбросов в процентах от допустимого сброса (ДС) в период 2007 по 2020 гг. При этом учтено, что на АЭС в это время число энергоблоков не менялось, проводились плановые средние и капитальные ремонты энергоблоков.

Норматив сброса в р. Реут для ^{137}Cs составляет $8,1 \cdot 10^7$ Бк/год; для ^{60}Co – $2,8 \cdot 10^8$ Бк/год; в р. Сейм для ^{137}Cs – $3,6 \cdot 10^8$ Бк/год; для ^{60}Co – $7,5 \cdot 10^8$ Бк/год.



Рисунок 1 – Динамика сброса Co-60 и Cs-137 в рр. Сейм и Реут

На рисунке 1 представлены динамики сброса ^{137}Cs в рр. Сейм и Реут. Установлено, что сброс ^{137}Cs изменяется в диапазоне 2,89 – 42,4 МБк., а также сброс ^{60}Co изменяется в диапазоне 1,99 – 204 МБк, что не превышает максимальное допустимое значение сброса.

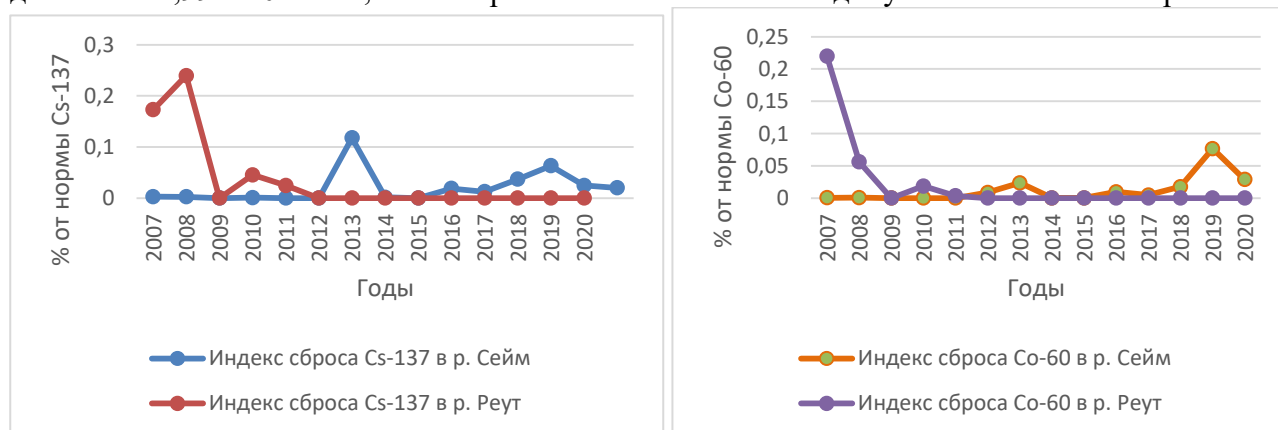


Рисунок 2 – Динамика индекса сброса Co^{60} и Cs^{137} в рр. Сейм и Реут

На рисунке 2 анализ динамики индекса сброса(Y) ^{137}Cs и ^{60}Co в рр. Сейм и Реут показывает, что индекс сброса(Y) ^{137}Cs изменяется в диапазоне 0 – 0,24, а также индекса сброса(Y) Co^{60} изменяется в диапазоне 0 – 0,22. При этом выполняется соотношение $Y < 1$, что является показателем эффективности радиационной защиты.

В результате анализа, можно сделать следующие выводы:

1. В период 2007–2020 динамика сброса ^{60}Co и ^{137}Cs не превышает максимально-допустимые значения, норматив сброса в реку Реут для ^{137}Cs составляет $8,1 \cdot 10^7$ Бк/год; для ^{60}Co – $2,8 \cdot 10^8$ Бк/год; в реку Сейм для ^{137}Cs – $3,6 \cdot 10^8$ Бк/год; для ^{60}Co – $7,5 \cdot 10^8$ Бк/год.
2. В период 2007–2020 максимальное значение сбросов ^{60}Co от КуАЭС составляет 22% от ДС и максимальное значение сбросов ^{137}Cs от КуАЭС составляет 24 % от ДС. Следовательно, эксплуатация, ремонт КуАЭС не сопровождается превышением годовых допустимых сбросов.
3. В период 2007–2020 выполнялось соотношение $Y < 1$, индекс сброса ^{60}Co и ^{137}Cs не превышает 1, что указывает на эффективность радиационной защиты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Экологические отчеты КуАЭС в период 2007-2020— https://rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-kurskoy-aes/bezopasnost-i-ekologiya/ekologicheskie-otchety/

2. Ежегодник «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств» — <https://www.rpatyphoon.ru/products/pollution-media.php>

Analysis of Discharge of Radionuclides ^{60}Co and ^{137}Cs in Rr. Seim and Reut of Kursk NPP

Orlov N.V.¹, Kharitonenko A.P.², Beisug O.I.³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹ e-mail: kon74vik@gmail.com

² e-mail: sasha.kharitonenko@mail.ru

³ e-mail: VITikafAE@mephi.ru

Abstract – A study was conducted to assess the influence of radionuclides ^{60}Co , ^{137}Cs of the Kursk NPP on the rr.Seim and Reut in the 30 km zone of influence of the Kursk NPP in the period 2008-2020. Conclusions are drawn about the influence of the Kursk NPP on rr. Sejm and Reut are in a 30 km zone.

Key words: NPP, radionuclides, ^{60}Co , ^{137}Cs , wastewater, discharge, analysis.

УДК 504.3.54

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ППР НА РОАЭС НА РАДИАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРРИТОРИИ РАЗМЕЩЕНИЯ

Константинов Д.С., Булгучев И.М., Ноженко Э.С., Бубликова И.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Эксплуатация радиационно-опасных объектов в настоящее время является предметом постоянного внимания и исследования. В ходе работы проведен анализ влияния планового-предупредительного ремонта на радиационные характеристики во время ремонта и до него. В работе были использованы документы о радиационной обстановке на территории России (среднемесячные и максимальные за месяц значения) с апреля 2010 г. по февраль 2020 года.

Ключевые слова: суммарная β -активность, планово-предупредительный ремонт, Ростовская АЭС, устойчивость направления ветра.

Влияние планового-предупредительного ремонта атомных станций на радиационные характеристики близлежащих территорий находится под непрерывным контролем. Существуют опасения о негативном воздействии планового-предупредительного ремонта Ростовской АЭС на окружающую среду и здоровье жителей. В связи с этим рассматриваемая нами тема является актуальной.

Ростовская атомная электростанция – АЭС в России, располагается в 16 км от города Волгодонска Ростовской области. В данной работе проведен анализ влияния Ростовской АЭС на радиационные характеристики атмосферного воздуха данного региона до и в период планово-предупредительного ремонта (ППР)[1]. При анализе данных были использованы результаты Единой государственной автоматизированной системы мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации, которые представлены в ежегодниках «Радиационная обстановка на территории России и сопредельных государств» Научно-производственного объединения «Тайфун», входящего в состав Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. С целью рассмотрения влияния

атомной станции на радиационные характеристики региона ее размещения были выбраны населенные пункты: г. Волгоград, г. Цимлянск (табл. 1).

Таблица 1 – Расположение исследуемых населенных пунктов относительно Ростовской АЭС

Населенный пункт	Направление ветра, %	Расстояние от Ростовской АЭС, км
г. Цимлянск	СЗ	20
г. Волгоград	СВ	203

Анализ влияния эксплуатации Ростовской АЭС вовремя и до периода планового-предупредительного ремонта на суммарную β -активность атмосферных выпадений региона размещения

Важно отметить, что рассматриваемой величиной была выбрана суммарная β -активность атмосферных выпадений в г. Цимлянск и г. Волгоград вовремя и до планового-предупредительного ремонта. Нами было выделено две гипотезы:

1. Если работа Ростовской АЭС в действительности воздействует на радиационные свойства воздушной среды района расположения, то развитие суммарной бета-активности атмосферных выпадений будет меняться в соответствии с развитием устойчивости ветра от Ростовской АЭС.
2. Если планово-предупредительный ремонт Ростовской АЭС оказывает влияние на радиационные характеристики воздушной среды городов Цимлянск и Волгоград, то суммарная бета-активности атмосферных выпадений будет повышаться при сравнении аналогичных показателей до и вовремя проведения ППР.

В связи с этим были исследованы взаимосвязи между суммарной β -активностью атмосферных выпадений и повторяемостью направления ветра от Ростовской АЭС до и во время периода ППР, представленные на рисунках 1 и 2 [2].

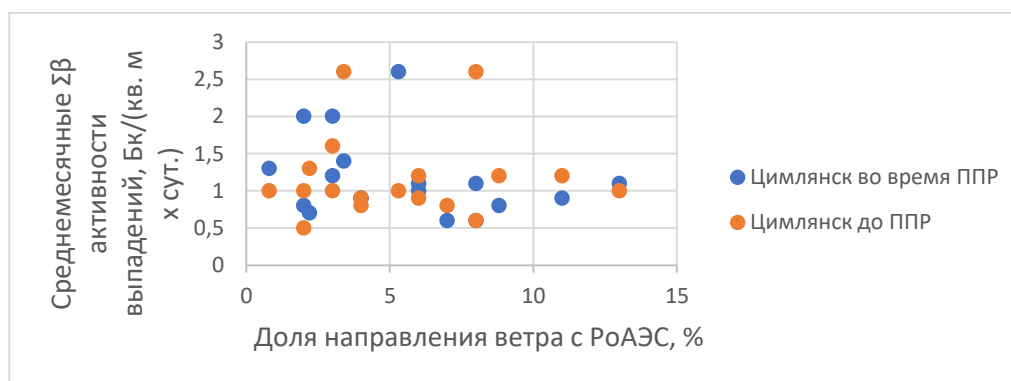


Рисунок 1 – Суммарная β -активность атмосферных выпадений в г. Цимлянск

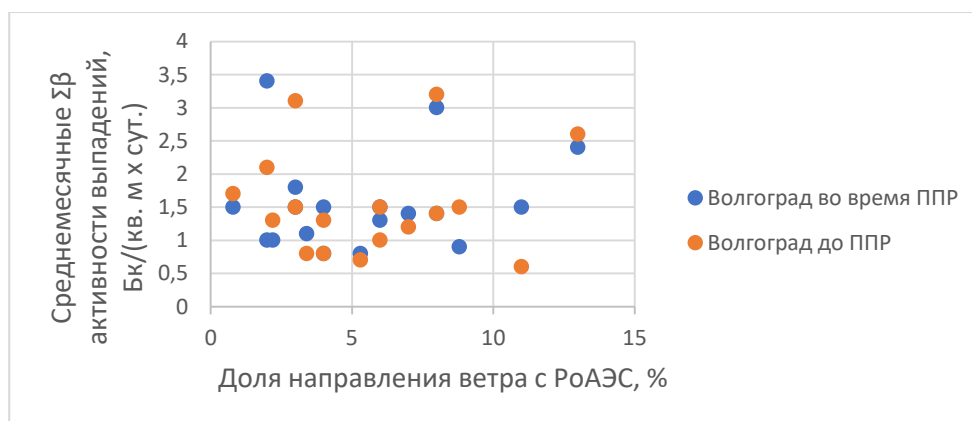


Рисунок 2 – Суммарная β -активность атмосферных выпадений в г. Волгоград

Выводы

1. Взаимосвязи между погодными условиями на территории Ростовской АЭС и суммарной β -активностью атмосферных выпадений, рассмотренных в г. Волгоград и г. Цимлянск не выявлена ни по среднемесячным, ни по максимальным значениям каждого месяца с апреля 2010 г. по февраль 2020 года. Важно отметить, что исследуемые нами регионы не зависят от метеоусловий в период планово-предупредительных ремонтов.

2. Планово-предупредительный ремонт Ростовской АЭС не оказывает влияние на радиационные характеристики воздушной среды городов Цимлянск и Волгоград, суммарная бета-активности атмосферных выпадений не повышается при сравнении аналогичных показателей до и во время проведения ППР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. АО «Концерн Росэнергоатом» [<https://www.rosenergoatom.ru/>]
2. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Научно-производственное объединение «Тайфун». Справки, ежегодники по загрязнению ОС. [<https://www.rpatyphoon.ru/products/pollution-media.php>]

Analysis of the Effect of Ppr at Rostov NPP on the Radiation Characteristics of the Location Territory

Konstantinov D.S., Bulguchev I.M., Nozhenko E.S.¹, Bublikova I.A.²

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",

Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹*e-mail: nozhenko.elvira@mail.ru*

²*e-mail: IABublikova@mephi.ru*

Abstract – The operation of radiation hazardous facilities is currently the subject of constant attention and research. In the course of the work, an analysis was made of the effect of scheduled preventive maintenance on radiation characteristics during and before the repair. The paper used documents on the radiation situation in Russia (average monthly and maximum monthly values) from April 2010 to February 2020.

Key words: total β -activity, preventive maintenance, Rostov NPP, wind direction stability.

УДК 539.17

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ RIM-ЭФФЕКТА НА НЕЙТРОННО-ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭФФЕКТИВНОЙ ЯЧЕЙКИ РЕАКТОРОВ ТИПА BWR И PWR

Скулкин В.О. Внуков Р.А.

Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия

В ядерном реакторе при выгорании топлива происходит изменение его состава и геометрических параметров, в том числе наблюдается RIM-эффект. Его особенности рассмотрены в ряде работ, при этом тема весьма актуальна в качестве уточняющей задачи при нейтронно-физическом обосновании эксплуатации различных ЯЭУ. Подходящим программным комплексом для данной задачи является Serpent, в котором составлена модель эффективной ячейки и рассмотрены конкретные параметры.

Ключевые слова: гит-эффект, эффективная ячейка, реакторы BWR и PWR, плотность потока нейтронов, гит-зона, Serpent, глубокое выгорание.

Топливо в ядерном реакторе при глубоком выгорании изменяется с точки зрения структурно-фазового состояния, кроме того меняется плотность топливной таблетки и химический состав. Увеличивается толщина периферийного слоя топливной таблетки, также изменяется ее плотность и геометрия. При увеличении выгорания ядерного топлива и накоплении продуктов деления в периферийном слое, а именно в гит-зоне, происходит диспергирование зерен с размером 15 мкм на зерна с размером 0,3 мкм: наблюдается такое явление как гит-эффект. Например, при среднем по топливу выгорании 105 ГВт·сут/т U локальное выгорание в поверхностном слое таблетки достигает 300 ГВт·сут/т U [1]. Особенности RIM-слоя, его теплотехнические сложности рассмотрены в ряде работ, в частности в [1]. При этом тема интересна с точки зрения моделирования нейтронно-физической задачи.

Для моделирования эффективной ячейки реакторов типа BWR и PWR использован программный комплекс Serpent. В предложенной модели периферийный слой топливной таблетки, взятый с шириной 100 мкм, разделен на меньшие слои с шагом в 10 мкм. Фрагмент модели представлен на рисунке 1. Для сравнения использовалась идентичная модель без разделения периферийного слоя. Обогащение урана в модели реактора PWR – 3,25 %. Обогащение урана в модели реактора BWR – 1,8 %.

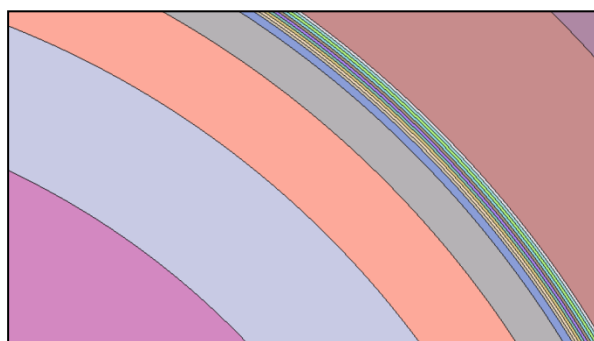


Рисунок 1 – Разделение периферийного слоя в модели топливной таблетки эффективной ячейки

Используя данную модель разделения периферийного слоя, рассмотрены следующие нейтронно-физические характеристики: плотность потока нейтронов в зависимости от радиуса твэла, коэффициент размножения с выгоранием до 70 МВт·сут/кг. Радиальное отношение потоков гетерогенной модели к гомогенной для реактора типа PWR на заключительном шаге выгорания представлено на рисунке 2.

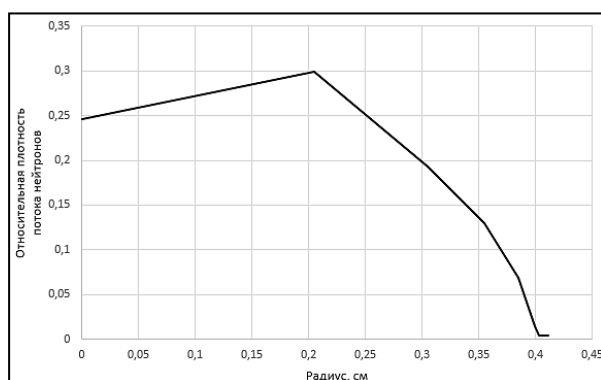


Рисунок 2 – График изменения относительной плотности потока нейтронов в зависимости от радиуса твэла

Заметно неравномерное распределение плотности потока нейтронов: в центре и на периферии топливной таблетки наблюдаются отличия лишь в тепловой области. Отклонения коэффициента размножения в ячейке с разбиением и без разбиения периферийного слоя

больше, чем величина погрешности коэффициента, что позволяет сделать вывод о необходимости учета данного эффекта при расчетах с оценкой глубокого выгорания топлива.

В случае выполнения расчетов низкой точности (с погрешностью порядка 10^{-3}) учитывать RIM-слой не требуется.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлунов А.В. Моделирование процессов и явлений в оксидном ядерном топливе при высоком выгорании [Текст]. Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. физ.-мат. наук (28.10.2009). – Москва, 2009. – 27с.
2. K. Une, M. Hirai, K. Nogita, T. Hosokawa, Y. Suzawa, S. Shimizu, Y. Etoh. Rim structure formation and high burnup fuel behavior of large-grained UO₂ fuels [Текст]. – Tokyo, 1999.

Research the Rim Effect Influence on the Neutron-Physical Characteristics of the Effective Cell of BWR and PWR Type Reactor

Skulkin V.O., Vnukov R.A.

*Obninsk Institute for Nuclear Power Engineering, National Research Nuclear University «MEPhI», Obninsk, Kaluga region, Russia
e-mail: info@iate.obninsk.ru*

Abstract – In a nuclear reactor, when the fuel burns out, its composition and geometric parameters change, including the rim effect. Its features are considered in a number of works, while the topic is very relevant as a clarifying task in the neutron-physical justification of the operation of various nuclear power facility. A suitable software package for this task is Serpent, in which an effective cell model was compiled and specific parameters were considered.

Key words: rim effect, effective cell, BWR and PWR type reactor, neutron flux density, rim-zone, Serpent, deep burnout.

УДК 621.646, 621.3.08

ДИНАМИКА ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ВЫЯВЛЕНИИ ДЕФЕКТОВ И НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ НВАЭС-2 НА 7 ЭНЕРГООБЛОКЕ В ПЕРИОД ППР 2021 ГОДА

Кот С.А. *, Цыхлер Л.В. *, Швец Д.В. **

** Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия*

*** Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Ростовская атомная станция», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия*

В статье рассматривается проведение диагностического обследования электроприводной арматуры (ЭПА) методом сравнительного анализа. Рассмотрено 107 измерений токовых сигналов ЭПА 7-го энергоблока Нововоронежской АЭС-2 (НВАЭС-2) в период планово-предупредительного ремонта (ППР) 2020, 2021 годов. Анализ проводился по данным определяющих параметров за 2021 год, которые сравнивались с данными предыдущего года. Определение типа дефектов производилось по методике, разработанной НИИ АЭМ (МТ 1.2.3.02.999.0085-2010).

Ключевые слова: диагностика, закрытие, открытие, плавность хода, электроприводная арматура, АЭС.

В современной промышленности наблюдается тенденция автоматизации производства. Это требует своевременного контроля технического состояние оборудования и его обслуживания. В связи с этим на таких объектах промышленности, как атомные электростанции (АЭС) регулярно отслеживается состояние оборудования, в том числе и ЭПА.

Целью работы является определение работоспособности ЭПА, выявление неисправностей и дефектов, являющихся причиной неработоспособности или частичной неработоспособности данного оборудования.

Оценка технического состояния ЭПА проводится по определяющим параметрам:

- 1) «плавности хода»;
- 2) времени выполнения операции открытие/закрытие ($T_{откр.}$ и $T_{закр.}$ соответственно);
- 3) форме огибающего сигнала на рабочем ходу, построенного методом среднеквадратичного значения тока (СКЗ).

Работа с данными с замеров проводилась следующим образом:

- 1) обработка и структурирование с помощью программного комплекса Microsoft Excel и PowerGraph;
- 2) расчет параметра «Плавность хода» и значения относительной разности dT ;
- 3) определение технического состояния арматуры;
- 4) установление дефектов и неисправностей рассмотренных арматур в соответствии с данными из каталога дефектов электромеханической части ЭПА по диагностическим признакам;
- 5) сравнение с данными ППР 2020 года.

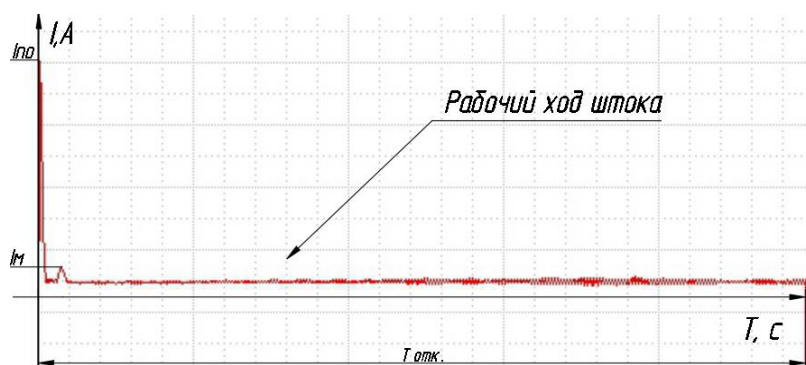


Рисунок 1 – Форма сигнала работоспособной ЭПА

Неисправности были выявлены у 10 позиций из 107 рассматриваемых, что составляет 9% от общего числа ЭПА. Эти результаты получены, исходя из данных по определяющим параметрам, их характер следующий:

1. Заедание, заклинивание, залипание, прикипание запорного органа в седле у 3,5% исследуемых ЭПА.
2. Потеря эластичности сильфонных гофр у 3,5%.
3. Нет зацепления ЭД и ЭП у 1%.
4. Дефекты (износ) или загрязнение упорно-радиальных подшипников/Износ, поломка или отсутствие смазки подшипника на валу ЭД у 1%.

При этом были выявлены различные состояния ЭПА: неработоспособными являются 6 единиц ЭПА. Работоспособными по определяющим параметрам, при дополнительном анализе параметров $T_{откр.}$ ($T_{закр.}$), являются 4 позиции.

Негативная динамика ухудшения технического состояния ЭПА, по сравнению с данными 2020 года, является не продолжительной (1 год) У 5 позиций наблюдается ухудшение параметров по сравнению с 2020 годом, у 4 позиций изменений не обнаружено, у 1 позиции незначительные ухудшения. Остальные ЭПА являются работоспособными по результатам проведенной в данной работе оценки технического состояния по определяющим параметрам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МТ 1.2.3.02.999.0085-2010 «Диагностирование трубопроводной арматуры. Методика», НИИ «Энергомашиностроения», 2010. - 127с.
2. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования – НП-068-05, 2006. 86с.
3. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций – НП-001-05, 2016. 55с.
4. Роль сильфона в конструкции запорно-регулирующей арматуры [Электронный ресурс]- URL: https://nomitech.ru/articles-and-blog/rol_silfona_v_konstruktsii_zaporno_reguliruyushchey_armatury/
5. ГОСТ 831-75. Подшипники шариковые радиально-упорные однорядные. Типы и основные размеры [Электронный ресурс]- URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012724>
6. Швец Д.В., Лапкис А.А., «Диагностирование электроприводной арматуры Ростовской АЭС в период ППР 2021 года» [Электронный ресурс]- URL: https://viti-mephi.ru/sites/default/files/pages/docs/sbornik_sv-2021_v_rinc_viti.pdf - с 6.

Dynamics of the Determining Parameters In the Detection of Defects And Malfunctions In the Nvaes-2 Electric Drive Valves At Unit 7 During the 2021 Ppd Period

Kot S.A.^{*,1}, Tsykhler L.V.^{*,2}, Shvets D.V.^{,3}**

**Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360*

***«Rostov nuclear power plant» branch of Rosenergoatom Concern JSC, Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹e-mail: s9286278027@gmail.com

²e-mail: lev.zukerman.slstenov@mail.ru

³e-mail: svecdima6@gmail.com

Abstract – The article discusses the diagnostic examination of electric drive valves (EPA) by the method of comparative analysis. 107 measurements of the current signals of the EPA of the 7th power unit of Novovoronezh NPP-2 (NVNPP-2) during the planned preventive maintenance (PPR) of 2020, 2021 were considered. The analysis was carried out according to the data of the defining parameters for 2021, which were compared with the data of the previous year. The type of defects was determined according to the methodology developed by the AEM Research Institute (MT 1.2.3.02.999.0085-2010).

Key words: diagnostics, closing, opening, smooth running, electric drive valves, NPP.

УДК 621.039.5-192: 519.217.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕГБЛОКОВ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МЕТОДОМ МАРКОВСКИХ ЦЕПЕЙ

Лапкис А.А., Шульжик Ф.С., Пивоварова А.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В исследовании показано изменение показателей надежности во времени в процессе эксплуатации энергетического оборудования при периодической оценке надежности методом Марковских цепей, а также нахождение количества и видов ремонта в рамках стратегии ТОиР с учетом рисков; применение результатов технической диагностики, как вспомогательного средства при реализации работ по контролю, прогнозированию и управлению ресурсом ЭПА.

Ключевые слова: Техническое обслуживание и ремонт, ТОиР, риск, риск-ориентированный, техническое диагностирование, вероятность отказа, марковские цепи, вероятность безотказной работы.

Всякий элемент в процессе его функционирования проходит через ряд состояний (износ, отказ, восстановление, работа и т.д.) в конечном итоге его приходится модернизировать. В результате этого процесса повышается КПД, а также коэффициент использования установленной мощности. Статистические данные указывают на то, что большая часть временных границ запланированных простоев, понижающих коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), объясняется процессом обслуживания и ремонта. Так, повышения КИУМ можно добиться при уменьшении длительности процедур ремонта.

Практическая реализация использования видов ремонта восстанавливаемого оборудования АЭС реализуется в стратегиях технического обслуживания и ремонта. Стратегия ТОиР включает в себя свод законов для получения результатов, на основании которых ремонтная служба предприятия выполняет работу по обеспечению работоспособности оборудования.

Основные стратегии технического обслуживания и ремонта можно разделить на 2 группы:

1) стратегия технического обслуживания по наработке (календарному времени, ресурсу), при которой количество и повторяемость процесса устанавливаются величиной наработки с начального момента использования или после ремонта [1];

2) стратегия технического обслуживания по состоянию, при которой перечень и повторяемость проведения процессов устанавливаются состоянием объекта в действительности в момент начала ТО [1].

Перспективной представляется риск-ориентированная стратегия ТОиР [2]. Степень риска позволяет сбалансировать сроки и объёмы ТОиР оборудования, определяя приоритетность их проведения.

Значительно снизить риск отказов энергетического оборудования можно при помощи технического диагностирования (ТД), задачами которого являются: контроль технического состояния, локализация и определение предполагаемых причин отказа, и прогнозирование технического состояния. Иными словами, чем больше единиц оборудования подвергается диагностике, тем больше вероятность обнаружить ухудшение технического состояния, если оно имело место.

Для оценки риска отказов восстанавливаемого оборудования можно применить математический аппарат теории надежности, базирующийся на методе Марковских цепей (ММЦ) [3]. Метод расчета надежности основан на описании работы энергетического оборудования с дискретным набором состояний, каждое из которых определяется состоянием ее элементов и непрерывным временем при условии, что вероятность всякого состояния в будущем зависела только от состояния системы на текущий период времени и не зависела от того, каким путем система попала в это состояние [4].

Рассмотрим количественное влияние объемов ТД на показатели надежности оборудования АЭС на примере электроприводной арматуры (ЭПА) с помощью ММЦ. Принимая, что по результатам диагностики возможно выявление состояния ЭПА с ухудшением [5], возможные состояния объекта можно представить в виде графа (рис. 1).

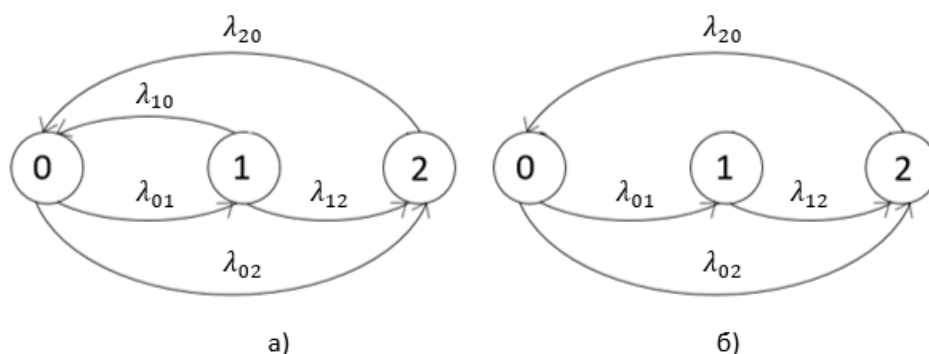


Рисунок 1– Граф состояний, вариант, а) с применением ТД, б) без ТД

На рисунке 1 представлены три возможных состояния оборудования в определенный момент времени t : состояние 0 – исправное состояние оборудования, 1 – с ухудшенным состоянием и состояние 2 – неисправное. Стрелки графа указывают направления возможных изменений состояния. Так, из состояния 0 в состояние 1 можно перейти с интенсивностью λ_{01} , а в обратном направлении – λ_{10} .

Для определения вероятности нахождения объекта в одном из возможных состояний в текущий момент времени t можно воспользоваться уравнениями Колмогорова [6].

Так, записывая для каждого состояния оборудования, получим:

$$\begin{cases} \frac{dp_0(t)}{dt} = \lambda_{10}p_1(t) + \lambda_{20}p_2(t) - p_0(t)(\lambda_{02} + \lambda_{01}) \\ \frac{dp_1(t)}{dt} = \lambda_{01}p_0(t) - p_1(t)(\lambda_{10} + \lambda_{12}) \\ \frac{dp_2(t)}{dt} = \lambda_{12}p_1(t) + \lambda_{02}p_0(t) - p_2(t)\lambda_{20} \end{cases}$$

При условии нормировки вероятностей:

$$p_0(t) + p_1(t) + p_2(t) = 1$$

Задавшись оценками интенсивностей переходов на основе опыта эксплуатации и решив систему уравнений в программе Mathcad, получили:

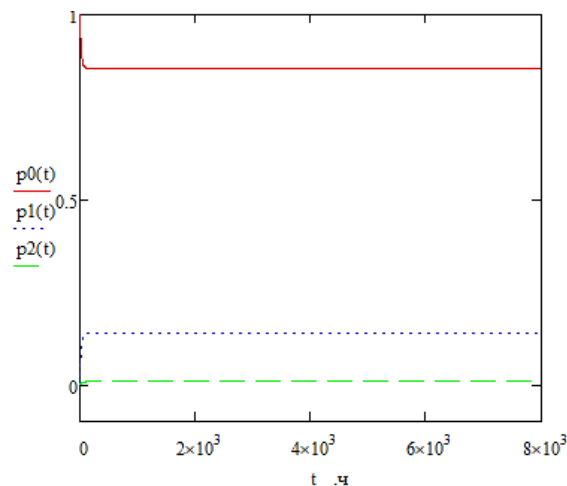


Рисунок 2 – Графическое решение системы дифференциальных уравнений

В результате, получена временная зависимость вероятности нахождения системы в любом из достижимых состояний. При большом значении времени $t \rightarrow \infty$ вероятность нахождения системы, в каком либо состоянии перестает зависеть от начального состояния, то есть значение вероятности не зависит от времени и становится равным некоторому стационарному значению p^∞ [7].

Полученное решение является примером идеализированной системы, в которой оборудование работает, непрерывно обследуется и непрерывно выходит из строя, ремонтируется, без учета влияния различных факторов, таких как:

- 1) Вероятность пропуска дефектов.
- 2) Вероятность ложного определения.
- 3) Качество ремонта.

Для наглядности смоделируем систему реалистичного потока событий для ЭПА.

Для этого зададимся вероятностями пропуска дефектов и проанализируем поведения графов состояния оборудования.

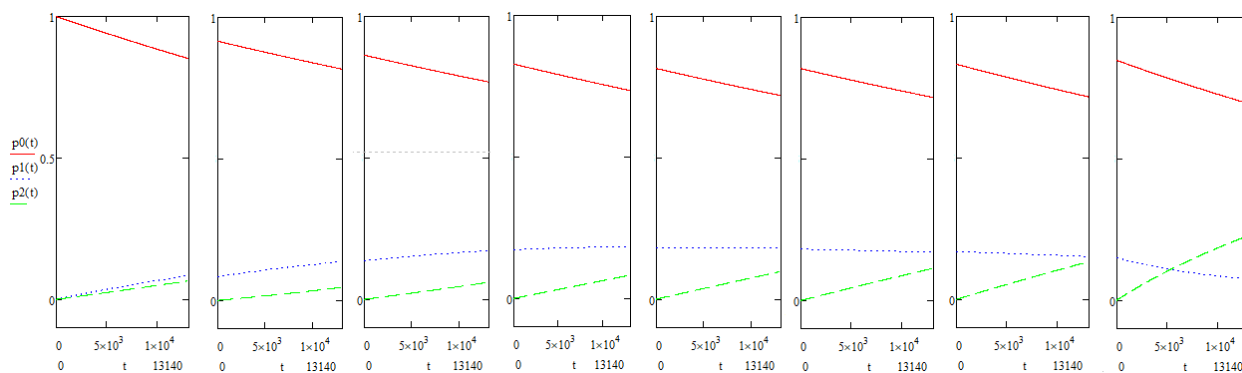


Рисунок 3 – Графическое решение системы дифференциальных уравнений для системы без ТД

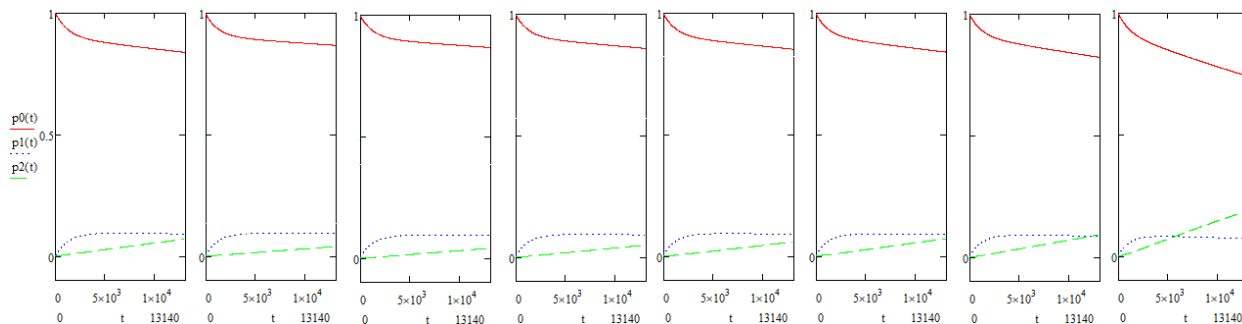


Рисунок 4 – Графическое решение системы дифференциальных уравнений для системы с применением ТД

Для рисунка 3 – итоговые вероятности получились: $p_0=0.74$, $p_1=0.072$, $p_2=0.188$, для рисунка 4 – $p_0=0.694$, $p_1=0.075$, $p_2=0.23$. Отсюда видно, что вероятность нахождения оборудования в неисправном состоянии (2) без учета ТД, в 1,22 раза выше, чем с ее применением.

Таким образом применение ТО для ЭПО энергоблоков станции дает возможность поддерживать необходимый уровень надежности и безопасности, путем повышения качества ТОиР, а также принимать решения о продлении межремонтных периодов оборудования, что существенно уменьшит расходы на ремонт.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ченцов Н., Ошовская Е., Сулейманов С. Классификация стратегий ремонтов оборудования [Электронный ресурс] // Prostoiev.NET: информ.- справочный портал. 2016. URL: <https://prostoev.net/klassifikaciya-strategij-remontov-oborudovaniya/> (дата обращения: 20.03.2022).
2. СТО 1.1.1.01.0069-2017 «Правила организации технического обслуживания и ремонта системы оборудования атомных станций»
3. Китушин В.Г. К 455 Надежность энергетических систем. Часть 1. Теоретические основы: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ. – 2001. – 256 с. – ISBN 5-7782-0309-8
4. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика: Учеб. Пособие для вузов/ В. Е. Гмурман. – 9-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2003. – 479. – ISBN 5-06-004214-6
5. НП-068-05 «Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования»
6. ГОСТ Р МЭК 61165-2019. Надежность в технике. Применение Марковских методов.
7. Гладышев Г. Г., Аминов Р. З., Гуревич В. З. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и Н17АЭС: Учеб. пособие для теплоэнергетических и энергомашиностроительных вузов; Под ред. А. И. Андрющенко. – М.: Высш. шк., 1991. – 303 с. – ISBN 5-06-001752-4

Determination of Reliability of Electric Drive Equipment of Power Units of Nuclear Power Plants by Markov Circuits Method

Lapkis A.A.¹, Shulzhik F.S.², Pivovarova A.A.³

Abstract – The study shows the change in reliability indicators over time during the operation of power equipment with periodic reliability assessment by the Markov Circuits method, as well as the determination of the volumes and types of repairs within the framework of a risk-oriented MRO strategy; the use of the results of technical diagnostics as an additional tool when performing work on monitoring, forecasting and management of the EPA resource.

Key words: maintenance and repair, MRO, risk, risk-oriented, technical diagnostics, probability of failure, Markov chains, probability of trouble-free operation.

УДК 629.1-46

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРОЛЛЕЙБУСНОЙ КОНТАКТНОЙ СЕТИ 600В «Г.ВОЛГОДОНСК – РОСТОВСКАЯ АЭС»

Кишко Н.С., Краснокутский С.Р.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В современном мире остро стоит вопрос об экологических загрязнениях, как суши, так и воздуха. Двигатели внутреннего сгорания, которыми оборудован практически весь транспорт, ежедневно выбрасывают в слои атмосферы большое количество углекислого газа и других вредных примесей газов. Для уменьшения ущерба нашей планете возможен переход на альтернативные двигатели, а именно электрические двигатели, которыми оборудованы троллейбусы.

Ключевые слова: экология, троллейбус, подстанция, сеть, АЭС.

В настоящее время персонал Ростовской атомной станции добирается до места работы на автобусах, работающих на дизельном топливе. Количество данных автобусов составляет порядка 10-15 транспортных единиц, которые круглогодично и ежедневно выбрасывают в нижние слои атмосферы огромное количество углекислого газа и продуктов горения дизельного топлива, которые, безусловно, загрязняют и пагубно влияют на всю биосферу.

Для решения данной задачи было принято решение спроектировать троллейбусную контактную сеть 600В и тяговые подстанции, которые обеспечат надежную и качественную подачу электрической энергии в данную сеть. Данная сеть будет проходить на участке трассы Жуковское шоссе, начиная от г. Волгодонска и заканчивая парковкой на энергетическом предприятии РоАЭС. Протяженность данной линии составит порядка 14,4 км в одну и другую стороны. Участок данной сети показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Графическое изображение участка контактной сети

Для осуществления передачи электроэнергии от подстанций до электродвигателей троллейбусов, был выбран медный контактный провод МФ-85, изображенный на рисунке 2, который обеспечит качественную и надежную работу сети.



Рисунок 2 – Медный контактный провод МФ-85

Тяговые подстанции будут запитаны от проходящей в непосредственной близости линии 110 кВ. Для трансформации электроэнергии высокого напряжения в низкое одна из подстанций будет оборудована понижающими трансформаторами до напряжения 10 кВ, а также каждая подстанция будет оснащена выключателями, понижающими трансформаторами до 0,4 кВ и выпрямительными агрегатами, на выходе которых будет протекать постоянный ток величиной в 600В. Принципиальная схема тяговой подстанции изображена на рисунке 3.

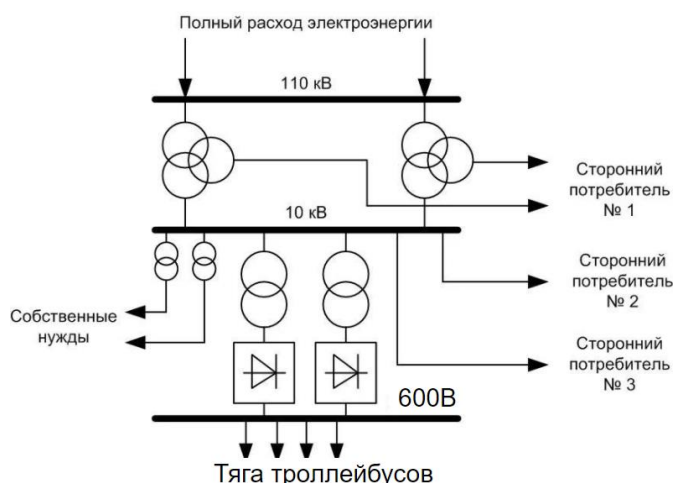


Рисунок 3 – Принципиальная схема тяговой подстанции

Для защиты от коротких замыканий и перегрузок сети, каждая подстанция будет оснащена максимальной токовой защитой, осуществляемая с помощью быстродействующих выключателей. Для повышения чувствительности защиты и уменьшения мёртвых зон на участках с большими размерами движения в дополнение к постам секционирования применяют потенциальные защиты и телеблокировку выключателей соседних подстанций и поста секционирования.

Проектируемая контактная сеть обеспечит качественную и надежную работу троллейбусных транспортных единиц и значительно уменьшит загрязнение атмосферы нашей планеты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 98.13330.2018 Трамвайные и троллейбусные линии, 2019. – 168с .
2. А.С. Афанасьев, Контактные сети трамвая и троллейбуса – Москва: ТРАНСПОРТ, 1988. – 262с.

Design of Trolleybus Contact Network 600v "Volgodonsk - Rostov NPP"

Kishko N.S.¹, Krasnokutskiy S.R.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

Abstract – In the modern world, the issue of environmental pollution, both land and air, is acute. Internal combustion engines, which are equipped with almost all vehicles, emit a large amount of carbon dioxide and other harmful gas impurities into the atmosphere every hour. To reduce the damage to our planet, it is possible to switch to alternative engines, namely electric motors, which are equipped with trolleybuses.

Key words: ecology, trolleybus, substation, network, NPP.

УДК 681.53.087.4:502

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ФОНА МЕСТНОСТИ ПО СРЕДСТВАМ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО GSM КАНАЛУ

Коломок А.В., Шилин А.А.

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

Способность к проведению незамедлительной и адекватной оценки необходимости защитных мероприятий является одним из наиболее важных аспектов управления радиационной ситуацией. Для такой оценки следует использовать основную относящуюся к делу доступную информацию. Принятие решений и оценка представляют собой повторяющийся и динамический процесс, включающий пересмотр результатов начальной оценки по мере получения более полной и детальной информации. Мониторинг ситуации является одним из основных источников получения необходимой информации. В работе рассматривается измерительное устройство осуществляющее измерение радиационного фона местности по площади исследуемого объекта, способ передачи собранных данных, их обработка, определение координат наиболее загрязнённых участков, графическое выведение градиента загрязнённости и прогнозирование перемещения загрязнённых воздушных масс.

Данный способ измерения подразумевает под собой использование нескольких устройств распределённых по площади контролируемой местности и осуществляющих передачу собранной информации по GSM каналу, по этой причине оно должно иметь ряд представленных характеристик и свойств:

- Относительная дешевизна для реализации массового производства, что позволит создавать наиболее высокую плотность сети измерительных устройств (в зависимости от требуемой точности измерения).
- Способность устройства питаться не только от электрической сети, но и от альтернативных источников энергии, таких как: солнечные батареи и ветряки.
- Наименьшее энергопотребление, не зависимо от способа питания устройства (сетевое или автономное).
- Способность передачи данных по средствам использования GSM сетей, для реализации своевременного получения корректных данных.

Представленная работа описывает устройство, способное выводить качественную и количественную характеристику исследуемой территории. Использование данной разработки позволит размещать устройства на любых объектах, прямо или косвенно связанных с радиоактивными материалами: захоронениях радиоактивных отходов, атомных электростанциях, предприятиях и мест добычи радиоактивных ресурсов. Для реализации более надежного и помехозащищённого канала, рекомендуется размещать измерительные

устройства вблизи сотовых GSM вышек или же на них самих для упрощения установки из-за уже реализованного электрического подключения.

Для решения задачи способа измерения интенсивности ионизирующего излучения, применен простой Arduino-совместимый датчик-сигнализатор на основе микросхем NE555P и ионизационной трубки J305 (рис. 1).



Рисунок 1 – Датчик-сигнализатор на основе микросхем NE555P и ионизационной трубки J305

Газовые ионизационные детекторы обнаруживают радиационное излучение за счет ионизирующих эффектов, индуцированных в газах. Типичный газовый ионизационный детектор – это цилиндрическая ионизационная камера, в которой металлический лист на внутренней стенке и центральная тонкая проволока служат анодом и катодом, соответственно. Детектор заполнен подходящим газом, разность потенциалов составляет 400-2000 В в зависимости от типа детектора. В отсутствие ионизирующего излучения ток не протекает в детекторе. Если ионизованная частица попадает в детектор, то газ становится ионизованным вдоль траектории частицы, генерируется большое число положительных ионов и электронов и под действием электрического поля начинается их движение к катоду и аноду, соответственно. Для осуществления подсчета реакций сигнализатора на ионизационные частицы будет применен микроконтроллер Arduino UNO на базе микросхемы Atmega328p (рис. 2).



Рисунок 2 – Схема подключения газонаполненного ионизационного детектора

Для передачи информации применен Arduino-совместимый GSM модуль (рис. 3) на базе чипа SIM800L (рис. 4) для осуществления передачи сигнала по протоколу LTE.



Рисунок 3 – Микроконтроллер Arduino UNO на базе микросхемы Atmega328p

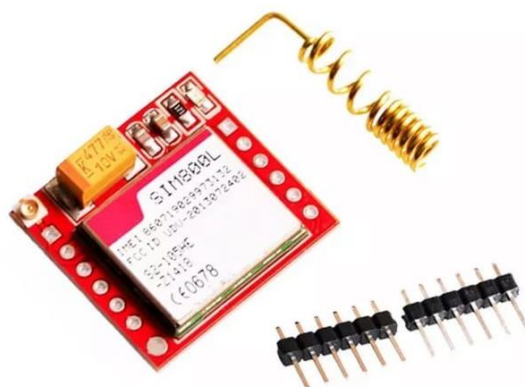


Рисунок 4 – GSM модуль на базе чипа SIM800L

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шилин, А. А. Анализ влияния электромагнитных помех от высоковольтной линии электропередачи на каналы передачи информации GSM/GPRS / А. А. Шилин, Ф. С. Ле // Известия ВолгГТУ. Серия «Процессы преобразования энергии и энергетические установки». Вып. 6 : межвуз. сб.науч. ст. / ВолгГТУ. – Волгоград, 2014. – № 18 (145). – С. 72-76.
2. Бабков, В. Ю. Сотовые системы мобильной радиосвязи : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 210700 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи квалификации (степени) "бакалавр" и квалификации (степени) "магистр" / В. Ю. Бабков, И. А. Цикин. – 2-е изд., [перераб. и доп.]. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург. – 2013. – 432 с.
3. Хала, И. Радиоактивность, ионизирующее излучение и ядерная энергетика / И. Хала, Д. Д. Навратил ; пер. с англ. под ред. Б. Ф. Мясоедова, С. Н. Калмыкова.- Москва : ЛКИ, 2013. – 432 с.
4. Кравченко, В. И. Радиоэлектронные средства и мощные электромагнитные помехи / В. И. Кравченко, Е. А. Болотов, Н. И. Летунова ; под ред. В.И. Кравченко. - Москва : Радио и связь, 1987. – 256 с.

Development of a System for Monitoring the Radioecological Background of the Area By Means of Data Transmission over the GSM Channel

Kolomok A.V., Shilin A.A.

*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia
e-mail: rastykoup@gmail.com*

Abstract – The paper considers a measuring device that measures the radiation background of the area over the area of the object under study, the method of transmitting the collected data, their processing, determining the coordinates of the most contaminated areas, graphical derivation of the pollution gradient and predicting the movement of polluted air masses.

Key words: Signaling sensor, GSM channel, control system, radioecological background.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА БАЗЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Захаров Д.С., Дементьев С.С.

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

Разработан прибор для снятия показаний радиационного фона для радиационного мониторинга окружающей среды на базе беспилотного летательного аппарата. Определение дозы мощности гамма-излучения при аварии на радиационно-опасном объекте, путем решения обратной задачи по данным ВРРМ на базе БПЛА с измерением гамма-излучения радиоактивного облака с интервалом 1 минута и на высоте от 0 метров до 150 метров над уровнем исследуемой зоны.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, радиационный мониторинг, беспилотный летательный аппарат.

Разработан прибор для снятия показаний радиационного фона. Данная система состоит из 2 частей. Первая часть сам прибор, который состоит из трубки Гейгера, высоковольтной платы, платы Arduino, для счета показаний и дисплея, для вывода показаний. Вторая часть состоит из беспилотного летательного аппарата вертолетного типа. Данная система легко управляется одним человеком. Прибор дозиметр крепится к БПЛА, после чего производится полет над местом изучения и снятия показаний. После чего оператор возвращает БПЛА на место и передает все полученные данные специалистам. При получении координат и дозы излучения, специалисты и ученые могут сразу определить, является ли зона изучения опасной.

Способ получения параметров на месте аварийного радиационного источника по данным ВРРМ, заключается в следующем: определение дозы мощности гамма-излучения в зависимости от высоты подъема облака радиоактивных примесей и активности радиоактивных веществ, вышедших в окружающую среду в случае аварии, путем решения обратной задачи по данным ВРРМ на базе БПЛА, отличие того, что измерения гамма-излучения радиоактивного облака происходит с интервалом 1 минуты и на высоте от 0 метров до 150 метров над уровнем исследуемой зоны. БПЛА оснащают дозиметром, который производит замеры с интервалом 1 минуты, выводит среднее показание за весь эксперимент (рис.1). Так же БПЛА оснащен GPS-модулем, благодаря которому определяются его координаты, так же оснащен видеокамерой, которая регистрирует все происходящие процессы в реальном времени, прибором измерением высоты относительно уровня земли. Кроме того, БПЛА оснащен устройством запоминания места взлета для автоматического возврата аппарата, в случае если оператор не заметит разрядку аккумулятора.

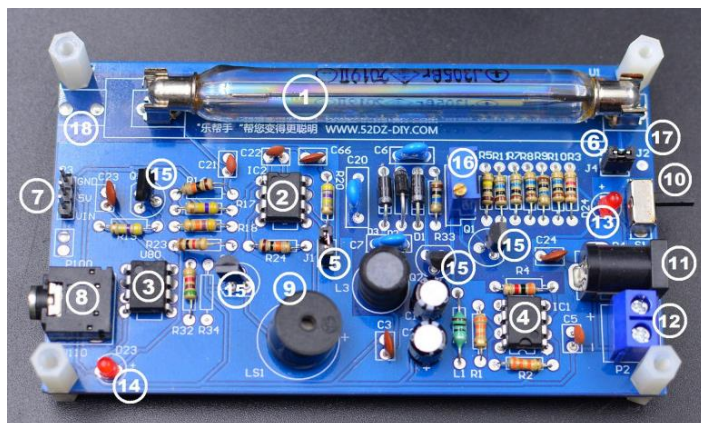


Рисунок 1 – Простой индикатор-сигнализатор радиоактивности с трубкой J305

При помощи простого индикатора сигнализатора можно услышать частоту звучания динамика и количество вспышек. Чем чаще вспышка или звук, тем выше радиационный фон. Но для того чтобы определить количественно дозу, она вычисляется и выводится на дисплей. В качестве платы для обработки полученной информации использована плата Arduino UNO CH340G, которая показана на рисунке 2.

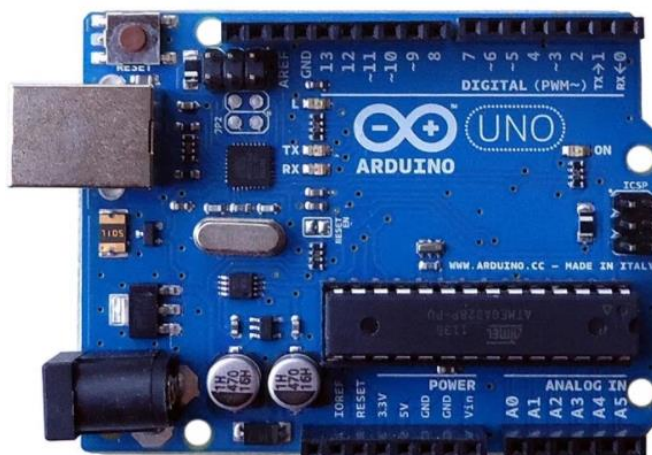


Рисунок 2 – Arduino UNO CH340G

Погрешность прогноза загрязнения окружающей среды в результате аварийных радиоактивных выбросов в атмосферу складывается из погрешности модели переноса примесей и погрешностей исходных данных.

В задачах прогноза распространения радиоактивных примесей в атмосфере широкое распространение получила гауссова модель рассеяния общего вида:

$$D(x, y, z) = \frac{QK}{(2\pi)^{\frac{3}{2}}\sigma_x(x)\sigma_y(x)\sigma_z(x)} \exp\left(-\frac{(x-x_u-ut)^2}{2\sigma_x(x)^2} - \frac{(y-y_u)^2}{2\sigma_y(x)^2}\right) \times \\ \times \left(\exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z(x)^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z(x)^2}\right)\right) \quad (1)$$

где D – мощность дозы (МД) в точке пространства (x, y, z) , Зв/ч;

K – коэффициент перехода от активности к МД в заданных единицах измерения;

x, y – координаты точки на местности, м; x_u, y_u – координаты аварийного источника,

u – скорость среднего ветра, м/с;

$\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$ – среднеквадратические отклонения распределения примеси в облаке, м;

H – высота источника, м; Q – активность источника, Бк;

$K(h)$ – коэффициент ослабления гамма-излучения с высотой h аппроксимируется экспоненциальной зависимостью

$$K(h) = \exp(-ah^{0.8}) \quad (2)$$

Для рассмотренных условий высота и активность источника загрязнения из модели (1) находятся из решения системы уравнений с двумя неизвестными вида:

$$D_1 = \frac{QK}{\pi\sigma_x(x_{a1})\sigma_z(x_{a1})} \exp\left(-\frac{x_{a1}^2}{2\sigma_x(x_{a1})^2} - \frac{H^2}{2\sigma_z(x_{a1})^2}\right) \\ D_2 = \frac{QK}{\pi\sigma_x(x_{a2})\sigma_z(x_{a2})} \exp\left(-\frac{x_{a2}^2}{2\sigma_x(x_{a2})^2} - \frac{H^2}{2\sigma_z(x_{a2})^2}\right) \quad (3)$$

Система может иметь аналитическое решение, например, вида:

$$H = \sqrt{\ln\left(\frac{D_2}{D_1} \frac{\sigma_x(x_2)\sqrt{\sigma_z(x_2)}}{\sigma_x(x_1)\sqrt{\sigma_z(x_1)} \exp\left(\frac{x_1^2}{2\sigma_x(x_1)} - \frac{x_2^2}{2\sigma_x(x_2)}\right)}\right) \frac{\sigma_x(x_1)\sigma_z(x_2)}{2\sigma_z(x_2) - 2\sigma_z(x_1)}} \quad (4)$$

$$Q = \frac{D_1 \pi^{\frac{2}{3}} \sigma_x(x_1) \sqrt{\sigma_z(x_1)}}{\exp\left(\frac{-x_1^2}{2\sigma_x(x_1)} + \frac{-H^2}{2\sigma_z(x_1)}\right) K},$$

или решаться численными методами.

Для поиска решения (3) необходимо произвести измерения МД по оси следа в двух точках. В целях исключения радиоактивного загрязнения поверхностей БПЛА, маршрут полета должен прокладываться над сформированной частью следа, т.е. пересекать ось следа на удалении от эпицентра аварии на расстоянии не более

$$l = u(t_{из} - t_{ав}) \quad (5)$$

где u – скорость ветра, м/с; $t_{из}$ – время проведения измерений, $t_{ав}$ – время начала выброса радиоактивных примесей.

Для получения статистически значимого значения координаты оси следа и величины МД на высоте 1 м от поверхности земли проводят измерения не менее чем на четырех уровнях. Для этого полет осуществляют по «этажерке» на высотах h_1 , $h_1 + \Delta h$, $h_1 + 2\Delta h$, $h_1 + 3\Delta h$, где $\Delta h \geq 50$ м [4, 5]. При ведении разведки на нечетных уровнях удерживают первоначально выбранное направление, на четных – противоположное.

За точку на оси следа принимают среднее значение проекций координат максимумов на поверхность земли:

$$A_{o1}(\bar{x}_{o1}, \bar{y}_{o1}) = A_{o1}\left(\frac{\sum_{i=1}^4 \bar{x}_i}{4}, \frac{\sum_{i=1}^4 \bar{y}_i}{4}\right). \quad (6)$$

Определяют кратность ослабления МД слоями воздуха Δh на оси следа A_{o1} по проведенным измерениям:

$$k_i = \frac{D_{\max i}}{D_{\max i+1}}. \quad (7)$$

Из (2) находят математическое ожидание коэффициента:

$$\alpha_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^3 \frac{\ln k_i}{h_{i+1}^{0,8} - h_i^{0,8}}}{3}. \quad (8)$$

По измеренным значениям оценивают значение МД на высоте 1 м от поверхности земли над осью следа:

$$D_1 = \frac{\sum_{i=1}^4 D_{\max i} \exp(\alpha_{cp} h_i)}{4}. \quad (9)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мартынов, В. В. Система для радиационного мониторинга окружающей среды на базе беспилотного летательного аппарата / В. В. Мартынов // XXIV региональная конференция молодых ученых и исследователей Волгоградской области (г. Волгоград, 03-06 дек. 2019 г.) : тез. докл. / редкол.: А. В. Навроцкий [и др.] ; ВолгГТУ. – Волгоград, 2020. – С. 262-263.
2. Пат. 2620333 Российская Федерация, МПК G01T1/169. Способ ведения воздушной радиационной разведки местности с использованием беспилотного летательного аппарата вертолетного типа / Д. А.

- Кожевников, Р. Н. Садовников, Д. И. Лукоянов, А. В. Быков, С. О. Румянцев, И. Ю. Кулагин ; заявитель и патентообладатель ФГБУ 33 ЦНИИИ Минобороны России. – 2017.
3. Неугодникова, Л. М. Распределенная система управления гражданским беспилотным авиационным комплексом / Л. М. Неугодникова // Авиакосмическое приборостроение. – 2013,- № 11. – С. 50-58.
 4. Беляев, Б. И. Оптическое дистанционное зондирование / Б. И. Беляев, Л. В. Катковский. – Минск : БГУ, 2016. – 455 с.
 5. Беспилотные системы // ОАО ZALA AERO GROUP: офиц. сайт . — Режим доступа. — <http://zala.aero>.

Development of an Information-Measuring System for Radiation Monitoring of the Environment Based on an Unmanned Aerial Vehicle

Zakharov D.S.¹, Dementiev S.S.

Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

¹*e-mail: dzaharov25@gmail.com*

Abstract – A device for taking readings of the radiation background for radiation monitoring of the environment based on an unmanned aerial vehicle has been developed. Determination of the dose rate of gamma radiation in the event of an accident at a radiation-hazardous facility by solving the inverse problem according to VRRM data on the basis of an UAV with the measurement of gamma radiation from a radioactive cloud with an interval of 1 minute and at a height of 0 meters to 150 meters above the level of the study area.

Key words: information-measuring system, radiation monitoring, unmanned aerial vehicle.

СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ В СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Романов А.В., Руденко Д.С., Севашов В.А., Подрезов Н.Н.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Оптико-электронные системы (ОЭС) технического зрения (ТЗ) используются в машиностроении для получения информации о геометрических свойствах объектов, их положения в пространстве. Для сварочных электродуговых процессов важной является структура объектов, определяемая их оптическими свойствами в силу специфических физико - технологических особенностей дугового процесса – светимости дуги, необходимости защиты зоны сварки от атмосферных воздействий.

Ключевые слова: оптико-электронная система, сварочная технология, техническое зрение, лазер.

Выбор оптической системы и технических средств регистрации в сварке определяется назначением – в исследовательских целях либо для контроля и диагностики технологического процесса. Во всех случаях технические характеристики ОЭС определяют поля зрения, разрешающую способность, контроль объекта по глубине пространства и быстродействие системы. Одновременно необходимо обеспечить масштабируемость и технологичность ОЭСТЗ, что напрямую связано с подбором средств коммуникаций и многофункциональностью программной платформы. Это подразумевает наличие единого программного пространства как для получения первичных данных с ОЭС, так и анализа данных и проведения вычислительных процедур.

В настоящее время разработаны и широко представлены оборудование и математические алгоритмы для получения и оценки качества изображений и извлечения интересующей информации. Первостепенное значение имеют качество видеокамер ОЭСТЗ и программная поддержка, как средств получения, так и обработки изображений, т.е. качественная визуализация сварочного процесса.

Наиболее продвинутым оборудованием ОЭСТЗ для исследования сварочных процессов являются системы скоростной съемки дуговой сварки с лазерной подсветкой, например, на основе камеры Evercam-4000-8-с с длиной волны лазера подсветки 808 нм (рис. 1).

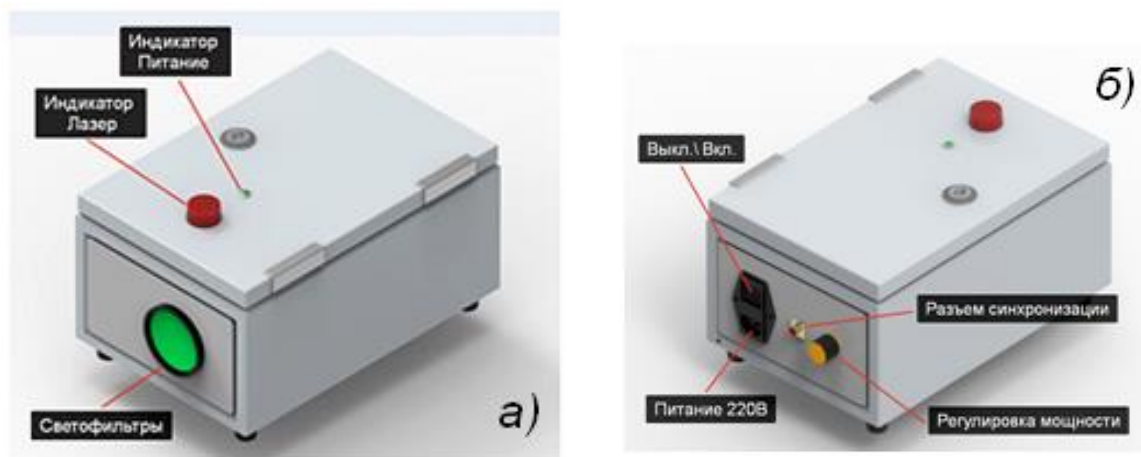


Рисунок 1 – Система скоростной ОЭСТЗ Evercam-4000-8-с для визуализации сварочных процессов; а) блок ОЭС; б) блок питания и синхронизации

Оптическая схема состоит из блока лазерной подсветки, формирующего параллельный пучок света и объектива, формирующего изображение освещенного объекта в плоскости фоточувствительной матрицы скоростной видеокамеры. Для максимального ослабления излучения дуги объектив снабжен узкополосным интерференционным светофильтром, пропускающим только излучение лазера и нейтральным светофильтром для общего ослабления излучения. Лазерная подсветка содержит формирователь параллельного пучка и интерференционный светофильтр, для защиты лазера от излучения дуги в обратном ходе лучей. Излучатель и приемник имеют защитные сменные светофильтры. Лазерной частью блока ОЭС также обеспечивается подсветка зоны сварки излучением в инфракрасном диапазоне.

Компьютерные технологии ОЭСТЗ фирм Evercam /1/, National Instruments /2/, Cavitar /3/ имеют широкие возможности для симбиоза контрольно-измерительных систем технического зрения с традиционными информационно – измерительными системами. Реализация систем видеоконтроля на базе современных программных решений позволяет получать устойчивые результаты в условиях неконтролируемых параметров получения изображений, что позволяет расширить программы проведения научных исследований SAW, MAG, MMA и других сварочных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система скоростной съемки дуговой сварки с лазерной подсветкой [Электронный ресурс] / Лаборатория электроники // Статьи – 2022. – Режим доступа URL: <https://ellab.ru/proektyi/svarochnoe-oborudovanie/nablyudenie-za-svarkoj/blok-lazernoj-podsvetki-zonyi-svarki.html>
2. Махов В. Построение систем технического зрения на базе компьютерных технологий National Instruments / В. Махов, В. Ширококов, А. Закутаев // Control Engineering Россия (официальный сайт журнала - <https://controleng.ru/o-zhurnale>). – 2018. - №4 (77). – С. 62-69
3. Общие методы сварки и использование лазерного освещения в визуализации сварки [Электронный ресурс] / CAVITAR // Статьи – 2020. – Режим доступа URL: <https://www.cavitar.com/library/common-welding-methods-and-the-use-of-laser-illumination-in-welding-imaging/>

Vision Systems in Welding Technologies

Romanov A.V. ¹, Rudenko D.S. ², Sevashov V.A. ³, Podrezov N.N.

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹*e-mail: arteke4000@yandex.ru*

²*e-mail: androed727@gmail.com*

³*e-mail: sevashov1@gmail.com*

Abstract – Optoelectronic systems (OES) of technical vision (TS) are used in mechanical engineering to obtain information about the geometric properties of objects, their position in space. For arc welding processes, the structure of objects is important, determined by their optical properties due to specific physical and technological features of the arc process - arc luminosity, the need to protect the welding zone from atmospheric influences.

Key words: optoelectronic system, welding technology, technical vision, laser.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОТОКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ-СВИДЕТЕЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА АО «АЭМ-ТЕХНОЛОГИИ» «АТОММАШ» В Г. ВОЛГОДОНСК

Гоок А.Э., Котенко О.Н., Попова А.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Образцы-свидетели являются одним из важнейших аспектов обеспечения безопасности реакторной установки, свидетельствуют о состоянии металла корпуса реактора и позволяют делать выводы о возможности дальнейшей эксплуатации реакторной установки, а также продления срока ее службы. В условиях высокой загрузки производства для безусловного выполнения обязательств перед Заказчиками по срокам поставки и качеству изделия необходимо грамотно организовать производственный цикл. В ходе данного проекта проведена всесторонняя оптимизация процессов, составляющих поток изготовления образцов-свидетелей.

Ключевые слова: организация производства, оптимизация, повышение производительности, снижение трудоемкости, усовершенствование технологии, обеспечение качества.

Образцы-свидетели (далее – ОС) предназначены для осуществления контроля за состоянием металла корпуса реактора в процессе его эксплуатации. Изделие состоит из 3-4 контрольных, 12 облучаемых и 12 температурных комплектов. Комплект ОС на один энергоблок включает около 4500 образцов. Проведенный в 2020 г. году производственный анализ показал, что изготовление комплекта ОС на один энергоблок занимает 381 день. При этом прогноз на ближайшие 5 лет показывал, что при текущих заказах в параллельном изготовлении могут оказаться до 4 комплектов. С целью снижения времени протекания процесса (ВПП) изготовления ОС в 2020 г. стартовал проект по проведению его всесторонней оптимизации [1, 2].

Для исключения избыточных перемещений, разведения и выравнивания потоков изготовления образцов участок был перепланирован и разделен на 4 зоны: заготовительную и 3 зоны изготовления образцов по типам (образцы Р – для испытаний на растяжение, образцы Ш – для испытаний на ударный изгиб, образцы СТ – для испытаний на внецентренное растяжение). При этом оборудование закреплено за конкретным типом образцов. Таким образом, удалось исключить пересечения потоков образцов разных типов и, как следствие, необходимость в переналадке оборудования. Также перепланировка позволила высвободить места под дополнительное оборудование и расширение слесарной зоны. На рисунке 1 изображена диаграмма Спагетти [3] для старой и новой планировок участка по изготовлению ОС.

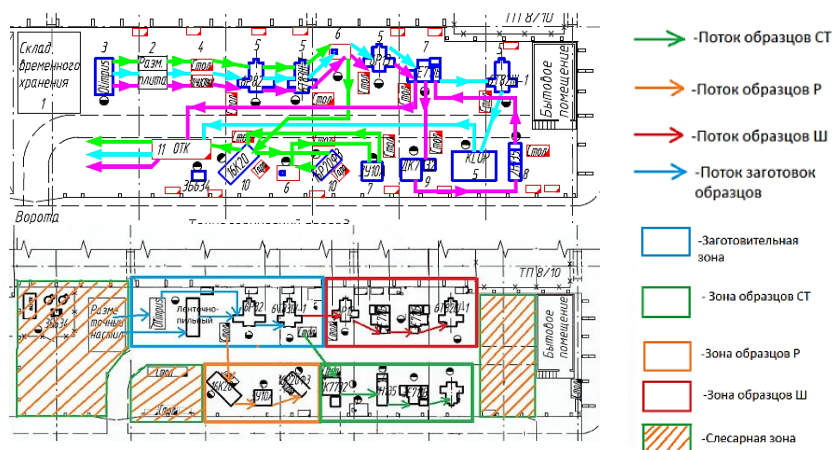


Рисунок 1 – Диаграмма Спагетти для новой и старой планировок участка

Следующий этап организации потока изготовления ОС заключался в повышении производительности оборудования. Одним из показателей стала работа электроэрозионного станка, на котором выполняется надрез образцов СТ (рис. 2). За одну операцию выполнялся надрез на 1 образце, при этом в один комплект входит около 1120 шт. образцов. Разработано приспособление, которое позволяет выполнить за одну операцию обработку сразу 6-ти образцов с обеспечением требований к размерам в соответствии с конструкторской документацией, что сократило время изготовления на 22 дня.



Рисунок 2 – Электроэрозионный станок и обрабатываемый на нем образец СТ

Образцы-свидетели вырезаются из нескольких элементов корпуса реактора и только образцы от определенных элементов должны выходить в разные виды комплектов. Кроме того, образцы всех 3-х типов вырезаются как из основного металла, так и из сварных швов. Для однозначной прослеживаемости потоков образцов разных типов от разных материалов, а также для уменьшения трудоемкости комплектации образцов на операциях и перемещениях были разработаны тары с ячейками для хранения образцов по типам с указанием принадлежности к комплекту (рисунок 3). Количество ячеек в таре равно количеству образцов в комплекте. Заполнение тары свидетельствует о том, что комплект прошел предыдущую операцию и должен быть перемещен на следующую.



Рисунок 3 – Размещение устройства в ПК

Проведен анализ технологических процессов на предмет возможности уменьшения количества не основных операций. По результатам анализа переработаны технологические процессы на изготовление образцов. В таблице 1 представлены данные о количестве операций суммарно по трем типам образцов (Ш, Р, СТ). Таким образом, количество операций на 1 комплект образцов-свидетелей сокращено на 30 тысяч.

Таблица 1 – Сокращение количества неосновных операций

Операция	Было	Стало
Зачистка	10	8
Маркировка	16	12
Контроль	45	36
Итого	71	56

Проведен ряд оптимизаций конструкции изделия и технологии сварки. Таким образом, удалось снизить трудоемкость и сократить время сборки, а также уменьшить тепловложения при сварке, что позволило снизить возникающие деформации и возникновение дефектов и отклонений от конструкторской документации.

Кроме того, на участке организован производственный контроль: внедрены производственного анализа и график комплектования, разработаны стандарты рабочих мест [4]. Для регулирования незавершенного производства был внедрен Супермаркет на выходе из заготовительной зоны. Были расширены компетенции персонала, обучили дополнительно работе на ключевом оборудовании, добились максимальной взаимозаменяемости персонала.

В результате реализации всех мероприятий к 2021 году нам удалось достичь цели – комплект образцов-свидетелей был изготовлен за 260 дней. Помимо оптимизации производства изготовления образцов-свидетелей, на 2022 год запланирован проект по уменьшению сроков конструкторско-технологической подготовки производства, а также проект по оптимизации процесса учета, выдачи и хранения архивного металла корпуса реактора, которым начинается и завершается процесс изготовления образцов-свидетелей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Производственная система «Росатом» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ps-rosatom.ru/> (дата обращения: 15.03.2022).
2. Сигео Синго. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства. – М: ИКСИ, 2010
3. Диаграмма спагетти [Электронный ресурс]. – URL: <https://qualitybusiness.ru/#lwptoc1> (дата обращения: 15.03.2022).
4. 5S для рабочих: как улучшить своё рабочее место. Группа разработчиков издательства Productivity Press – на основе Хироюки Хирано. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007.

Optimization of the Production Flow of Surveillance Specimens in the Conditions of the Atommash, AEM-Technologies, JSC Branch in Volgodonsk

Gook A.E.¹, Kotenko O.N.², Popova A.V.³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: AEGook@mephi.ru*

²*e-mail: kotenko.on@yandex.ru*

³*e-mail: anadtasiys@gmail.com*

Abstract – The surveillance specimens are one of the most important aspects of ensuring the safety of the reactor plant, they indicate the state of the metal of the reactor vessel and allow us to draw conclusions about the possibility of further operation of the reactor plant, as well as extending its service life. In conditions of high production load, in order to unconditionally fulfill obligations to Customers on delivery dates and product quality, it is necessary to competently organize the production cycle. In the course of this project, a comprehensive optimization of the processes that make up the production flow of witness samples was carried out.

Key words: organization of production, optimization, productivity improvement, labor intensity reduction, technology improvement, quality assurance.

ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ СВЕРЛАМИ С МНОГОГРАННЫМИ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Игонина Ю.М., Головачёв С.Ю.

Трехгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ), г. Трехгорный, Челябинская обл., Россия

Сверло – это режущий инструмент, который предназначен для изготовления глухих и сквозных отверстий разных диаметров в нужном нам материале. Сверло не всегда имело привычный для нас вид. История инструмента начинается вместе с историей человека от камня, палки и каменного топора до сегодняшних дней. Создание и применение сверл с МНП послужило скачком в дальнейшем развитии режущего инструмента.

Ключевые слова: история сверления, сверло с многогранными неперетачиваемыми пластинами (МНП), режущий инструмент, обработка отверстий, конструкция инструмента, отверстия для охлаждающей жидкости (СОЖ), сменные многогранные неперетачиваемые пластины.

Процесс зарождения сверления берет свое начало в эпоху палеолита (около 2,6 млн. лет назад). Сверление отверстий большого диаметра в рукоятках ударных инструментов происходило с использованием каменного сверла, с помощью которого люди выбивали необходимые отверстия. Со временем возникла потребность в отверстиях с меньшим диаметром. Для этого использовали каменное сверло, закрепленное на небольшом древке, что позволило вращать этот инструмент ладонями [1].

Начиная с VI в. до н.э. каменное сверло на древке вращали с помощью орудия, похожего на лук. Держа каменное сверло на древке, древние люди двигали лук в плоскости, которая была перпендикулярна древку и приводили его в движение с помощью тетивы. Это позволило ускорить процесс сверления.

Сверление пользовалось широкой популярностью в Древнем Египте, т.к. для того, чтобы соединить элементы деревянной конструкции египтяне использовали деревянные «гвозди». Для получения отверстий сначала крутили лук вручную, а после начали использовать ножной привод, что способствовало облегчению и ускорению процесса сверления.

Рассвет технологии глубокого сверления берет свое начало в 1354 г., когда германский монах Патер Шварц создал первую в мире пушку. Потребность людей в огнестрельном оружии привела к созданию пушечных сверл, которые состояли из деревянного стебля (борштанга) и стального наконечника.

Создание горизонтально-сверлильного станка началось со сверления отверстий большого диаметра в стволах деревьев, которые служили материалом для создания системы водопровода. Этот процесс был очень длительным, т.к. приходилось постоянно убирать стружку, которая скапливалась в зоне резанья. Спустя время сверло приобрело винтовой вид: имело выемку с поворотом в сторону вращения, что решило проблему удаления стружки из рабочей зоны [2].

На заре XV в., железо стало набирать популярность. Это привело к тому, что люди стали использовать сверление с помощью режущих материалов. Первые сверла были очень примитивными и представляли собой остро заточенный конус. Для сверления отверстий большого диаметра использовалось устройство «Трещётка» с обеспечением подачи винтом.

С середины XVI в. этого века произошел переход сверлильного станка, работающего от привода, к станкам, работающим от водяного колеса. Сверлильный станок приходил в движение благодаря колесу, которое вращалось под воздействием водных потоков. Главным недостатком этого станка был сильный нагрев пушки, который способствовал искривлению стволового канала и изменению прочности оружия. Для устранения этого дефекта люди

использовали мокрые тряпки, которые клали на ствол изготавливаемого оружия для снижения его температуры.

В XVIII в., после того как Бенджамин Хантсмен создал высококачественную тигельную сталь, производство инструмента выделилось в отдельную отрасль. В 1822 г. сверло обрело современный вид – оно стало спиральным, но, к сожалению изобретателя, так и не удалось установить, поэтому изобретение считается интернациональным.

На данный момент самым современным средством для получения отверстий является сверло с МНП. Сверло с многогранными неперетачиваемыми пластинами (МНП) – это режущий инструмент с механическим креплением сменных многогранных неперетачиваемых пластин. Данный инструмент обладает повышенной жесткостью. Помимо основных операций, с его помощью можно выполнять операции концевой фрезой, проходным резцом и зенкером.

Конструкция данного изделия представляет собой корпус с двумя прямыми или винтовыми стружечными канавками. На переднем торце закреплены твердосплавные пластины различной конфигурации. Многогранные неперетачиваемые пластины механическим способом плотно закрепляются в теле корпуса инструмента, используемого для сверления отверстий в металле. Наиболее распространёнными видами механического крепления пластин являются крепления без заточки и с последующей заточкой. В корпусе сверла предусмотрены специальные отверстия, служащие для подачи охлаждающего вещества (СОЖ) в рабочую зону (зону резания). Это положительно влияет на протекание процесса сверления, т.к. стружка отводится из рабочей зоны легче, режущие кромки изнашиваются медленнее, температура нагрева существенно уменьшается. Но стоит помнить, что стойкость и производительность сверления в значительной степени зависит также от геометрических параметров и качества изготовления корпуса.

Диаметр свёрл с МНП влияет на то, каким количеством пластин они будут оснащаться: двумя или же тремя. Пластины располагаются одна вблизи от периферии инструмента, а вторая – близко к центру. Третья и четвертая пластины нужны, как правило, для сверл, имеющих большие диаметры (65- 85 мм), для того, чтобы заполнить свободное пространство между остальными двумя. Крепятся пластины в кассетах, плотно установленных в корпусе сверла [3].

То, как располагаются режущие пластины на корпусе инструмента, сильно влияет на условия эксплуатации. Если режущая пластина располагается радиально сила, возникающая при обработке, действует на наименьшее сечение, что сокращает величину допустимой подачи. При тангенциальном положении пластины сила действует на большее сечение пластины, что позволяет повысить подачу, однако отрицательной стороной этого способа крепления является его усложнение [4].

Проведенный анализ существующих конструкций свёрл с МНП позволил составить их классификацию:

1. По количеству многогранных неперетачиваемых пластин (МНП) сверла подразделяются на:
 - сверла с двумя МНП (одна центральная и одна периферийная пластина), применяемые для обработки отверстий диаметрами от 12 мм до 40 мм;
 - сверла с тремя МНП (одна центральная, одна периферийная и одна промежуточная пластина), применяемые для обработки отверстий диаметрами от 12 мм до 60мм;
 - сверла с четырьмя МНП (две центральных и две периферийных пластины), применяемые для обработки отверстий больших диаметров (свыше 60 мм);
 - сверла с пятью МНП (одна центральная, одна периферийная, одна промежуточная и две направляющих пластины), применяемые для обработки глубоких отверстий.
2. По форме стружечных канавок:
 - винтовые стружечные канавки;
 - прямые стружечные канавки.
3. По наличию подвода охлаждающей жидкости (СОЖ):

- с внутренними каналами для подвода СОЖ;
- без СОЖ подводящих каналов.

4. По назначению сверла подразделяются на:

- универсальные, применяемые для сверления отверстий на глубину до двух диаметров по ГОСТ 27724-88;
- укороченные сверла повышенной жесткости, применяемые для сверления отверстий в объемно-закаленных железнодорожных рельсах;
- сверла для глубокого сверления, применяемые для сверления отверстий на глубину от 7 до 15 диаметров;
- трепанирующие, применяемые для сверления сквозных отверстий большого диаметра;
- плунжерные, применяемые для черновой обработки карманов, путём повторяющихся осевых проходов сверла;
- свёрла для пакетов, применяемые для сверления большого количества отверстий в деталях небольшой толщины;
- специальные, применяемые для сверления многоступенчатых отверстий и снятия фасок.

В настоящее время свёрла с МНП получают всё большее распространение, т.к. обладают следующими преимуществами:

- возможность замены режущих пластин без снятия инструмента;
- отсутствие пайки увеличивает срок службы пластин благодаря тому, что исключает появление напряжений и микротрещин;
- возможность применения пластин с износостойким покрытием;
- возможность установки на один корпус пластин из различных сплавов;
- отсутствие необходимости в переточке инструмента;
- возможность установки на один корпус пластин разных размеров;
- возможность засверливания в условиях нежёсткой технологической системы [5].

Сверла со сменными пластинами и из цельного сплава нашли применение в промышленности, сельском хозяйстве, небольших мастерских, домашнем хозяйстве. Их широко используют там, где необходимо выполнять отверстия и канавки в материалах с повышенной твердостью. Это могут быть заготовки для деталей приборов и корпусов для энергетической промышленности, автомобиле- и самолетостроительной промышленности, строительной индустрии и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Черничкин, С. А. Кольцевое сверление и обработка глубоких отверстий / С.А. Черничкин. – М.: Машиностроение, 1964. – 240 с.
2. Виргинский, В. С. Очерки истории науки и техники XVI-XIX вв.: Пособие для учителя / В.С. Виргинский. – М.: Просвещение, 1984. – 287 с.
3. Потягайло, М.В. Изготовление глубоких и точных отверстий / М.В. Потягайло. – М.: Машгиз, 1947. – 106 с.
4. Винников, И.З. Сверловщик. Издание 2 / И.З. Винников, М.И. Френкель. – М.: Высшая школа, 1971. – 288с.
5. Дерябин И.П., Головачёв С.Ю. Особенности формообразования отверстий сверлами с МНП / Вестник УГТУ №2 (63) 2014 – 36 – 40 с.

The Processing of Metals with Mnrp (Multifaceted Non-Regrindable Plates) Drills

Igonina Yu.M.¹, Golovachev S.Yu.

Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Tryokhgorny, Chelyabinsk region, Russia

¹*e-mail: igoninajulia2001@mail.ru*

Abstract – After the widespread introduction of lathes, a drill has become one of the most versatile tools. A drill is a cutting tool that is designed for the manufacturing of blind and through holes of different diameters in the material in need. The drill did not always have the look usual for us. The history of the tool begins along with the history of man from the use of stone, stick and stone axe to the present day. The creation and application of multifaceted non-regrindable drills served as a leap in the further development of the cutting tool.

Key words: drilling history, multifaceted non-regrindable plates drill, cutting tool, hole processing, the design of the tool, the holes for the coolant, replaceable multifaceted non-regrindable plates.

УДК 62-503.56

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ FDM-ПЕЧАТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗРАБОТАННОГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Кольжецов Д.А., Морозова А.В.

Трехгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ), г. Трехгорный, Челябинская обл., Россия

В статье представлены теоретические и экспериментальные исследования, методы, которые использовались для повышения точности процесса 3D-печати методом FDM. Метод конечных элементов был успешно использован для оценки усадки тестовой детали. Ряд проведенных исследований был использован в основе разработки приложения.

Ключевые слова: 3D-принтер, 3D-печать, параметры печати, приложение, точность печати, размеры, усадка пластика.

Введение

В последние годы технология 3D-печати становится всё более актуальной. Существует большое количество различных технологий печати. Одной из самых распространенных технологий является FDM-печать, она нашла широкое применение во многих сферах человеческой деятельности. Вследствие этого встает вопрос о точности печати.

Целью работы является изучение параметров 3D-печати, влияющих на изменение размеров напечатанных деталей и создание приложения, при помощи которого будет достигаться более точная печать.

Исследование, представленное в данной статье, было сосредоточено на повышении точности FDM-печати путем анализа и разработки программного приложения.

Требуемая точность детали на 3D-принтере зависит от точности работы 3D-принтера и параметров печати. Перед эксплуатацией принтер необходимо откалибровать и настроить, тогда работа принтера не будет влиять на точность печати.

Параметров печати большое количество, но на точность размеров влияют два параметра, это диаметр экструзии и усадка [1, с. 32].

Диаметр экструзии напрямую зависит от диаметра сопла, но не равняется ему. На выходе из сопла диаметр нити увеличивается вследствие перепада давлений, так как пластик в хоттенде и сопле находится под давлением, имея высокую температуру, при выходе пластика из сопла давление становится атмосферным и пластик начинает остывать [2, с. 87].

К примеру, мы имеем стандартное сопло диаметром 0,4 мм. Диаметр экструзии будет в пределах 0,45мм, следовательно, нельзя напечатать стенку толщиной 0,8мм. Стенка будет равняться 0,9мм, из-за этого произойдет увеличение наружных поверхностей и уменьшение внутренних поверхностей. На рисунке 1 показан диаметр экструзии теоретический и фактический.

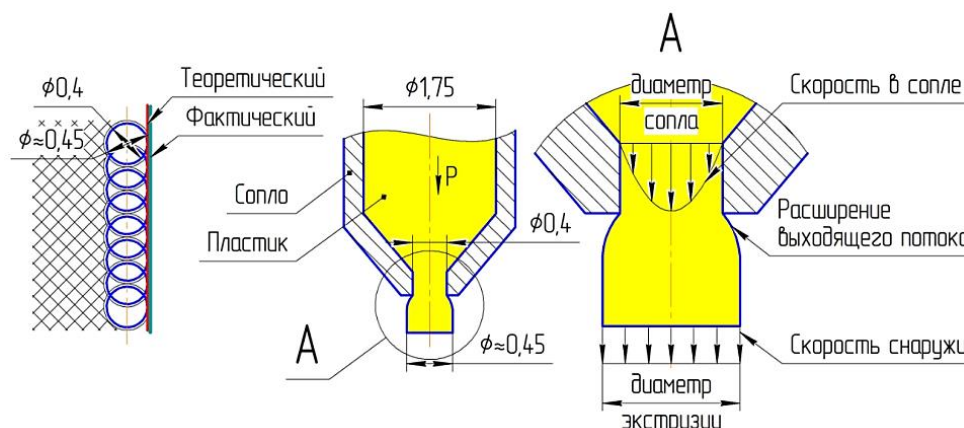


Рисунок 1 – Диаметр экструзии

Остывание пластика может привести к большому количеству внутренних напряжений и усадке. Одним из способов определения усадки является метод конечных элементов [3, с. 245].

Метод конечных элементов для оценки усадки калибрующей детали

Для проведения исследования была спроектирована тестовая деталь, имеющая различные диаметры цилиндров и отверстий, размеры которых варьируется в пределах 2-21 мм. На рисунке 2 представлена 3D-модель тестовой детали.

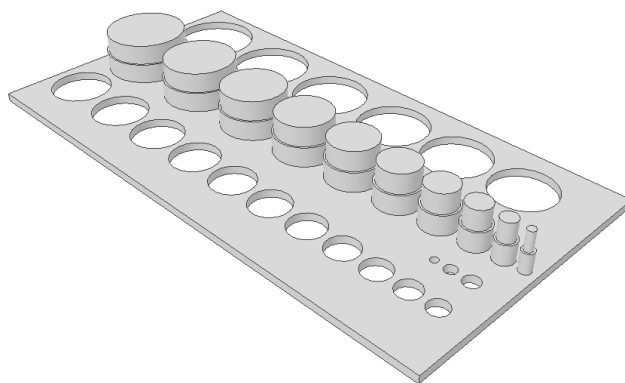


Рисунок 2 – 3D-модель тестовой детали

Для оценки усадки спроектированной модели, был проведен, конечно-элементный анализ в программе Inventor Nastran In-CAD. Для корректного анализа 3D-модели необходимо задать все свойства материала детали. Был внесен PLA пластик с характеристиками, соответствующими пластику используемого при печати тестовой детали.

Для проведения анализа были наложены кинематические и технологические ограничения. В качестве внешней нагрузки использовалась разница температур между температурой пластика в сопле и температурой окружающей среды. В статическом исследовании была применена разница температур в 40 градусов [4, с 49].

По результатам анализа были сделаны следующие выводы: максимальная усадка на детали составляет 0,006мм, а, следовательно, коэффициентом термической усадки данного пластика PLA можно считать равным единице.

Печать и измерение тестовой детали

Так как целью работы является разработка универсальной программы, то все исследования необходимо проводить на разных моделях принтеров. Для этого были выбраны следующие модели принтеров: NEO, Picaso Designer PRO 250 и Creality Ender 3.

Разные модели принтеров необходимы для анализа и сравнения результатов измерений. На рисунке 4 представлены 3D-принтеры, используемые при исследовании.

В качестве материала использовался PLA пластик диаметром 1,75 мм. Температура печати 210 градусов, температура стола 60 градусов. Использовалось сопло диаметром 0,4 мм. Внутренняя структура имела сетку 45 градусов с плотность заполнения 30% [5].

Для измерений использовался штангенциркуль с ценой деления 0,01 мм и микрометр, также с ценой деления 0,01 мм. В таблице 1 и 2 представлены результаты измерения цилиндрических поверхностей и отверстий тестовой детали, напечатанной на принтере Creality Ender 3.

Таблица 1 – Результаты измерений цилиндрических поверхностей, мм

Теоретический размер	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Действительный размер	2,45	3,43	4,51	5,44	6,34	7,30	8,30	9,25	10,34	11,24
Абсолютное отклонение	0,45	0,43	0,51	0,44	0,34	0,30	0,30	0,25	0,34	0,24
Теоретический размер	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Действительный размер	12,26	13,20	14,18	15,22	16,18	17,13	18,18	19,22	20,14	21,15
Абсолютное отклонение	0,26	0,20	0,18	0,22	0,18	0,13	0,18	0,22	0,14	0,15

Таблица 2 – Результаты измерений отверстий, мм

Теоретический размер	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Действительный размер	1,21	2,21	3,28	4,33	5,46	6,5	7,54	8,55	9,59	10,61
Абсолютное отклонение	0,79	0,79	0,72	0,67	0,54	0,5	0,46	0,45	0,41	0,39
Теоретический размер	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Действительный размер	11,67	12,69	13,65	14,72	15,76	16,75	17,72	18,79	19,8	20,78
Абсолютное отклонение	0,33	0,31	0,35	0,28	0,24	0,25	0,28	0,21	0,2	0,22

Результаты измерения тестовой детали, напечатанной на принтере NEO и Picaso Designer PRO 250 схожи с результатами, приведенными в таблицах выше и так же имеют прямо пропорциональную зависимость отклонений.

На основе этих данных была построена функция регрессии и посчитан коэффициент детерминации, который является статистической мерой, представляющей, насколько близки полученные данные к установленной линии регрессии. Чем ближе к единице коэффициент детерминации, тем лучше модель соответствует данным. Как можно увидеть на рисунке 3, в обоих случаях (цилиндрические размеры и размеры отверстия) представлена линейная регрессия, так же введена функция и значения R-квадрата. Все эти данные легли в основу для разработки приложения, необходимого для компенсации отклонений.

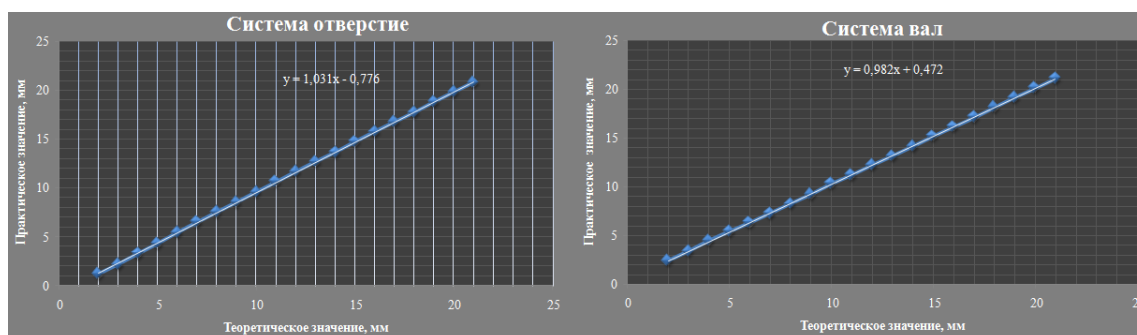


Рисунок 3 – Графики линейной регрессии для полученных измерений

Разработка приложения

Гипотеза, которая была рассмотрена для приложения, заключалась в том, что отклонения являются приблизительно линейными. Если, к примеру, имеется отклонение 1 мм по одной оси, то это можно исправить, но если отклонение возникает в двух направлениях,

как в случае отверстия, то требуется вмешательство какого либо приложения, которое должно корректировать САПР-модель.

Используя данные, полученные в таблицах 1 и 2, была введена функция линейной регрессии, аналогичная той, которая отображена на графике, представленном на рисунке 3. Математически линейное уравнение определяется следующим уравнением:

$$y = b \cdot x + a + \varepsilon \quad (1)$$

где x – независимая переменная и представляет собой значение, которое должно быть получено, мм;

y – зависимая переменная, которая представляет собой значение, которое должно быть введено в САПР-программу, мм;

a – свободный член уравнения регрессии;

b – коэффициент регрессии, представляющий собой скорость изменения y при изменении x ;

ε – член случайной ошибки, представляющий собой разницу между фактическим значением зависимой переменной и ее прогнозируемым значением.

В анализируемом случае это прогнозируемое значение определяется масштабным коэффициентом термической усадки плюс глобальный масштабный коэффициент. Член случайной ошибки можно рассчитать по формуле 2:

$$\varepsilon = k + \frac{D_d - D_n}{D_n} \quad (2)$$

где k – коэффициентом термической усадки, $k = 1$;

D_d – действительный диаметр, мм;

D_n – номинальный диаметр, мм.

На основе полученных уравнений были рассчитаны размеры, которые необходимо откорректировать в САПР-модели для того, чтобы после печати размеры детали были максимально приближены к номинальным. По итогам печати и измерения контрольных деталей появились значительные улучшения в плане отклонений размеров.

Все формулы были сформированы в приложение, рассчитывающие размеры элементов деталей, которые необходимо ввести в САПР-модель. На рисунке 4 представлено приложение.

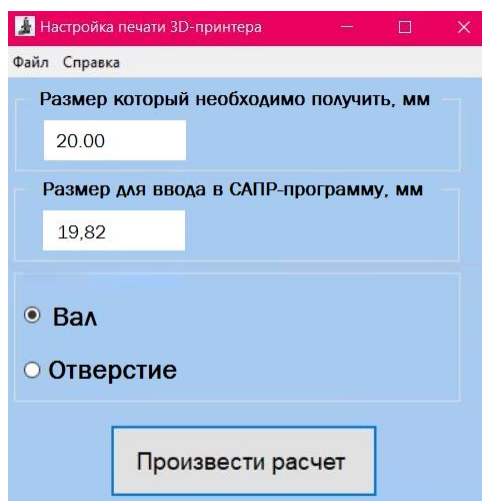


Рисунок 4 – Приложение

При первом использовании приложения необходимо распечатать тестовую деталь и измерить все диаметры, после чего внести полученные размеры в настройки приложения. На

основе полученных данных, приложение составит функцию регрессии и рассчитает член случайной ошибки для данного принтера.

Вывод

Для улучшения процесса 3D-печати была разработана тестовая деталь. Для оценки термической усадки, возникающей в процессе 3D-печати, был проведен конечно-элементный анализ. Результаты, были в дальнейшем использованы для создания программного приложения, позволяющего производить калибровку 3D-модели. Одной из главных особенностей данного приложения является его универсальность.

Измерения, которые были произведены после использования приложения и калибровки детали доказали, что появились значительные улучшения в точности печати.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валетов В.А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы). Учебное пособие / Валетов В.А. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. – 63 с.
2. Нарисава И.В. Прочность полимерных материалов / Нарисава И.В. М.:Химия. 1987.–400 с.
3. Зленко М.А., Попович А.А. Аддитивные технологии в машиностроении / Зленко М.А., Попович А.А. Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2013. – 222 с.
4. Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3D-печати. / Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т. 2017. – 98 с.
5. Процент заполнения в 3D-печати [Электронный ресурс] // Сайт центра аддитивного производства. 2017. 04 февраля. URL: <https://www.st3d.ru/5-zapolnenie/> (дата обращения: 20.02.2022).

Improve the Accuracy of FDM Printing Using the Developed Application

Kolzhetsov D.A., Morozova A.V.¹

*Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear
University "MEPhI", Tryokhgorny, Chelyabinsk region, Russia
¹e-mail: a-nastya_1999@mail.ru*

Abstract – The article presents theoretical and experimental studies, methods that were used to improve the accuracy of the 3D printing process by the FDM method. The finite element method was successfully used to estimate the shrinkage of the test part. A number of studies conducted were used as the basis for the development of the application.

Key words: 3D-printer, 3D-printing, printing parameters, application, printing accuracy, dimensions, plastic shrinkage.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ИНДИЯ НА СТРУКТУРУ И МОРФОЛОГИЮ ПОВЕРХНОСТИ ПЛЕНОК $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$, ПОЛУЧЕННЫХ НА ПОДЛОЖКЕ GaAs МЕТОДОМ ГРАДИЕНТНОЙ ЭПИТАКСИИ

Осипян В.Б.^{*}, Сысоев И.А.^{*}, Ратушный В.И.^{**}, Никулин Д.А.^{***}, Митрофанов Д.В.^{*}

^{*}Северо-Кавказский федеральный университет, г. Ставрополь, Россия

^{**}Волгодонский инженерно-технический институт – филиал национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

^{***}Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

Слои $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ на подложке GaAs выращены методом газофазной эпитаксии в поле температурного градиента. Методом комбинационного рассеяния света изучены особенности влияния концентрации индия в $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ на структуру пленок. Было определено, что увеличение содержания индия в твердом растворе $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ приводит к значительному увеличению среднеквадратичной шероховатости поверхности слоя.

Ключевые слова: градиентная эпитаксия, гетероструктуры, соединения III – V, АСМ, рамановская спектроскопия.

Газофазная эпитаксия в поле температурного градиента или градиентная эпитаксия (ГЭ) используется для выращивания полупроводниковых структур оптоэлектронных устройств, таких как светодиоды, лазеры и солнечные элементы [1-2]. При синтезе соединений $\text{A}^{\text{III}}\text{B}^{\text{V}}$ не требуется использования дорогостоящего технологического оборудования и расходных материалов, что является отличительной особенностью синтеза ГЭ [3]. Целью данной работы является получение и изучение слоев $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ на GaAs методом ГЭ в газовой фазе через тонкую зону.

Слои $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ были синтезированы методом ГЭ в поле температурного градиента в замкнутой системе в потоке водорода и азота с соотношением 1:1. В качестве источника использовался порошок из бинарных соединений GaAs, InAs. Слои $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ были синтезированы с помощью графитовой кассеты, изображенной на рисунке 1 при температуре 800°C и градиенте температуры 10 град/см.

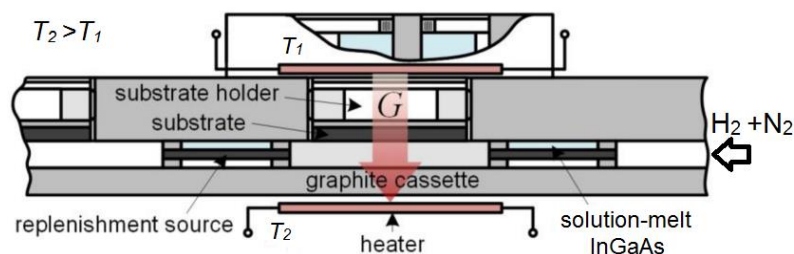


Рисунок 1 Схематическое изображение технологической кассеты в поле температурного градиента

Концентрация индия в слое $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ варьировалась от 0; 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 моль. Результаты изучения морфологии поверхности слоев $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ на подложке GaAs изучались на атомно-силовом и электронном микроскопах, которые представлены на рисунке 2, где также представлены спектры комбинационного рассеяния $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ слоев. При содержании $x\text{In} = 0,2$ мл фракции среднеквадратичная шероховатость поверхности S_q слоя твердого раствора $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ составляет 40,6 нм. При изменении $x\text{In}$ значение S_q увеличивается, и при $x\text{In} = 0,4$ моль. достигает 208,7 нм.нм. Видно, что с увеличением $x\text{In}$ от 0 до 0,4 моль

интенсивность фоновых мод LO и TO в InAs увеличивается, и их положение смещается влево на 25 и 9 см^{-1} соответственно. Напротив, интенсивность фоновой моды LO GaAs уменьшается с увеличением $x\text{In}$. Все это указывает на сильное влияние упругих механических напряжений, вызванных несоответствием констант решетки слоя $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ и подложки GaAs.

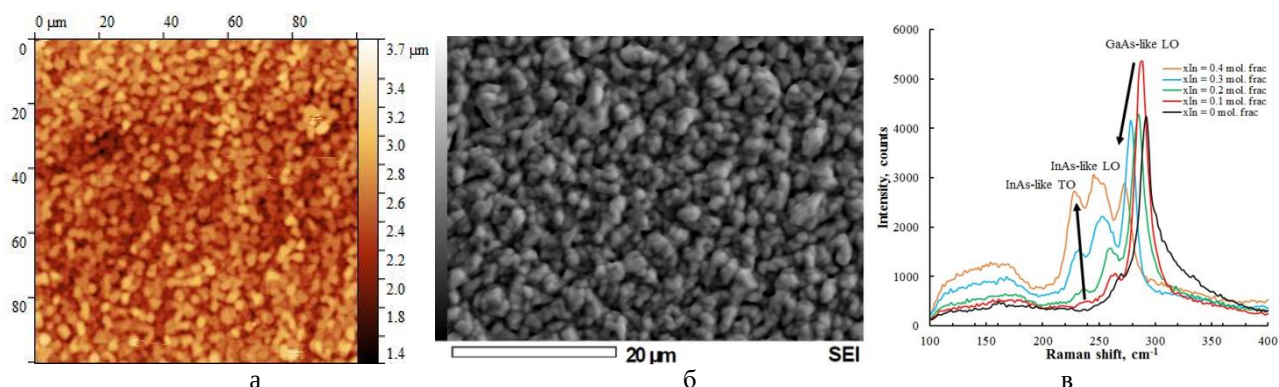


Рисунок 2 – АСМ-изображения морфологии поверхности слоев с концентрацией индия $x\text{In}=0,4$ моль (а), СЭМ-изображения поверхности слоев при $x\text{In}=0,4$ моль, (б). Спектр комбинационного рассеяния света $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ слоев на подложке GaAs (в)

Выводы

Слои $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ с содержанием индия от 0 до 0,4 моль на подложках GaAs были выращены в условиях температурного градиента. Увеличение концентрации индия в твердом растворе приводит к повышению шероховатости поверхности эпитаксиального слоя $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$. Исследование спектра комбинационного рассеяния указывает на сильное влияние упругих механических напряжений, вызванных несоответствием констант решетки слоя $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ и подложки GaAs.

Подтверждение

Исследования проводились с использованием оборудования Центра совместного использования Северо-Кавказского федерального университета при финансовой поддержке Министерства образования и науки России, уникальный идентификатор проекта RF 2296.61321X0029 (соглашение № 075-15-2021-687).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lunina M.L., Lunin L.S., Alfimova D.L., Pashchenko A.S., Danilina E.M., Pashchenko O.S. Synthesis from the liquid phase of bismuth-containing AlGaInAsP solid solutions on InP substrates: growth kinetics, structural and luminescent properties. *Thin Solid Films*, 2020, V. 711, 138295. DOI: 10.1016/j.tsf.2020.138295
2. Lunina M.L., Lunin L.S., Kalinchuk V.V., Kazakova A.E. Thin-film $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{As}_z\text{Sb}_{1-z}/\text{GaSb}$ heterostructures grown in a temperature gradient. *Physics of the Solid State*, 2018, V. 60, p. 890–898. DOI: 10.1134/S1063783418050177
3. Градиентная эпитаксия для получения микро- и наноструктур твердых растворов АІІІВ через тонкую газовую зону. Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. 97 с. Сысоев И.А., Лунин Л.С.

Influence of Indium Concentration on the Structure and Surface Morphology of InGaAs Films Obtained on GaAs Substrate by Gradient Epitaxy

Osipyan V.B. *, Sysoev I.A. *, Ratushnyi V.I. **, Nikulin D.A. ***, Mitrofanov D.V. *

*North Caucasus Federal University, Stavropol,

**Volgodonsk Engineering and Technical Institute - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI," Volgodonsk

***South Russian State Polytechnic University (NPI) named after M.I. Platov, Novocherkassk

Abstract – $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ layers on a GaAs substrate grown by gas-phase epitaxy in a temperature gradient field. The peculiarities of the effect of indium concentration in $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ on the structure of films have been studied by Raman scattering of light. It was determined that an increase in the indium content in the $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ solid solution leads to a significant increase in the root-mean-square roughness of the layer surface.

Key words: gradient epitaxy, heterostructures, compounds III - V, AFM, Raman spectroscopy.

УДК 3937

ВЛИЯНИЕ ИЗО- И ГЕТЕРОВАЛЕНТНОГО ЗАМЕЩЕНИЯ НА ТЕХНОЛОГИЮ ПОЛУЧЕНИЯ И МАКРООТКЛИКИ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ НА ОСНОВЕ $(\text{La,Bi})\text{MnO}_3$

Волков Д.В., Шилкина Л.А., Нагаенко А.В.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

В данной работе представлены результаты синтеза модифицированных твердых растворов на основе $\text{Bi}_{0,5}\text{La}_{0,5}\text{MnO}_3$. Модифицирование проводили оксидами: Fe_2O_3 , CoO , PbO , - и карбонатом BaCO_3 . Исследовали процессы фазообразования, структурные характеристики и микроструктура образцов твердых растворов. Пришли к заключению о целесообразности использования данных модификаторов для оптимизации свойств данной системы твердых растворов.

Ключевые слова: Твердые растворы, магнетосопротивление, зёрненная структура, структура перовскита.

В последние годы стремительно растёт интерес к multifunctional материалам, в которых существует возможность управления электрической подсистемой за счёт магнитного поля. Примерами таких материалов являются мультиферроики – среды, в которых одновременно сосуществует по меньшей мере два из возможных упорядочений - ферромагнитное, сегнетоэлектрическое или сегнетоэластическое. Одним из наиболее интересных мультиферроиков как с точки зрения теории, так и практики, является $\text{Bi}_{0,5}\text{La}_{0,5}\text{MnO}_3$. Ранее в [1-5] было показано, что в этих твердых растворах (ТР) макроотклики связаны с такими явлениями как магнетосопротивление, магнитодиэлектрический эффект, а также Максвелл-Вагнеровская поляризация. Однако, свойства этого материала во многом зависят от его термодинамической предыстории, наличия примесей и посторонних включений.

Таким образом, целью настоящей работы явилось установление влияния на структурные, диэлектрические и магнитные свойства катионного состава модифицированных керамик ТР на основе $\text{Bi}_{0,5}\text{La}_{0,5}\text{MnO}_3$.

Все объекты исследования получены двухстадийным твердофазным синтезом ($T_1=1073$ К, $t=10$ ч и $T_2=1223$ К, $t=10$ ч) с последующим спеканием ($T_{\text{сп}}=1293$ К, $t=2,5$ ч) по обычной керамической технологии. Модифицировали ТР стехиометрически оксидами Fe_2O_3 , CoO в соответствие формуле $\text{Bi}_{0,5}\text{La}_{0,5}\text{Mn}_{1-x}\text{Z}_x\text{O}_3$ ($x = 0,05, 0,15$; $Z=\text{Fe}, \text{Co}$) и PbO , BaCO_3 в соответствие формуле $(\text{Bi}_{0,5}\text{La}_{0,5})_{1-y}\text{N}_y\text{MnO}_3$ ($y = 0,03, 0,1$; $N=\text{Pb}, \text{Ba}$).

Полученная нами керамика, при комнатной температуре, характеризовалась низким электрическим сопротивлением на постоянном токе, что может быть связано с наличием высокого числа катионов переменной валентности $\text{Mn}^{3+}/\text{Mn}^{4+}$ и связанных с ними дефектами типа вакансии по кислороду. Образцы ТР также продемонстрировали эффект магнетосопротивления величина, которого сильно зависит от температуры окружающей среды и доли вводимых модификаторов. Показано, что даже введение малых долей

модификаторов положительно сказывается на качестве спекания ТР, делает зёрнистую структуру керамик более однородной и мелкозернистой.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ) под руководством директора НИИ физики ЮФУ, д.ф.-м.н, Вербенко И.А. ЦКП НИИ физики ЮФУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павленко А.В. Диэлектрическая релаксация и магнитные характеристики керамики $\text{Bi}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{MnO}_3$ / А.В. Турик, Л.А. Резниченко, Ю.С. Кошкидько // Физика твердого тела. – 2014. – Т. 56, вып. 6. – С. 1093-1099.
2. Турик А.В. Диэлектрические релаксация и релаксация в керамике $\text{Bi}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{MnO}_3$ при 80 К / А.В. Турик, А.В. Павленко, Л.А. Резниченко // Известия РАН серия физическая. – 2014. – Т. 78, вып. 8. – С. 1042–1045.
3. Павленко А.В. Магнитодиэлектрический эффект в керамике $\text{Bi}_{1/2}\text{La}_{1/2}\text{MnO}_3$ / А.В. Павленко, А.В. Турик, Л.А. Резниченко, Л.А. Шилкина, Г.М. Константинов // Письма в ЖТФ. – 2013. – Т. 39, вып. 1 – С. 47-53.
4. Волков Д.В. Особенности формирования и поведения диэлектрических характеристик в однофазных магнитоактивных твердых растворах на основе $\text{Bi}_{1-x}\text{La}_x\text{MnO}_3$ / Д.В. Волков, И.А. Вербенко, Е.В. Глазунова, Л.А. Шилкина // Сборник материалов международной онлайн-конференция «Исследование сегнетоэлектрических материалов российскими учеными. Столетие открытия сегнетоэлектричества» (СЭ-100). – 2020. – С. 123.
5. Волков Д.В. Магнитодиэлектрический эффект в твердых растворах на основе $\text{Bi}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{MnO}_3$ при 80 К / Д.В. Волков, А.В. Павленко, И.А. Вербенко, Л.А. Шилкина, Е.В. Глазунова // 26 Сборник трудов международной научно-практической конференции «Открытые физические чтения». – 2020. – С. 171-175.

Influence of Iso- and Heterovalent Substitution on the Technology of Production and Macroreflux of Solid Solutions Based on $(\text{La,Bi})\text{MnO}_3$

Volkov D.V.¹, Shilkina L.A., Nagaenko A.V.

*Southern Federal University, Rostov-on-Don
e-mail: dvvolkov@sfedu.ru*

Abstract – This paper presents the results of the synthesis of modified solid solutions based on $\text{Bi}_{0.5}\text{La}_{0.5}\text{MnO}_3$. Modification was carried out with oxides: Fe_2O_3 , CoO , PbO , - and carbonate BaCO_3 . Phase formation processes, structural characteristics, and microstructure of samples of solid solutions were investigated. We concluded that it is advisable to use these modifiers to optimize the properties of this system of solid solutions.

Key words: Solid solutions, magnetoresistance, grain structure, perovskite structure.

О ЧИСЛЕННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ ПЕТЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГИСТЕРЕЗИСА ПОСРЕДСТВОМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОРЕНЦА ПРОМЫШЛЕННОГО МАТЕРИАЛА ПКР-7М

Мойса М.О.

Южный федеральный университет, НИИ физики, г. Ростов-на-Дону, Россия

В работе представлены результаты численного моделирования петли диэлектрического гистерезиса в материале ПКР-7М. Найдены выражения для нисходящей ветви петли диэлектрического гистерезиса посредством двойного интегрирования весовой функции Лоренца. Расчёты подгоночных коэффициентов выражений для ветвей петли гистерезиса проводились в среде MAPLE методом наименьших квадратов. Результаты аппроксимации показывают, что вышеуказанное выражение хорошо описывает экспериментальные точки.

Ключевые слова: весовая функция Лоренца, модель Преяха, функция распределения, статистическая модель, диэлектрический гистерезис.

Диэлектрический гистерезис сегнетоэлектрических (СЭ) материалов можно описать в рамках статистических методов. Для решения данного рода задач формализм Преяха [1] является перспективным кандидатом. В данной работе мы рассматриваем весовую функцию Лоренца для получения аналитического выражения поляризации на нисходящих ветвях петли диэлектрического гистерезиса.

Петли диэлектрического гистерезиса (P - E) материала ПКР – 7М, разработанного в НИИ физики ЮФУ, исследовались осциллографическим методом Сойера – Тауэра ($f = 50$ Гц, $T = 300$ К), при этом были рассчитаны спонтанная P_s и остаточная P_r поляризации, а также напряженность коэрцитивного поля E_c .

Семейство петель гистерезиса может быть описано посредством применения различных весовых функций. В рамках данной работы мы используем весовую функцию Лоренца. Чтобы найти выражение для нисходящей ветви петли гистерезиса через распределение Лоренца необходимо взять двойной интеграл от данной функции по ее операторам:

$$P^- = P_m - \frac{2P_s}{3} \int_0^{\frac{E_m - E}{2}} \int_{E + E_c}^{E_m - E_c} \frac{C}{(1 + \frac{(\beta + Q)^2 w^2}{Q^2})(1 + \frac{(\alpha - Q)^2 w^2}{Q^2})} d\alpha d\beta \quad (1)$$

где C , Q и w – параметры подгонки.

С учётом значений E_m и E_c получаем выражение для нисходящей ветви петли диэлектрического гистерезиса из распределения Лоренца:

$$P^- = P_m - \frac{2 * P_s}{3} \left(-\frac{1}{w^2} \left(C Q^2 \left(\arctan \left(\frac{0.0005w(2000Q + 1000E - 21213)}{Q} \right) - \arctan(w) \right) \left(-\arctan \left(\frac{0.0001w(10000E + 60609 + 10000Q)}{Q} \right) + \arctan \left(\frac{0.0001w(1.515 * 10^5 + 10000Q)}{Q} \right) \right) \right) \right) \quad (2)$$

Нисходящая ветвь петли диэлектрического гистерезиса аппроксимировалась уравнением поляризации с применением весовой функции Лоренца. Фитинг экспериментальной зависимости $P^-(E)$ проводился с помощью уравнения (2) и применения метода наименьших квадратов (рис. 1). Критерием качества аппроксимации выступил коэффициент детерминации. Результаты расчётов, полученные при комнатной температуре, приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Коэффициенты весовой функции Лоренца для нисходящей ветви петли гистерезиса материала ПКР-7М при $T = 300\text{ K}$

C	Q	w	R^2
0.103	0.634	0.213	0.99

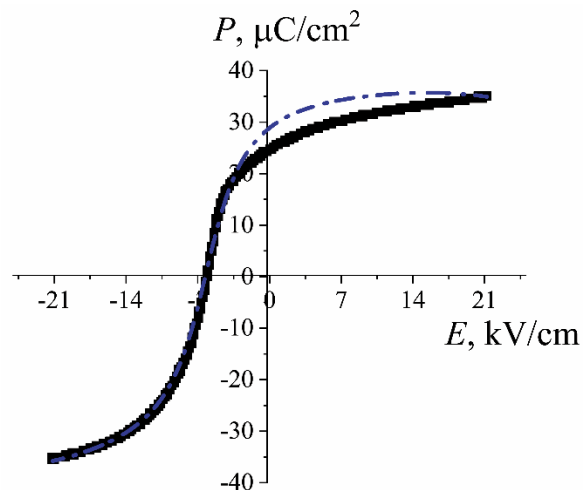


Рисунок 1 – Нисходящая ветвь P - E петли материала ПКР-7М (чёрная кривая- экспериментальные данные, синяя штрих-пунктирная кривая- аппроксимация выражением (2))

Результаты аппроксимации показывают, что выражение, полученное из распределения Лоренца, хорошо описывает экспериментальную зависимость.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № (0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Турик А.В. Экспериментальное исследование статистического распределения доменов в сегнетокерамике // Физика твёрдого тела. – 1963. – Том 5, выпуск 10, стр. 2922–1924.

Obtaining Polarization Expressions on the Descending Branches of the Family of Hysteresis Loops of Industrial Material PKR - 7m Based on the Lorentz Distribution

Moysa M.O.

*Southern Federal University, Research Institute of Physics, Rostov-on-Don
e-mail: moysa@sfedu.ru*

Abstract – The paper presents the results of numerical simulation of the dielectric hysteresis loop in the PKR-7m material. Expressions are found for the descending branch of the dielectric hysteresis loop by double integration of the Lorentz weight function. Calculations of the fitting coefficients of expressions for the branches of the hysteresis loop were carried out in the MAPLE environment by the least squares method. The approximation results show that the above expression describes the experimental points well.

Key words: Lorentz weight function, Preisach model, distribution function, statistical model, dielectric hysteresis.

РЕЗОНАНСНЫЕ И РАДИОПОГЛОЩАЮЩИЕ СВОЙСТВА ВFO-PFN НА МИКРОПОЛОСКОВОЙ ЛИНИИ В СВЧ-ДИАПАЗОНЕ

Астафьев П.А.

Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета, Ростов-на-Дону

Исследованы резонансные и радиопоглощающие свойства цилиндрических образцов состава $0.5\text{BiFeO}_3 - 0.5\text{PbFe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$. Подготовлены образцы требуемой формы, выполнена механическая обработка. Измерены зависимости S-параметров от частоты и рассчитана зависимость коэффициента поглощения от частоты. Проведено сравнение полученных результатов с результатами измерений диэлектрического резонатора на основе BaTiO_3 . Выявлено, что высокая интенсивность резонансных минимумов и низкая добротность позволяет применять данный материал в резонаторах или фильтрах, при этом необходимо преодолеть ряд ограничений.

Ключевые слова: СВЧ-поглощение, диэлектрический резонатор, мультиферроик.

Одними из перспективных материалов СВЧ-устройств, таких как резонаторы или фильтры являются сегнетоэлектрические и мультиферроидные материалы [1]. Сегнетоэлектрики на основе BaTiO_3 активно используются в разработке диэлектрических резонаторов. Материалы на основе антиферромагнетиков (BiFeO_3 , BFO) и мультиферроиков ($\text{PbFe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$, PFN) так же могут, иметь подходящие электрические свойства для применения в диэлектрических резонаторах. Одним из основных требований, предъявляемых к материалам таких устройств, является низкие электромагнитные потери в как можно более широком диапазоне частот.

В данной работе представлено сравнение резонансных и радиопоглощающих свойств цилиндрических образцов состава 0.5BFO-0.5PFN и диэлектрических резонаторов (ДР).

Образцы выполнены в форме цилиндров диаметром 12 мм и высотой 1 мм. Погрешность геометрических размеров всех образцов составляет не более 1% для диаметра и 3% для толщины.

Измерения проводились при помощи микрополосковой линии (МПЛ) и векторного анализатора цепей P9375A "Keysight". Применяемая методика измерений позволяет рассчитывать коэффициенты поглощения образцов определенной формы в определенном месте МПЛ и сравнивать различные составы между собой [2].

На рисунке 1 представлены усредненные результаты измерения S-параметров образцов исследования образцов исследуемого материала и ДР на основе BaTiO_3 , а также результаты расчета коэффициента поглощения.

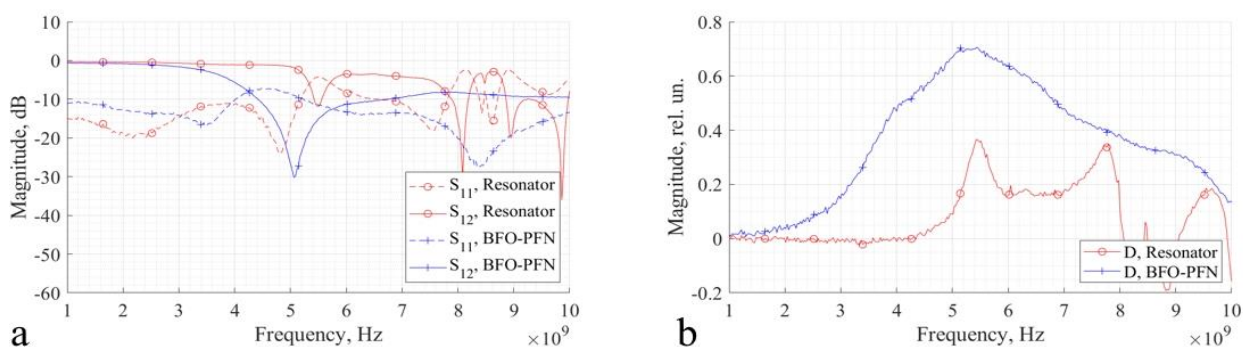


Рисунок 1 – зависимости S-параметров (а) и коэффициента поглощения (б) исследуемого состава (BFO-PFN) и диэлектрического резонатора (Resonator).

Резонансные минимумы образцов имеют большую интенсивность, чем минимум ДР, но большая ширина указывает на низкую добротность образцов исследуемого материала.

Коэффициент поглощения образцов в широком диапазоне частот около резонансного минимума составляет более 0,4, что так же ограничивает применение данных образцов в качестве СВЧ-резонаторов. Отрицательный коэффициент поглощения ДР в диапазоне 8-9 ГГц указывает на улучшение согласования МПЛ в этом диапазоне при наличии ДР.

Исследование показало перспективы применения BFO-PFN в СВЧ-устройствах. Высокая интенсивность резонанса открывает возможности для разработки ДР, однако требуется корректировка состава и геометрической формы образцов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № (0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ)).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tagantsev A. K. et al. Ferroelectric materials for microwave tunable applications //Journal of electroceramics. 2003. V. 11. No. 1. P. 5-66.
2. Сравнительная экспресс-оценка потерь энергии электромагнитного поля в электрически активных материалах с помощью микрополосковой линии / Рейзенкинд Я. А., Клещенков А. Б., Лерер А. М., Нойкин Ю. М. – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во Южного федерального ун-та. 2021. – 82 с.

Resonance and Absorbing Properties of BFO-PFN on a Microstrip Line in the Microwave Range

Astafev P.A.

*Research Institute of Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don
e-mail: l.6.e.9.w.4.a.9.p@yandex.ru*

Abstract – The resonance and radio-absorbing properties of cylindrical samples of composition $0.5\text{BiFeO}_3 - 0.5\text{PbFe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2}\text{O}_3$ have been studied. Samples of the required shape were prepared, mechanical processing was performed. The dependences of the S-parameters on frequency were measured and the dependence of the absorption coefficient on frequency was calculated. The obtained results are compared with the results of measurements of a dielectric resonator based on BaTiO_3 . It was found that the high intensity of resonant minima and the low quality factor make it possible to use this material in resonators or filters, while it is necessary to overcome a number of limitations.

Key words: microwave absorption, dielectric resonator, multiferroic.

УДК 537.531:535.33-34

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МИКРО-РСФА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Галатова А.О.

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону, Россия

С использованием лабораторного рентгеновского спектрометра M4 TORNADO (Bruker) методом микро-РСФА и математической статистики исследованы Mo/Si многослойные структуры (МСС), используемые в качестве отражателей (зеркал) в ультрадлинноволновой области (10-15 нм) рентгеновского излучения. Высказано предположение о возможности использования разработанной методики для анализа структуры и качества отражающей поверхности такого рода зеркал.

Ключевые слова: микро-РСФА, многослойные структуры, рентгеновская оптика, рентгеновская спектроскопия, микрокартирование поверхности.

Многослойные рентгеновские зеркала, обеспечивающие высокие коэффициенты отражения в широком диапазоне длин волн (10^{-2} - 10^2 нм), находят применение в различных областях науки, техники и технологий. Столь широкое распространение многослойных зеркал объясняется их особыми возможностями и высокой светосилой при больших углах падения, недостижимыми с другими оптическими элементами. В частности, будучи отражателями брэгговского типа, их, в отличие от кристаллов, можно изготавливать практически с любым периодом (аналог расстояния между кристаллическими плоскостями), тем самым охватывая широкий (четыре порядка величины) диапазон длин волн.

Исследования отражения рентгеновского излучения от слоисто-неоднородных сред играют особую роль в рентгеновской физике. Дело заключается в том, что большое число современных микро и нанотехнологий, используемых, например, в электронике, спинтронике, оптике, в значительной степени основывается на напылении пленочных и многослойных структур с толщиной отдельных слоев в единицы и даже доли нанометров. При такой толщине критическим фактором становится качество внутренней структуры пленок и границ разделов между ними. Дефекты структур даже ангстремного масштаба могут существенно ухудшить электрические или оптические параметры устройств и привести к исчезновению желаемых эффектов (например, квантово-размерных). Ясно, что в силу малой длины волны именно рентгеновское излучение является незаменимым инструментом для исследования и контроля внутренней структуры наноразмерных пленочных и многослойных покрытий.

Отметим, что многослойная рентгеновская оптика с периодами структур $d \approx 1-30$ нм является типичным изделием нанотехнологии. Проблема изготовления многослойных структур - дисперсионных элементов и изображающей оптики с периодами $d = 1-10$ нм при числе эффективно отражающих периодов $N = 50-100$, когда отклонение величины периода по глубине и в плоскости покрытия не должно превышать $\delta d \approx d/N \approx 1$ нм, является актуальной научной задачей.

В данной работе исследованы Mo/Si многослойные структуры (МСС), предназначенные для использования в качестве отражателей (зеркал) в ультрадлинноволновой области (10-15 нм) рентгеновского излучения. Наноразмерные периодические многослойные структуры - зеркала на основе Mo/Si - формировались методом постоянного магнетронного распыления и нанесения слоев на кристаллическую подложку Si(100). Толщины слоев Mo(dMo) и Si(dSi) лежат в диапазоне 6.93-7.15 нм, количество слоев составляет 50, общая толщина МСС составляет величину порядка 0.35 мкм. В процессе производства рентгеновских зеркал эти параметры оптимизировались, чтобы сделать максимальным коэффициент отражения при углах падения излучения 10-30 град, соответствующих условию Брэггов. Оптимизация предполагает максимальную эффективность (коэффициент отражения) для энергии рентгеновских квантов 8.04 эВ.

В данной работе на микрофлуоресцентном рентгеновском спектрометре M4 Tornado (BRUKER) методом "Area" были исследованы три образца МСС: RM-141, RM-186, RM-199. Анализ степени гомогенности проведен на основе экспериментально полученных распределений концентраций основных химических элементов (кремния и молибдена), а также интенсивности упругого рассеяния излучения Rh K α эмиссионной линии, являющейся характеристическим излучением анода рентгеновской трубки (РТ).

Данные картирования были использованы для анализа степени гомогенности образцов. Использован статистический метод сравнения двух выборочных дисперсий (распределение Фишера) и сравнение двух выборочных средних на основе t -критерия Стьюдента. Расчеты выполнены в среде "ORIGIN". Построены графики, иллюстрирующие зависимости количества точек на исследованной поверхности, имеющих одинаковые значения интенсивностей рентгеновской флуоресценции.

Рисунок 1 позволяет сравнить экспериментальные данные концентраций Si и Mo, полученных от левой (Left) и правой (Right) половин исследованной поверхности образца RM-141.

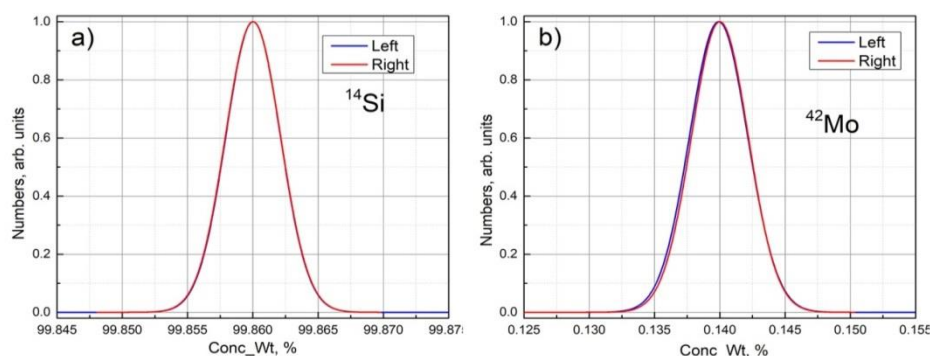


Рисунок 1 – Сравнение распределений весовых концентраций ^{14}Si и ^{42}Mo : левая (Left) и правая (Right) половины поверхности образца RM-141.

В таблице 1 собраны основные данные для образца RM-141 - статистический анализ весовых концентраций ^{14}Si и ^{42}Mo , образующих слоистую структуру. Для обеих половин образца измерены средние значения концентраций ($\bar{x}$), дисперсии (σ), рассчитаны параметры Фишера ($F_{\text{расч.}}$), Стьюдента ($t_{\text{расч.}}$), коэффициента корреляции (R), сделана оценка величины погрешности для среднего значения концентрации $\sigma/\bar{x} \cdot 100\%$.

Таблица 1 – Образец RM-141

Si	σ	$F_{\text{расч.}}$	$\bar{x}$	$t_{\text{расч.}}$	$t\sigma/\bar{x} \cdot 100\%$	R	Итог
Left	0.003	1.02	98.862	1.01	0.003	0.999	<u>homogeny</u>
Right	0.003		98.865		0.003		
Mo	σ	$F_{\text{расч.}}$	$\bar{x}$	$t_{\text{расч.}}$	$t\sigma/\bar{x} \cdot 100\%$	R	Итог
Left	0.003	1.10	0.138	0.93	1.9	0.999	<u>homogeny</u>
Right	0.003		0.146		1.9		

Представленные в таблице результаты расчетов свидетельствуют в пользу химической однородности слоистой структуры. Аналогичные результаты были получены для двух других образцов: RM-186, RM-199. Как известно, соотношение концентраций Si/Mo слоевых структур МСС, должно определять отражающие характеристики рентгеновских зеркал.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032) , (БА30110/20-3-07ИФ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асадчиков, В.Е. Рентгенооптические методы - полное внешнее отражение с учетом рассеяния и микроскопия - в анализе границ раздела конденсированных фаз: дис... д-ра физ.-мат. наук: 01.04.18 / Асадчиков Виктор Евгеньевич. - М., 2003. - 305 с.
2. Бузмаков, А.В. Рентгеновская микротомография с использованием увеличивающих рентгенооптических элементов: дис... канд. физ.-мат. наук: 01.04.07; 01.04.01 / Бузмаков Алексей Владимирович. - М., 2009. - 131 с.
3. Золотов, Д.А. Абсорбционная микротомография и топо-томография слабопоглощающих кристаллов с использованием лабораторных рентгеновских источников: дис... канд. физ.-мат. наук: 01.04.18 / Золотов Денис Александрович. - М., 2011. - 132 с.
4. Spiller, E., Soft X-ray Optics / E.Spiller. - Washington: SPIE Optical Engineering Press, 1994. - 280 p.

Micro-RSFA Study of the Distribution of Chemical Elements on the Surface of Multicomponent Materials

Galatova A.O.

Abstract – Using the laboratory X-ray spectrometer M4 TORNADO (Bruker), the Mo/Si multilayer structures (MSS) used as reflectors (mirrors) in the ultra-long wavelength region (10-15 nm) of X-ray radiation were studied by the method of micro-RSFA and mathematical statistics. It is suggested that the developed technique can be used to analyze the structure and quality of the reflecting surface of such mirrors.

Key words: micro-RSFA, multilayer structures, X-ray optics, X-ray spectroscopy, micro-mapping of the surface.

УДК 538.9

ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ СИСТЕМЫ (1-x)BiFeO₃ - x/2 PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ -x/2 PbFe_{2/3}W_{1/3}O₃

Глазунова Е.В., Шилкина Л.А., Вербенко И.А., Резниченко Л.А.

*Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета
г. Ростов-на-Дону, Россия*

Методом обычной твердофазной технологии получены твердые растворы (ТР) системы (1-x)BiFeO₃ - x/2PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ -x/2PbFe_{2/3}W_{1/3}O₃. Выявлено, возникновение морфотропного фазового перехода из ромбоэдрической в кубическую фазу в интервале $0.25 \leq x \leq 0.35$. На диэлектрических спектрах системы обнаружены релаксоподобные аномалии, связанные с возникновением Максвелл-Вагнеровской поляризации.

Ключевые слова: мультиферроики, твердые растворы, диэлектрические свойства, релаксорное поведение, Максвелл-Вагнеровская поляризация.

В настоящее время одной из наиболее интенсивно изучаемых областей материаловедения являются мультиферроики (материалы с сочетающие электрическое, магнитное и/или упругое упорядочения) [1]. Они привлекают к себе внимание благодаря широкому спектру возможных применений [2]. Феррит висмута (BFO), также, как и феррониобат (PFN) и ферровольфрамат свинца (PFW) являются представителями этого класса материалов и в настоящее время рассматривается в качестве основы для создания магнитоэлектрических устройств. Однако широкое использование этих материалов в промышленности ограничено рядом факторов. Так известно, что получение BFO в однофазном состоянии затруднено в связи с его нахождением на границе устойчивости перовскитных соединений [3]. Кроме того, наличие в указанных соединениях ионов переменной валентности ($\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$) и кислородных вакансий приводит к высокой электропроводности объектов. Несмотря на это создание твердых растворов (ТР) на основе вышеуказанных соединений позволяет стабилизировать структуру перовскита и улучшить свойства материалов.

Таким образом, актуальным представляется установление закономерностей фазообразования, формирования микроструктуры и диэлектрических откликов керамик системы (1-x)BiFeO₃ - x/2PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ -x/2PbFe_{2/3}W_{1/3}O₃.

Методом твердофазных реакций с последующим спеканием по обычной керамической технологии получены ТР тройной системы (1-x)BiFeO₃ - x/2PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ -x/2PbFe_{2/3}W_{1/3}O₃ ($0.05 \leq x \leq 0.50$, $\Delta x = 0.05$) в том числе с применением механоактивации. Рентгенографические исследования показали, что при комнатной температуре в исследуемой

системе возникает ряд фазовых переходов: при $0.05 \leq x < 0.25$ объекты имеют ромбоэдрически (Рэ) искаженную кристаллическую структуру, при $0.25 \leq x \leq 0.35$ происходит переход из ромбоэдрической фазы в кубическую через область их сосуществования, а при $x > 0.35$ объекты имеют кубическую кристаллическую структуру. Исследование микроструктуры показало, что спекание происходит в присутствии жидкой фазы, также наблюдается корреляция между рентгенографическими и микроструктурными данными. Переход в кубическую фазу приводит к уплотнению микроструктуры и увеличению ее однородности. Проведены исследования диэлектрических характеристик в широком диапазоне температур. Исследование диэлектрических характеристик показало, что исследуемые объекты демонстрируют релаксорное поведение, связанное с Максвелл-Вагнеровской поляризацией, вызванной накоплением кислородных вакансий в структуре за счет изменения степени окисления ионов с переменной валентностью. Также на зависимостях диэлектрических характеристик при $0.30 \leq x < 0.50$ обнаружена аномалия при $T=550-570$ °С, в зависимости от состава, которая может быть связана со структурными изменениями.

Заключение

Полученные данные целесообразно использовать при разработке новых материалов на основе мультиферроиков.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект №0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ) при использовании оборудования Центра коллективного пользования «Электромагнитные, электромеханические и тепловые свойства твердых тел» НИИ физики ЮФУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Aizu, R. Possible Species of Ferromagnetic, Ferroelectric, and Ferroelastic Crystals. // Phys.Rev. B – 1970. – V. 2. – P. 754-772.
2. Reznichenko, L. A. On the Prospects for Technical Applications of BiFeO₃. Compounds Substituted with Rare-Earth Elements / L. A. Reznichenko, A. B. Batdalov, I. A. Verbenko,; O. N. Razumovskaya, L.A. Shilkina, A. A. Amirov // Bulletin of the Lebedev Physics Institute. – 2010. – V. 37, № 1. – P. 16-17.
3. Фесенко, Е.Г. Семейство перовскита и сегнетоэлектричество. – Москва : Атомиздат, 1972. – 248 с.

The Phase Formation and Dielectric Properties of Solid Solutions in the (1-x)BiFeO₃ - x/2 PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ -x/2PbFe_{2/3}W_{1/3}O₃ System

Glazunova E.V.¹, Shilkina L.A., Verbenko I.A., Reznichenko L.A.

Research Institute of Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

¹*e-mail: kate93g@mail.ru*

Abstract – By the method of conventional solid-phase technology the solid solutions of the system (1-x)BiFeO₃ - x/2PbFe_{1/2}Nb_{1/2}O₃ -x/2PbFe_{2/3}W_{1/3}O₃ were obtained. The morphotropic phase transition in the interval $0.25 \leq x \leq 0.35$ was detected. On the dielectric spectra the relaxor anomalies, that deals with Maxwell-Wagner's polarization were detected.

Key words: multiferroics, solid solutions, dielectric properties, relaxor behavior, релаксорное поведение, Maxwell-Wagner's polarization.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ФЕРРИТА ВИСМУТА И ФЕРРО-НИОБАТА СВИНЦА

Жидель К.М.

Научно-исследовательский институт физики Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

В статье рассматриваются тонкие пленки на основе мультиферроиков – феррита висмута BiFeO_3 и ферро-ниобата свинца $\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$. Композитные тонкие пленки состава $0.5\text{BiFeO}_3\text{--}0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ наносят на подложку Si методом ВЧ-катодного напыления с использованием SrTiO_3 . Использование SrTiO_3 в качестве буферного слоя улучшило ориентацию роста перовскитной фазы пленок $0.5\text{BiFeO}_3\text{--}0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$. Детально изучены оптические свойства гетероструктуры $0.5\text{BiFeO}_3\text{--}0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3/\text{Si}$.

Ключевые слова: спектральная эллисометрия, тонкие пленки, оптические свойства, гетероструктура, мультиферроик.

В настоящее время мультиферроики, демонстрирующие в широком диапазоне температур одновременно сегнетоэлектрические, ферро- и антиферромагнитные свойства, представляют огромный интерес как с теоретической, так и с практической точек зрения [1–3]. Тонкие пленки на основе мультиферроидных материалов широко используются в нанoeлектронике, сенсорных системах и телекоммуникации [4–6]. Одним из таких материалов является твердый раствор $0.5\text{BiFeO}_3\text{--}0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$ (0.5BFO-0.5PFN).

В данной работе представлены результаты исследований оптических свойств поликристаллических пленок высокотемпературного мультиферроика 0.5BFO-0.5PFN/Si.

Многослойные пленки были выращены методом ВЧ-катодного распыления мишени состава 0.5BFO-0.5PFN в атмосфере кислорода на подложках Si p-типа ориентации (001), на которые предварительно был осажден слой титаната стронция SrTiO_3 (STO). Напыление дополнительного слоя STO необходимо для предотвращения влияния примесной фазы пироклора на функциональные слои структуры.

Для определения оптических параметров тонкопленочных структур нами были проведены спектральные исследования методом эллисометрии. Этот метод основан на изучении изменения состояния поляризации отраженного света после взаимодействия его с поверхностью границ раздела этих сред. Измерения проводились на спектральном эллисометре «ЭЛЛИПС-1991». ЭЛЛИПС-1991 создан на основе статической измерительной схемы. Описываемая установка позволяет проводить исследования в спектральном диапазоне 350–1000 нм с разрешением 2,5 нм. Спектральная зависимость эллисометрических параметров ψ и Δ снималась с шагом 2 нм при фиксированном угле падения света 65° . Для расчета показателя преломления n и коэффициента экстинкции k применялось встроенное программное обеспечение к ЭЛЛИПС-1991 «Спектроскан».

Предварительно были детально исследованы оптические свойства псевдоподложки STO/Si. Показано, что пленка STO/Si, полученная высокочастотным катодным распылением в атмосфере кислорода, содержит незначительное количество окисла кремния (SiO_2). В дальнейшем, это учитывалось при моделировании структуры.

Подобранная оптическая модель структуры (шероховатый слой–пленка–буферный слой–подложка) позволила достигнуть хорошего совпадения с экспериментальными данными по спектральным характеристикам ψ и Δ . Получены значения оптических констант слоев гетероструктуры и их толщины. Вычислены и приведены дисперсионные зависимости показателей преломления $n(\lambda)$ и коэффициента экстинкции $k(\lambda)$. Использование известных данных для оптических констант кристаллического кремния $p\text{-Si}$ и SiO_2 позволило оценить содержание каждого компонента системы в рамках модели эффективной среды Бруггемана.

Подгонка модели и экспериментальных данных выполнялась с использованием стандартного алгоритма Левенберга–Марквардта.

Настоящее исследование показывает, что, как и ожидалось, слой STO в пленках подвергается деформации и, таким образом, его физические свойства также были изменены. На примере структуры $0.5\text{BiFeO}_3\text{--}0.5\text{PbFe}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3/\text{SrTiO}_3/\text{Si}$ (001) показана возможность эффективного неразрушающего исследования морфологии границы раздела и поверхности слоистых систем методами спектральной эллипсометрии.

Полученные результаты целесообразно использовать при создании многофункциональных материалов и устройств на их основе.

Автор выражает благодарность научному руководителю, доктору физико-математических наук А.В. Павленко за оказанную помощь в проведении исследования.

Использовано оборудование ЦКП «Объединенный центр научно-технологического оборудования ЮНЦ РАН (исследование, разработка, апробация)».

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № (0852-2020-0032)/(БА30110/20-3-07ИФ)).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pan D.M., Zhou G.K., Zhi X.D, Hsu T., J. Yeh. Performance of nano-SiO₂-filled poly(ether ketone ketone) substrate for fifth-generation communication // *Journal of Elec. Materi.* 2021. V. 50. P. 5327.
2. Matavž A., Koželj P., Winkler M., Geirhos K., Lunkenheimer P., Bobnar V. Nanostructured multiferroic Pb(Zr,Ti)O–NiFeO thin-film composites // *Thin Sol. Films.* 2021. V. 732. P. 138740.
3. Li F., Yao M., Su Z., Chen J., Peng Y., Li Q., Yao X. Enhancement of breakdown strength of SrTiO₃/nano-SiO₂ composite film prepared by sol-gel technology // *Ceram. Int.* 2017. V. 43. Iss. 4. P. 3495.
4. Eisenbeiser K., Droopad R., Yu Z., Overgaard C., Kulik J., Finder J., Smith S.M., Voight S., Penunuri D. Crystalline oxide-based devices on silicon substrates // *J. Electron. Mater.* 2003. V. 32. No. 8. P. 868.
5. Cottier R.J., Steinle N.A., Currie D.A., Theodoropoulou N. Band gap tuning of epitaxial SrTiO_{3-δ}/Si(001) thin films through strain engineering // *Appl. Phys. Lett.* 2015. V. 107. P. 221601.
6. Bayrak T., Goldenberg E. Growth and characterization of nanocrystalline SrTiO_x films: room temperature deposition using RF sputtering system in a pure argon environment // *Mater. Res. Express.* 2017. V. 4. P. 055016.

Investigation of the Films Optical Properties Based on Bismuth Ferrite and Lead Ferro-Niobate

Zhidel K.M.

*Research Institute of Physics, Southern Federal University, Rostov-on-Don
e-mail: karinagidele@gmail.com*

Abstract – The article deals with the thin films based on multiferroic materials – bismuth ferrite BiFeO₃ and lead ferro-niobate PbFe_{0.5}Nb_{0.5}O₃. 0.5BiFeO₃–0.5PbFe_{0.5}Nb_{0.5}O₃ composite thin films are deposited on Si substrate by RF-cathode sputtering using SrTiO₃. The use of SrTiO₃ as buffer layers enhanced the orientation for the perovskite phase growth of the 0.5BiFeO₃–0.5PbFe_{0.5}Nb_{0.5}O₃ films. The optical properties of the 0.5BiFeO₃–0.5PbFe_{0.5}Nb_{0.5}O₃/Si heterostructure have been studied in detail.

Key words: spectral ellipsometry, thin films, optical properties, heterostructure, multiferroic.

ВЛИЯНИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ИСТОРИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ОБРАЗЦОВ НА ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРНЫХ СОСТОЯНИЙ LaMnO_3

Рудский Д.И., Вебер С.С.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

При твердофазном синтезе из стехиометрической смеси $\text{La}(\text{OH})_3$ и MnO_2 образование фазы LaMnO_3 проходит в интервале температур $400 < T < 1000$ °С. Использование прекурсоров, приготовленных влажными химическими методами, приводит к понижению температур образования перовскитовых фаз LaMnO_3 и сужению интервала температур: золь-гель прекурсор – $500 < T < 600$ °С; прекурсоры, полученные методом совместного осаждения и методом сорбции – при температурах $600 < T < 700$ °С и $700 < T < 800$ °С, соответственно. При комнатной температуре LaMnO_3 характеризуется орторомбической $Pnma$ и ромбоэдрической $R-3c$ фазами.

Ключевые слова – твердофазный синтез, сорбция, совместное осаждение, золь-гель, перовскит, LaMnO_3 , рентгеноструктурный анализ.

Из литературы известно, что LaMnO_3 , в основном характеризуется моноклинными и ромбоэдрическими фазами [1, 2]. При этом на структурное состояние LaMnO_3 оказывает влияние способ приготовления образцов и характеристики исходных прекурсоров. Чаще всего LaMnO_3 синтезируется методом твердофазных реакций из простых оксидов La_2O_3 и Mn_2O_3 . Также в литературе описаны следующие методы – низкотемпературный синтез с использованием механоактивации, взрывной синтез, синтез с пониженной гравитацией, влажные химические методы, [3–11].

Целью нашей работы являлось определение влияния термодинамической истории приготовления образцов на особенности структурных состояний LaMnO_3 . Для этого были приготовлены составы LaMnO_3 разными методами и из разных прекурсоров.

Манганит лантана LaMnO_3 приготовлен методом твердофазного синтеза из смеси гидроксида лантана $\text{La}(\text{OH})_3$ и оксида марганца (IV) MnO_2 непосредственно в температурной камере рентгеновского дифрактометра ДРОН-3М. Смесь медленно нагревали от 20 до 1180°С и пошаговой фиксации температуры и выдержкой при выбранных промежуточных температурах нагрева образца для получения рентгендифракционных профилей (рис. 1, а).

По аналогичной схеме методом твердофазного синтеза приготовлены образцы LaMnO_3 из прекурсоров, полученных методами сорбции, совместного осаждения и из золь-гель смесей. Далее порошки нагревали в камере дифрактометра от комнатной температуры до 900°С и при разных фиксированных температурах получали рентгендифракционные профили (рисунок 1, b-d).

Тщательный анализ рентгендифракционных профилей при разных температурах нагрева образцов показал, что при твердофазном синтезе из $\text{La}(\text{OH})_3$ и MnO_2 образование фазы LaMnO_3 проходит через образование стехиометрического $\text{LaMn}^{3+}\text{O}_3$ и нестехиометрического $\text{La}_{2/3}\text{Mn}^{4+}\text{O}_3$, о чем свидетельствуют и параметры образующихся фаз. Эти фазы при температурах порядка 1000 °С переходят в одну перовскитовую кубическую фазу. При комнатной температуре симметрия элементарной ячейки является орторомбической с пространственной группой $Pnma$ и параметрами ячейки $a_0 = 5,479$ (3), $b_0 = 7,763$ (4), $c_0 = 5,523$ (3) Å. Синтез из прекурсоров, приготовленных влажными методами, приводит к образованию однофазного LaMnO_3 , начиная с $T = 600$ °С (совместное осаждение и золь-гель методы), и с $T = 550$ °С (сорбция). При комнатной температуре симметрия элементарной ячейки является ромбоэдрической с пространственной группой $R-3c$ и средними параметрами ячейки в гексагональной установке $a_H = 5,506$ (3) и $c_H = 13,523$ (3) Å. Такие различия можно

связать с различными отклонениями от стехиометрии приготовленных разными методами составов LaMnO_3 .

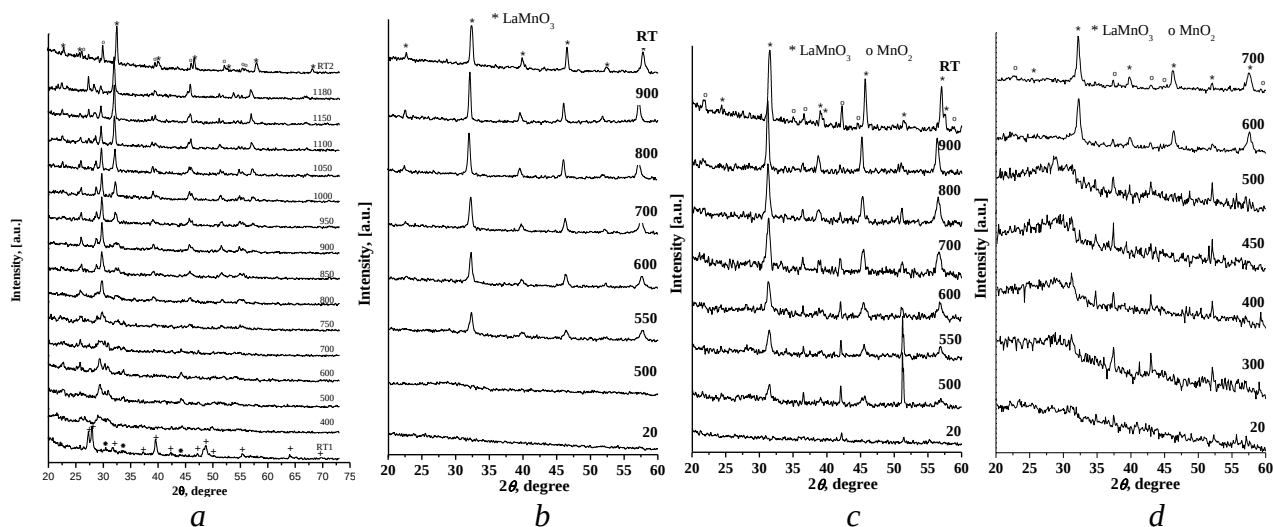


Рисунок 1 – Рентгендифракционные профили LaMnO_3 : а – метод твердофазного синтеза. + – $\text{La}(\text{OH})_3$; • – MnO_2 ; * – LaMnO_3 ; о – La_2O_3 ; RT1 – исходных прекурсоров при комнатной температуре; RT2 – дифракционный профиль образца после охлаждения до комнатной температуры; b-d – рентгендифракционные профили LaMnO_3 при разных температурах, из прекурсоров, приготовленных методами сорбции, совместного осаждения и из золь-гель смесей, соответственно

Проведенные исследования позволили определить влияние исходных прекурсоров на структурообразование LaMnO_3 при синтезах методами твердофазных реакций, сорбции, совместного осаждения и из золь-гель смесей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (Государственное задание в сфере научной деятельности научный проект № 0852-2020-0032), (БА30110/20-3-07ИФ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фесенко, Е.Г. Семейство перовскита и сегнетоэлектричество / Е.Г. Фесенко. – Москва : Атомиздат, 1972. – 248 с.
2. Александров, К.С. Фазовые переходы в кристаллах галоидных соединений ABX_3 / К.С. Александров, А.Т. Анистратов, Б.В. Безносиков, Н.В. Федосеева. – Новосибирск : Наука, 1981. – 266 с.
3. Huang, Q. Structure and magnetic order in undoped lanthanum manganite / Q. Huang, A. Santoro, J. W. Lynn, R. W. Erwin, J. A. Borchers, J. L. Peng, R. L. Greene // Phys. Rev. B. –1997. – Vol. 55. – 22. – P. 14987-14999.
4. Rudskaya, A.G. In Situ Studies of LaMnO_3 Phases Formation When used of Different Precursors, Online / A.G. Rudskaya, N.B. Kofanova, M.F. Kupriyanov // International Journal of Advanced Research in Chemical Science (IJARCS). – 2015. – V. 2. – N. 12. – P. 15–24.
5. Рудская, А.Г. Методы синтеза LaMnO_3 (ОБЗОР) / А.Г. Рудская, М.П. Власенко, С.В. Чаговец, А.В. Назаренко, П.Ю. Тесленко, Разумная А.Г., Кофанова Н.Б., Куприянов М.Ф. // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 25. – Вып. 2. – С. 78–91.
6. Rodriguez-Carvajal, J. Neutron-diffraction study of the Jahn-Teller transition in stoichiometric LaMnO_3 / J. Rodriguez-Carvajal, M. Hennion, F. Moussa, A.H. Moudden, L. Pinsard, A. Revcolevschi // Phys. Rev. B. – 1998. – V. 57. – N 6. – R3189–R3192.
7. Захвалинский, В.С. Получение и магнитные свойства $\text{LaMnO}_{3+\delta}$ ($\delta = 0-0.154$) / В.С. Захвалинский, R. Laiho, К.Г. Лисунов, Е. Lahderanta, П.А. Петренко, Ю.П. Степанов, I. Salminen, В.Н. Стамов // ФТТ. – 2006. – Т. 48. – Вып. 12. – С. 2175–2182.
8. Regaieg, Y. Rapid solid state synthesis by spark plasma sintering and magnetic properties of LaMnO_3 perovskite manganite / Y. Regaieg, G. Delaizir, F. Herbst, L. Sicard, J. Monnier, D. Montero, B. Villeroy, S. Ammar-Merah, A. Cheikhrouhou, C. Godart, M. Koubaa // Materials Letters. – 2012. – V. 80. – P. 195–198.
9. Sato, K. Mechanochemical synthesis of $\text{LaMnO}_{3+\delta}$ fine powder assisted with water vapor / K. Sato, J. Chaichanawong, H. Abe, M. Naito // Materials Letters. – 2006. – V. 60. – P. 1399–1402.
10. Daundkar, A. A low temperature route to prepare LaMnO_3 / A. Daundkar, S.N. Kale, S.P. Gokhale, V. Ravi // Materials Letters. – 2006. – V. 60. – P. 1213–1214.

11. Bernard, C. Hydrothermal synthesis of $\text{LaMnO}_{3+\delta}$: F.T.I.R. and W.A.X.S. investigations of the evolution from amorphous to crystallized powder / C. Bernard, B. Durand, M. Verelst, P. Lecante // Journal of Materials Science. – 2004. – V. 39. – P. 2821–2826.

Effects of the Thermodynamic History of Sample Preparation on the Features of the Structural States of LaMnO_3

Rudsky D.I.¹, Veber S.S.

Southern Federal University, Rostov-on-Don

¹*e-mail: rudskiy@sfedu.ru*

Abstract – In solid-phase synthesis from a stoichiometric mixture of $\text{La}(\text{OH})_3$ and MnO_2 , the formation of the LaMnO_3 phase occurs in the temperature range $400 < T < 1000$ °C. The use of precursors prepared by wet chemical methods leads to a decrease in the temperatures of formation of LaMnO_3 perovskite phases: sol-gel precursor – $500 < T < 600$ °C; precursors obtained by coprecipitation and sorption at temperatures of $600 < T < 700$ °C and $700 < T < 800$ °C, respectively. At room temperature, LaMnO_3 is characterized by orthorhombic *Pnma* and rhombohedral *R-3c* phases.

Key words: solid phase synthesis, sorption, coprecipitation, sol-gel, perovskite, LaMnO_3 , X-ray diffraction analysis.

СЕКЦИЯ

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ**

УДК 69.058

**ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА
ИЗМЕНЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ ВЫТЯЖНОЙ ТРУБЫ ГРАДИРНИ**

Лебедев В.Н., Игнатенко П.Н., Пимшин Ю.И., Постой Л.В.

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного
университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия*

Работа посвящена контролю геометрических характеристик оболочки вытяжной башни градирни. Рассмотрены методы контроля вертикальности осей, сдвига, кручения. Выявлено влияние внешних климатических факторов на оболочку градирни.

Ключевые слова: башенная испарительная градирня, вытяжная башня, кручение, сдвиг, контроль геометрии оболочки градирни.

Большинство крупных промышленных предприятий, для безопасного ведения технологических процессов которых необходимо охлаждение значительных объемов воды в оборотных системах, используют башенные градирни. Сооружение представляет собой возведенную поверх колоннады железобетонную оболочку, имеющую форму гиперболоида вращения (гипара). Устойчивость сооружения обеспечивается совместной работой фундаментов, колонн, а также вытяжной трубы градирни вытяжной башни.

Актуальность данной работы обусловлена сложностью контроля геометрических параметров башенной испарительной градирни при ее возведении и в процессе эксплуатации.

Целью данной работы является исследование влияния климатических факторов на возникновение и измерение деформаций вытяжной башни градирни.

При возведении вытяжной башни градирни следует определять отклонение от вертикали ее осей, величину кручения верхней части сооружения и опалубочного оборудования. В процессе строительства сооружения происходит монтаж самоподъемного опалубочного оборудования, домкратных рам, а так же кружал, неточность их установки может вызвать такие деформации как: сдвиг, кручение, отклонение от вертикальной оси сооружения. Возникновение таких деформаций приводит к отклонениям в положении и геометрических параметрах конструкций. В данной работе рассмотрены существующие методы контроля геометрических характеристик вытяжной башни испарительной градирни на этапе строительства [2].

Поскольку крен является наиболее характерным показателем деформации сооружения, основной целью геодезических работ, выполняемых при возведении вытяжной башни градирни, является обеспечение вертикальности оси сооружения. Контроль данной характеристики осуществляется посредством определения положения элементов опалубки или конструкций самого сооружения относительно системы геодезических плановых знаков, закрепленных в качестве опорной сети на исходном строительном горизонте. Наиболее оптимальным методом выполнения геодезических работ для выверки вертикальности оси сооружения в процессе строительства является метод проектирования. Он основан на передаче планового положения геодезических знаков на монтажный горизонт, от которых проводятся разбивочные геодезические работы и контрольные измерения. Перенос центров геодезического обоснования на монтажный горизонт производится путем наклонного или вертикального проектирования [1,3].

Кроме наклона вертикальной оси сооружения башенного типа могут испытывать кручение и сдвиг, вызванные влиянием внешних климатологических факторов. Для изучения

деформаций на зданиях фиксируют точки и определяют изменение их пространственного положения за определённый промежуток времени. Одним из методов контроля положения монтажного горизонта является наклонное проектирование (см. рис. 1) [1].

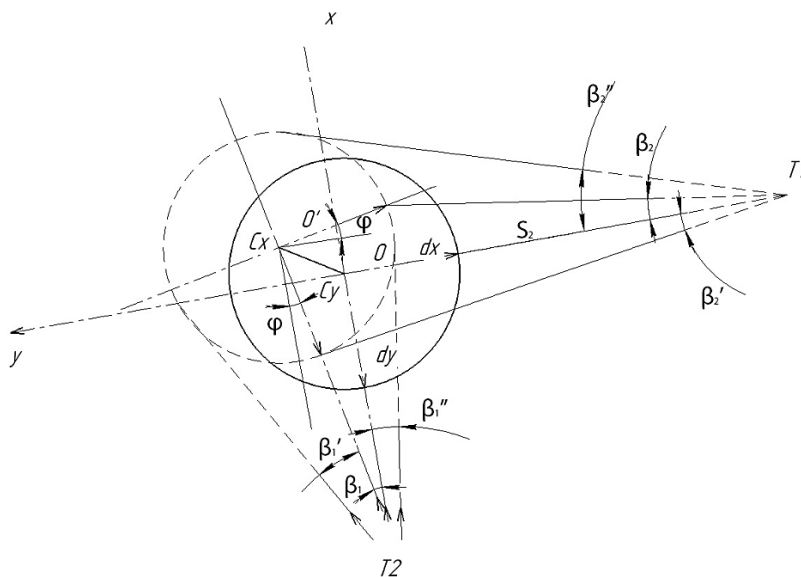


Рисунок 1 – Схема определения сдвига и кручения башни

Его выполняют с помощью теодолита визированием на марки, закрепленные с внешней стороны опалубки (см. рис. 2) [1].

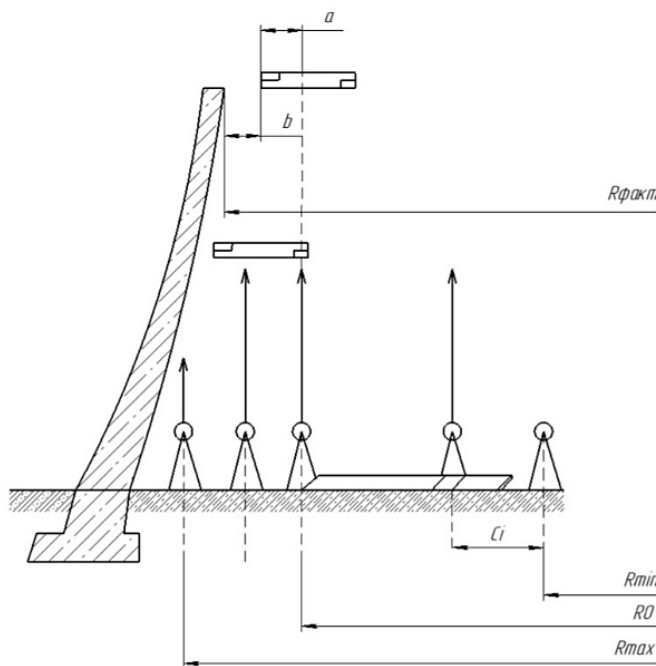


Рисунок 2 – Схема контроля положения опалубки с группы точек

Для определения составляющих смещения-сдвига и кручения с пунктов, закрепляющих взаимно перпендикулярные направления, измеряются горизонтальные углы между направлением на центр основания и направлениями на образующие сооружения или края опалубки, $\beta'_1, \beta''_1, \beta'_2, \beta''_2$ и углы между визирными марками на монтажном горизонте β_1, β_2 . Проекции общего смещения на направления линии визирования вычисляются по формулам 1 и 2:

$$C_x = \frac{S_2(\beta_2'' - \beta_2')}{2\rho}; \quad (1)$$

$$C_y = \frac{S_1(\beta_1'' - \beta_1')}{2\rho} \quad (2)$$

Величина общего сдвига определяется по формуле 3:

$$C = \sqrt{C_X^2 + C_Y^2} \quad (3)$$

В период строительства срок выполнения каждого цикла наблюдений определяется в зависимости от стадии строительства и степени нагрузки на основание. Помимо обеспечения высокой точности самих измерений необходимо в наибольшей мере ослабить или исключить влияние внешних условий, искажающих результаты измерений. К таким факторам относятся инсоляция, неравномерный нагрев сооружения в солнечные дни, воздействие на сооружение ветрового потока, рефракция. Для исключения влияния солнечной радиации на результат определения крена наблюдения следует производить в утренние часы до восхода солнца. [1]

Представленные выше методы контроля вертикальности и геометрии оболочки вытяжной трубы градирни обеспечивают необходимую точность измерений и мониторинга и являются наиболее оптимальными для применения в условиях производства строительных работ.

В ходе проведения исследования было определено влияние инсоляции на оболочку градирни, рассмотрены наиболее оптимальные методы контроля геометрии вытяжной трубы на этапе строительства. Проведен анализ деформаций оболочки градирни.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руководство по определению кренов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами/Центр н.-и. и проект.-эксперим.ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву Госстроя СССР. – М.: Стройиздат, 1981.56 с.
2. Определение кренов инженерных сооружений башенного типа [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.consultant.ru/document/> (дата обращения: 16.03.2022).
3. Конспект лекций по геодезии Base64. [Электронный ресурс]. – URL: <https://mgsu.ru/organizations/> (дата обращения: 10.03.2022).

Influence of External Climatic Factors on Changes in the Geometry of the Cooling Tower Exhaust Pipe

Lebedev V.N.¹, Ignatenko P.N.², Pimshin Y.I.³, Postoj L.V.⁴

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*e-mail: vastys@mail.ru*

²*e-mail: ignatenkopolina0808@g,mail.com*

³*e-mail: YIPimshin@yandex.ru*

⁴*e-mail: LVPostoj@mephi.ru*

Abstract – The research is devoted to the control of the geometric characteristics of the shell of the exhaust tower of the cooling tower at the construction stage. Methods for controlling the verticality of axes, shear, and torsion are considered. The influence of external factors on the accuracy of measurement results was revealed.

Key words: tower evaporative cooling tower, exhaust tower, roll, torsion, shear, geometry control of the cooling tower shell.

НОВЕЙШИЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ АУКСЕТИКИ

Игнатенко П.Н., Гейдарова А.Н.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Работа посвящена материалам с отрицательным коэффициентом Пуассона. Исследованы механические свойства ауксетиков. Рассмотрены существующие и предложены новые варианты использования данного материала в строительстве. Сделан вывод о практической и теоретической важности ауксетических материалов.

Ключевые слова: ауксетики, коэффициент Пуассона, деформация, кристаллическая решетка.

В современном строительстве важное место занимает создание конструкций из метаматериалов и композиционных материалов. Большое внимание уделяется, в частности, ауксетикам или материалам с отрицательным коэффициентом Пуассона. Целью данной работы является исследование физических и механических свойств ауксетических материалов.

Термин «ауксетик» происходит от греческого слова «αὐξητικός» (ауксетикос), что означает «стремящийся расширяться».

Отрицательное значение коэффициента Пуассона впервые было зарегистрировано для монокристалла железного колчедана, в конце 1920-х годов.

Макроскопические ауксетики [1] впервые были реализованы в 1982 году в виде рукотворных сотовых структур из силиконовой резины и алюминиевых сот. На сегодняшний день зарегистрировано примерно 400 кристаллов.

В чем же заключается уникальность ауксетических материалов? Как известно, упругие свойства изотропного материала характеризуются коэффициентом Пуассона (1) и модулем Юнга. Одна из механических характеристик ауксетиков, а именно коэффициент Пуассона является отрицательной. Данная характеристика зависит не от размеров и формы тела, а от природы материала, из которого изготовлен образец.

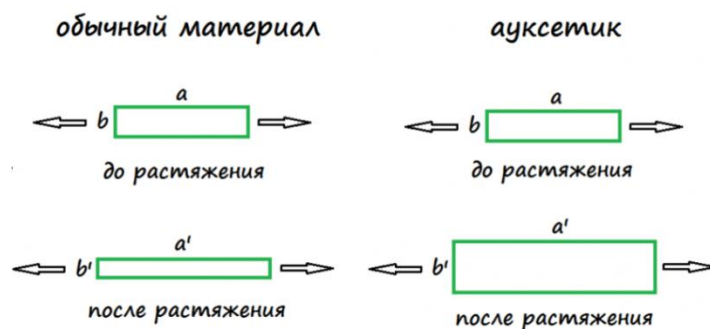
$$\mu = \frac{\varepsilon_{\text{попер}}}{\varepsilon_{\text{прод}}} \quad (1)$$

где $\varepsilon_{\text{попер}}$ — относительная поперечная деформация,

$\varepsilon_{\text{прод}}$ — относительная продольная деформация.

Рассмотрим поведение ауксетиков при продольном растяжении, indentификации и изгибе.

Подавляющее большинство строительных материалов при растяжении уменьшаются в поперечном сечении, ауксетики же увеличиваются (см. рис. 1).



Данное явление объясняется свойствами отдельных молекул, а также структурными особенностями материала на макроскопическом уровне. Необычные свойства материалов с отрицательным коэффициентом Пуассона заключаются в геометрии их структуры (см. рис. 2), в основе которой лежит шарниро-рычажный механизм. До начала нагружения структурные элементы ауксетика находятся в сложенном состоянии. При приложении растягивающего усилия кристаллическая решетка ауксетиков деформируется, тем самым, они увеличиваются в направлении, перпендикулярном приложенной нагрузке.

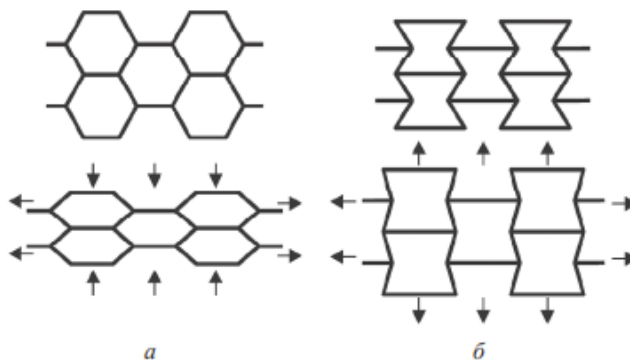


Рисунок 2 – Изменение структуры (а) обычного материала и (б) ауксетика при растяжении

На рисунке 4 показано, как по-разному реагирует (а) обычный материал и (б) ауксетик на индентирование. У обычного материала при приложении усилия в вертикальном направлении, происходит растяжение в горизонтальной плоскости. При той же нагрузке ауксетик собирается под индентором, тем самым повышается сопротивление его проникновению.

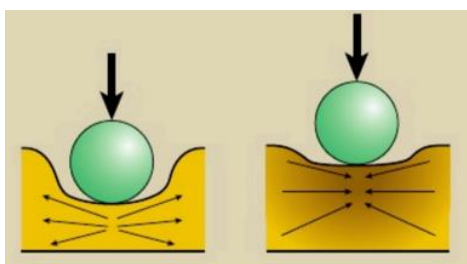


Рисунок 3 – Индентирование (а) обычного материала, (б) ауксетика

В настоящее время выделяют два типа материалов с отрицательным коэффициентом Пуассона. К первому типу относятся метаматериалы – материалы, аномальные свойства которых получаются за счет искусственно созданной структуры[3].

Благодаря свойству поглощать механическую энергию материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона применяются в противоударных и энергопоглощающих конструкциях [2].

Крепления с добавлением ауксетиков имеют большую долговечность, поскольку при растяжении они не оставляют зазоров между деталями и не истончаются.

В ходе работы были исследованы уникальные свойства материалов с отрицательным коэффициентом Пуассона, проанализировано поведение образцов из ауксетиков под действием различных нагрузок. Сделаны выводы о возможности применения ауксетичных материалов в строительной отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ауксетики [Электронный ресурс]. – URL: <http://tm.spbstu.ru/> (дата обращения: 15.03.2022).
2. Энергопоглощающая панель для сейсмозащиты сооружений [Электронный ресурс]. – URL: <https://pandia.ru/text/> (дата обращения: 15.03.2022).

3. Ауксетичные материалы [Электронный ресурс]. – URL: <https://extxe.com/12935/auksetichnye-materialy/> (дата обращения: 15.03.2022).
4. Материалы с отрицательным коэффициентом Пуассона [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.itp.ac.ru/ru/news/science-news/132/> (дата обращения: 15.03.2022).

Latest Auxetic Building Material

Ignatenko P.N.¹, Geydarova A.N.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹ e-mail: ignatenkopolina0808@gmail.com

Abstract – The research is developed to materials with negative Poisson's ratio. The mechanical propities of auxetics have been studied. The exiting and proposed new options for the use of this material in construction are considered. A conclusion is made about the practical and theoretical importance of auxetic materials.

Key words: programming, micro server, power control, measurement, arduino.auxetics, Poisson's ratio, deformation, crystal lattice.

УДК 69.04

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕДИНЁННОЙ НАСОСНОЙ СТАНЦИИ

Банькина А.Э., Ткачев В.Г.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

При возведении зданий наиболее важными показателями являются трудозатраты, экономическая целесообразность применения новых материалов и технологий, условия возведения фундаментов на различных видах почв и в климатических зонах. Одним из наиболее технологичных способов устройства фундаментов являются свайные фундаменты. В данной работе рассматривается возможность применения свайного фундамента с монолитным ростверком в качестве одного из вариантов видов фундаментов объединённой насосной станции с целью повышения экономичности и технологическими возможностями возведения фундамента в условиях скальных грунтов.

Ключевые слова: объединённая насосная станция, организационно-технологические решения, фундамент, свайный фундамент с монолитным ростверком, производительность труда.

Объединённая насосная станция (ОНС) запроектирована как промышленное здание с размерами в плане 15,000×27,000 м; высота здания 20,050 м; по конструктивной схеме – каркасное.

В качестве трех вариантов конструктивных решений объединённой насосной станции (ОНС) анализируются 3 вида фундаментов: плитный фундамент, ленточный фундамент, свайный фундамент с монолитным ростверком. Наиболее предпочтительным из представленных вариантов является свайный фундамент с монолитным ростверком, так как практически отсутствуют недостатки у данного типа фундамента.

В качестве организационно-технологических решений разработана технологическая карта на устройство свайного фундамента с монолитным ростверком. Одним из эффективных путей ускорения строительства и снижения его стоимости является применение свайных

фундаментов. Практика показывает, что свайные технологии позволяют сократить объем земляных работ на 75–95%, бетонных – на 30–55%, а трудоемкость работ нулевого цикла – в 1,5–2 раза, что снижает стоимость фундаментов на 15–25%. Кроме того, применение свайных фундаментов является большим резервом для повышения производительности труда в 1,5–2 раза и, в конечном итоге, для сокращения общих сроков строительства.

Техническая новизна заключается в быстром монтаже фундамента выбранного типа; высокой устойчивости к разнонаправленным нагрузкам: продольным, поперечным и комбинированным; долговечности и высоком запасе прочности, сейсмической устойчивости.

Таким образом, произведен анализ трех вариантов фундамента, в результате чего выбран свайный фундамент с монолитным ростверком, который является наиболее целесообразным из рассматриваемых типов фундамента. Данный вид фундамента обладает ресурсосберегающими технологиями, обеспечивает экономию энергетических, материально-технических и трудовых ресурсов, а также позволяет выполнить устройство на любом типе почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные единичные расценки ФЕР-2020[Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Режим доступа: URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php>(дата обращения: 18.03.2022);
2. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр "Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2020 N 59986) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Режим доступа: URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/74851/>(дата обращения: 18.03.2022).

Development of Organizational and Technological Solutions for the Construction of a Combined Pumping Station

Bankina A.E.¹, Tkachev V.G.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: Altana.ban1602@yandex.ru,*

²*e-mail: VITikafSP@mephi.ru*

Abstract – In the construction of buildings, the most important indicators are labor costs, the economic feasibility of using new materials and technologies, the conditions for the construction of foundations on various types of soils and in climatic zones. One of the most technologically advanced ways of building foundations are pile foundations. This paper considers the possibility of using a pile foundation with a monolithic grillage as one of the variants of the types of foundations of a combined pumping station for the purpose of cost-effectiveness and technological capabilities of foundation construction in conditions of rocky soils.

Key words: combined pumping station, organizational and technological solutions, foundation, pile foundation with monolithic grillage, labor productivity.

ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕТОННОГО ЛОМА, ПОЛУЧАЕМОГО В РЕЗУЛЬТАТЕ ДЕМОНТАЖА ОБЪЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Давтян А.Р., Нахабов А.В.

НИЯУ МИФИ, г. Москва, Россия

Цель работы – путем расчетной оценки проанализировать методы обращения и утилизации низкоактивных радиоактивных отходов (НАО), а также проведение испытаний образцов из вторичных бетонов. Вторичные бетоны имитируют физико-механическую работу бетона класса очень низкоактивных радиоактивных отходов (ОНАО), данные исследования являются частью обоснования метода вторичного применения бетона, полученного в результате демонтажа объектов использования атомной энергии (ОИАЭ).

Ключевые слова: вторичное использование бетона, обращение с НАО и ОНАО, оценка радиоактивного воздействия, вывод из эксплуатации, лабораторные испытания.

Объектом исследований данной работы является обоснование методики вторичного использования бетонного лома, получаемого в результате демонтажа ОИАЭ.

Предмет исследования – научное и экспериментальное обоснование использования бетонного лома получаемого в результате демонтажа.

Методологической основой в работе выступают консервативные расчеты, опирающиеся на полуэмпирические формулы нормативной документации в сфере атомной энергетики, а также проведенные лабораторные испытания в сертифицированной лаборатории.

Практическая значимость результатов работы состоит в том, что данная идея несет пользу для всей атомной отрасли, в рамках вывода из эксплуатации ОИАЭ из эксплуатации, и обращения с НАО и ОНАО полученных в результате демонтажа.

Экономическая эффективность работы обусловлена тем, что отходы НАО и ОНАО являются самыми объемными из всего количества отходов разного класса. Снижению объемов отходов выше сказанного класса, а так их повторное использование, значительно снизит стоимость вывода из эксплуатации ОИАЭ.

В связи с этим как научный, так и практический интерес представляет изучение пространственного распределения продуктов активации материалов во время работ по демонтажу и перегрузочным работам. В связи с этим, был проведен расчет выхода пыли в процессе обращения с материалами демонтажа, её концентрация и активность в процессе работы с ним.

Опираясь на полученные результаты расчетных оценок, определено предельное годовое поступление (ППП), которое получает человек. Соотнесение полученных оценок с ограничениями (критериями приемлемости) приведенными в (НРБ-99/2009 приложения 2) [1], показывает отсутствие переоблучения персонала и населения. Этот факт допускает использование подобного рода бетон для вторичного строительства.

Научно обоснована и экспериментально подтверждена возможность изготовления бетонов заданного класса с нормативным расходом пуццоланового портландцемента из бетонных смесей, содержащих в качестве наполнителей ж/б отходы демонтажа ОИАЭ без их предварительного рассева на пылевую, песчаную и щебеночные фракции, что обеспечивается введением в бетонную смесь силиката натрия так же механохимической активацией бетонных смесей, заключающейся в предварительном сухом перемешивании инертных заполнителей и поэтапном введении компонентов добавки с частями воды затворения.

В рамках выполнения научно-исследовательской работы выполнены лабораторные испытания для определения физико-механических характеристик бетонного лома, который появляется в результате демонтажа ОИАЭ. На основе результатов выполненных

лабораторных испытаний, подтверждена обоснованность и целесообразность применения данного типа бетона как конструктивного материала.

Испытания образцов выполнены согласно ГОСТ 10180-2012 [2]. Настоящий стандарт распространяется на бетоны всех видов по ГОСТ 25192 [3], применяемые во всех областях строительства, и устанавливает методы определения предела прочности бетонов на сжатие, осевое растяжение, растяжение при раскалывании и растяжение при изгибе путем разрушающих кратковременных статических испытаний специально изготовленных контрольных образцов бетона.

В ходе экспериментальных работ нами было изготовлено 3 образца с разными составами, образец первого состава является контрольным и имел классический состав бетона. У каждого из образцов имелся свой состав со своими значениями, указанными в таблице 1.

Таблица 1 – Состав смеси образцов

№ обр.	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень/бой бетона, кг	Вода, мл	Фибра, гр	Добавка, мл	В/Ц	Прочность на сжатие МПа 28 суток
1	1,500	3,450	2,700/-	790	-	-	0,5	19,8
2	1,500	3,450	-/2,700	790	-	-	0,5	16,9
3	1,500	3,450	-/2,700	620	17	200	0,54	20,17

Испытания показали, что бетоны с заполнителем, изготовленным из вторичного бетона по своим физико-механическим свойствам не уступают обычным бетонам. Введение в состав бетонной смеси добавок в виде силиката натрия позволяет существенно поднять показатели прочности бетона. Достоверность результатов, основных научных положений и выводов обоснована применением комплекса физико-механических методов анализа в соответствии с требованиями стандартов и научных методик. Результаты не противоречат общепринятым теоретическим положениям. Научно-практические рекомендации подтверждены результатами лабораторных испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009 Санитарные правила и нормативы СанПиН 2.6.1.2523-09.
2. ГОСТ 10180-2012 Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.
3. ГОСТ 25192-2012 Бетоны. Классификация и общие технические требования.
4. В.Б. Дубровский, П.А. Лавданский, Б.К. Пергаменщик, В.Н. Соловьев. Радиационная стойкость материалов. М., Атомиздат, 1973, 264 с.
5. Ho, H.-J., Iizuka, A., & Shibata, E. (2020). Chemical recycling and use of various types of concrete waste: a review. *Journal of Cleaner Production*, 124785.
6. Rahman, M. T., Mohajerani, A., & Giustozzi, F. (2020). Recycling of Waste Materials for Asphalt Concrete and Bitumen: A Review.

Use of Concrete Scrap Obtained as a Result of Dismantling of Nuclear Power Facilities

Davtyan A.R.¹, Nakhabov A.V.²

MEPhI Research Institute, Moscow

¹*e-mail: arsen.davtian2011@yandex.ru,*

²*e-mail: AVNakhabov@mephi.ru*

Abstract – The purpose of the work is to analyze methods of handling and disposal of low-level radioactive waste, as well as testing samples from secondary concrete, by means of a calculated assessment. Secondary concretes imitate the physical and mechanical work of concrete of the class of very low-level radioactive waste, these studies are part of the justification of the method of secondary use of concrete obtained as a result of the dismantling of nuclear energy facilities.

Key words: secondary use of concrete, treatment of LRW and VLRW, assessment of radioactive exposure, decommissioning, laboratory tests.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАСТВОРОВ, СОДЕРЖАЩИХ МЕТАНОТРОФНЫЕ БАКТЕРИИ, ДЛЯ СНИЖЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ МЕТАНА В КРИОЛИТОЗОНЕ МЕТОДОМ ИНЪЕКТИРОВАНИЯ

Постой Л.В., Тетерина А.А., Гулякина В.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В условиях изменения температурного баланса крайнего севера, существует проблема растепления вечномерзлых грунтов, в результате чего выделяется метан, который оказывает ещё большее влияние на повышение температуры. В связи с этим снижается эксплуатационная пригодность оснований и фундаментов. В рамках работы разработана технология производства работ на утилизацию метана, посредством инъектирования метанопоглощающих бактерий в толщу грунта.

Ключевые слова: метан, гидрат метана, метаногидрат, растепление грунтов, нагревание метана, парообразующие газы, состав вечномерзлого грунта, метанотрофные бактерии, инъектирование, усиление фундаментов, *Pseudomonas methanica*, *Methylococcus capsulatus* ВКПМ В-13479, штаммы бактерий.

В настоящее время глобальное потепление является объектом обсуждения среди политиков, экологов и других неравнодушных людей во всем мире, в частности и в России. Актуальность данной темы возрастает с каждым годом, если в середине XX века изменение климата, связанное с глобальным потеплением, имело статус только угрозы, то сейчас оно переросло в настоящую проблему. Вследствие повышения температуры в атмосфере, происходит растепление вечномерзлых грунтов.

Для России вопрос о таянии многолетней мерзлоты особенно актуален, ведь из 17,125 млн км² территории страны, около 10 млн км² приходится на вечную мерзлоту, а это более 60% всей площади территории. Процесс растепления оказывает существенное влияние на снижение несущей способности оснований и фундаментов зданий и сооружений. Таким образом, подстилающий слой грунта теряет свою эксплуатационную пригодность, что приводит к деформациям конструкций.

Целью работы является исследование влияния метана на свойства и состав подстилающего слоя, разработка типовой технологической карты (ТТК) на утилизацию метана, посредством инъектирования метанопоглощающих бактерий в толщу грунта. Предметом изучения являются методы снижения концентрации метана в породе. В качестве объекта исследования принята криолитозона, в частности слой многолетних мерзлых пород, представленный на рисунке 1.

Основные задачи работы – определение влияния метана на изменение температурного баланса и климата; изучение свойств метана; характер поведения метана при условиях повышения температуры, взаимодействие (химическая реакция) метана с кислородом, водой и другими элементами, входящими в состав породы, изучение способов утилизации.

Один из основных компонентов составной части вечномерзлых пород, в дополнение к трем компонентам, которые образуют талые грунты, это лед. Вечномерзлые грунты – это четырехкомпонентная (четырёхфазная) система, которая содержит твердые частицы, незамерзшую воду, воздух или иной газ и лед (пластичное тело).

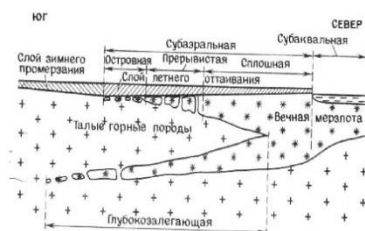


Рисунок 1 – Разрез толщи вечной мерзлоты

Исходя из испытаний и исследований Н.А. Цытович в 1945 г. предложил один из основных принципов механики мерзлых грунтов. «Количество, состав и свойства незамерзшей воды и льда, содержащихся в мерзлых грунтах, не остаются постоянными, а изменяются с изменением внешних воздействий, находясь в динамическом равновесии с последними».

Данный принцип создает зависимость между количеством незамерзшей воды и его температурой. Также было установлено, что количество воды в грунте зависит от давления. Если увеличивается давление, то увеличивается и количество воды, а содержание льда при этом уменьшается и наоборот.

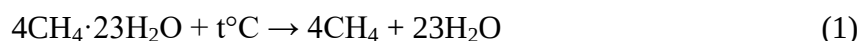
Так как вечномерзлые грунты это четырехкомпонентная система, то их состояние, свойства и содержание тех или иных компонентов определяется на основе четырех основных характеристик:

- плотность (объемная масса) мерзлого грунта ρ_f ненарушенной (природной) структуры;
- плотность (объемная масса) твердых частиц грунта ρ_s (плотность воды принимается равной 1 т/м^3 , плотность льда – $0,9 \text{ т/м}^3$);
- суммарная весовая влажность мерзлого грунта ω_{tot} , зависящая от содержания воды и льда;
- количество (весовое содержание) незамерзшей воды ω_w при температуре природного залегания грунта [1].

Как было сказано выше, в состав многолетней мерзлоты входит газ. В большинстве случаев, этим газом является метан. В отношении к пластам многолетнемерзлых пород (ММП) метан залегает в виде гидратов, которые располагаются в двух местах:

- ниже подошвы ММП при повышенном давлении и низких температурах (подмерзлотные гидраты метана);
- внутри мерзлоты при отрицательных температурах и невысоком давлении (внутримерзлотные гидраты метана).

Гидрат метана (ГМ) ($\text{CH}_4 \cdot 5,75\text{H}_2\text{O}$ или $4\text{CH}_4 \cdot 23\text{H}_2\text{O}$) – супрамолекулярное кристаллическое соединение метана с водой. Плотность ГМ ниже плотности воды и льда. Метангидрат устойчив к низким температурам и повышенному давлению. При повышении температуры ГМ легко распадаются на метан и воду, формула 1:



Метан, CH_4 – простейший предельный углеводород, органическое вещество класса алканов, не имеет вкуса и запаха, легкий, бесцветный, нерастворим в воде и не смешивается с ней, пожаро- и взрывоопасен.

Так как метан является парообразующим газом, то его влияние на температурный режим, баланс и климат в целом очень велико. Воздействие метана на парниковый эффект составляет 4-9%. Парниковое воздействие метана на атмосферу в 20 раз сильнее, чем эквивалентное количество CO_2 . Таким образом, существует необходимость сбора и утилизации метана.

В ходе исследования, сбора и анализа информации было выявлено, что некоторые экосистемы являются средой обитания метанопоглощающих бактерий. Метанотрофы (метанокисляющие бактерии) – уникальные биологические системы, которые используют метан в качестве единственного источника углерода и энергии. Они способны к активной жизнедеятельности при экстремальных условиях. Известны различные штаммы бактерий, относящиеся к различным видам метанокисляющих бактерий, например, штаммы рода *Pseudomonas methanica*, *Methylococcus capsulatus* ВКМ В-2116, *Methylocystis parvus* ВКМ В-2129, *Methylosinus sporium* ВКМ В-2123, *Methylobacter acidophilus*, *Methylomonas rubra* ВСБ-90, *Methylococcus capsulatus* ВСБ-874, *Methylococcus capsulatus* ВКПМ В-13479, *Methylomonas methanica*, *Methylomonas agile*. Эти штаммы характеризуются различными скоростями роста и выходом биомассы [2].

Проведя анализ условий существования штаммов рода *Pseudomonas methanica*, было

принято решение использовать штамм *Methylococcus capsulatus* ВКПМ В-13479. Данная культура бактерий обладает следующими преимуществами:

- высокая скорость роста ($0,27\text{ч}^{-1}$) в метано-воздушной сфере;
- рост на питательных средах с меньшим содержанием минеральных компонентов питания (по сравнению с прототипами) без снижения ростовых характеристик и продуктивности процесса;
- устойчивость к агрессивной среде без снижения скорости роста.

В процессе окисления метана метанотрофы вырабатывают углекислый газ, который является источником жизнедеятельности фотосинтезирующих растений. Следовательно, они могут быть использованы в качестве одного из методов утилизации метана. Исходя из вышеизложенного, предлагается инъектировать раствор, содержащий бактерии, в основания.

Процесс инъектирования грунтов состоит из следующих технологических этапов.



*Примечание. Описание капсулы: имеет форму сферы, диаметр – 10-20мм, толщина стенки – 5-7мм, материал – жидкое стекло. Содержание капсулы: питательная среда ((NH_4) $_2$ SO $_4$, KH $_2$ PO $_4$, NH $_4$ CL, MgSO $_4$ *7H $_2$ O, CaCl $_2$, FeSO $_4$ *7H $_2$ O, глюкоза, раствор микроэлементов, вода), штамм бактерий. При усадке бетона, под действием внутренних напряжений, капсула испытывает сжатие, в результате чего нарушается ее целостность. По

трещинам в теле бетона, образовавшимся вследствие усадки, происходит движение содержимого капсулы из зоны низкого содержания метана в зону более высокого содержания.

** Примечание. Конструкция сваи: материал – легированная сталь 09Х16Н4Б (ЭП56) [3], устойчивая к коррозии; диаметр 150-200мм; полая внутри; толщина стенки – 15-20мм; перфорирована на 1/3 длины от острия; диаметр перфорационного отверстия – 3-4мм; шаг перфорации – 50мм; длина сваи определяется расчетом, исходя из геологических условий.

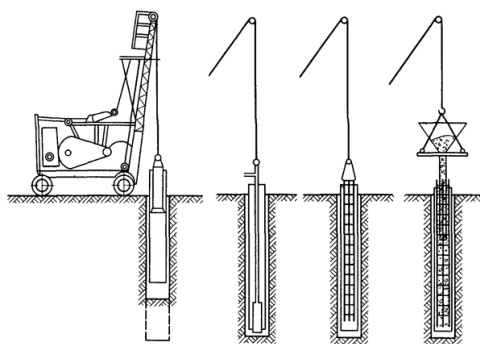


Рисунок 2 – Схема технологии без повторного инъектирования

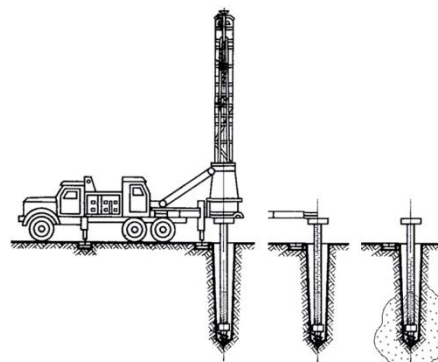


Рисунок 3 – Схема технологии с повторным инъектированием

В ходе исследования определено влияние метана на климат и температурный баланс атмосферы, выявлено существование метанокисляющих бактерий, способных поглощать метан, высвободившийся в процессе растепления грунтов. В результате работы проведено исследование о возможности утилизации метана из толщ грунта, посредством инъектирования метанопоглощающими бактериями, разработана типовая технологическая карта на процесс инъектирования, разработана уникальная конструкция сваи. Также предложено три варианта инъектирования раствора с одновременным укреплением грунтов оснований зданий и сооружений, расположенных в зоне распространения вечномёрзлых пород, но с различным количеством инъекций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник мастера-строителя для работ в Северной строительной-климатической зоне / Б. И. Березовский, И. А. Либерман, В. С. Неклюдов, Ю. О. Таргулян, - Л., Стройиздат, 1986
2. Штамм метанокисляющих бактерий *Methylococcus capsulatus* ГБС-15 для получения микробной белковой массы [Текст]: пат. 2613365 Рос. Федерация: МПК C12N1/20 A23K10/10 C 16/03/2017
3. ГОСТ 5632-2014 «Межгосударственный стандарт нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные»

Study of the Possibility of Application of Solutions Containing Methanotrophic Bacteria to Decrease the Content of Methane in the Cryolithozone by the Method of Injection

Postoj L.V.¹, Teterina A.A.², Gulyakina V.V.³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: LVPostoj@mephi.ru,*

²*e-mail: anastasiya.teterina.99@mail.ru,*

³*e-mail: veragulyakina1925@gmail.com*

Abstract – In the conditions of changing temperature balance in the Far North, there is a problem of thawing of permafrost soils, as a result of which methane is released, which has an even greater effect on temperature increase. In this regard, the operational suitability of bases and foundations is reduced. As part of the work, a technology has been developed for the production of works for the utilization of methane by injecting methane-absorbing bacteria into the soil.

Key words: methane, methane hydrate, methane hydrate, soil thawing, methane heating, vaporizing gases, permafrost soil composition, methanotrophic bacteria, injection, foundation strengthening, *Pseudomonas methanica*, *Methylococcus capsulatus* VKPM V-13479, bacterial strains.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО БЫСТРОТВЕРДЕЮЩЕГО БЕТОНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ БАШНИ РЕВИЗИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Раужина Е.А., Постой Л.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

При возведении зданий наиболее важными показателями являются трудозатраты, сроки возведения зданий и экономическая целесообразность применения новых материалов и технологий. Одним из наиболее технологичных способов возведения зданий являются технологии монолитного бетонирования. В данной работе рассматривается возможность применения высокопрочного быстротвердеющего бетона в качестве одного из вариантов конструкций покрытия башни ревизии трансформаторов с целью сокращения сроков строительства.

Ключевые слова: башня ревизии трансформаторов, исследование конструктивных решений покрытия, высокопрочный быстротвердеющий бетон, экономическая целесообразность, трудоемкость, сроки строительства.

Башня ревизии трансформаторов (БРТ) запроектирована со смешанным каркасом, состоящим из двух строительных объемов, с железобетонным каркасом и стальным каркасом размером 24х18м, высотой 27,3 м. В промышленном здании БРТ запроектирован мостовой кран грузоподъемностью 50 т.

В качестве трех вариантов конструктивных решений башни ревизии трансформаторов (БРТ) анализируются: покрытия из сборных плит, покрытия из монолитных плит с применением обычного бетона, покрытия из монолитных плит с применением высокопрочного быстротвердеющего бетона. Наиболее предпочтительным из представленных вариантов является монолитный высокопрочный быстротвердеющий бетон, так как практически отсутствуют недостатки у данного строительного материала.

В качестве организационно-технологических решений разработана технологическая карта на устройство покрытия из сборных железобетонных плит. При устройстве данного покрытия работы выполняются бригадой из 10 человек продолжительностью 12 дней. Также разработана технологическая карта на устройство монолитного покрытия с применением высокопрочного быстротвердеющего бетона. При устройстве монолитного покрытия с применением высокопрочного быстротвердеющего бетона работы выполняются бригадой из 12 человек продолжительностью 6 дней. Анализ технологических карт показывает, что наиболее целесообразным для такого объекта, как башня ревизии трансформаторов, является монолитное покрытие из высокопрочного быстротвердеющего бетона.

Техническая новизна состоит в применении бетонов на основе высокопрочных быстротвердеющих цементов (БТЦ). Благодаря составу и особенностям производства в высокопрочном БТЦ происходит ускоренная гидратация, что значительно сокращает срок набора прочности и полного цикла затвердевания смеси. Основное отличие высокопрочного быстротвердеющего цемента от обычного заключается в повышенном содержании трехкальциевого силиката в составе, который и способствует быстрому набору прочности в период начального твердения. За трое суток твердения высокопрочный быстротвердеющий бетон набирает 70% марочной прочности, что быстрее в 5 раз по сравнению со сроком набора прочности обычного бетона класса В30.

Применение высокопрочного быстротвердеющего цемента позволяет в среднем в 5 раз снизить сроки строительства, и, как следствие, снизить трудоемкость почти в два раза.

Выполнены локальные сметные расчеты для рассматриваемых вариантов конструкций покрытия. Расчет проводился с использованием программного комплекса Гранд-Смета версия

2021.2 [2]. Анализ результатов экономических расчетов показал, что наиболее эффективными являются покрытия из монолитного железобетона с применением высокопрочного БТЦ. Экономия составила 25%.

Разработаны конструктивные решения здания, выполнен теплотехнический расчет ограждающей конструкции покрытия. Требование по теплоизоляции выполняется.

Таким образом, произведен анализ трех вариантов конструкций покрытия, в результате чего выбрано монолитное железобетонное покрытие из высокопрочного быстротвердеющего бетона, разработаны технологические карты (на монтаж сборного покрытия, на устройство монолитного покрытия БРТ из обычного бетона класса В30, на устройство монолитного покрытия из высокопрочного быстротвердеющего бетона, исследована возможность применения высокопрочного быстротвердеющего бетона в покрытиях промышленного здания, произведены локальные сметные расчеты на три варианта покрытий БРТ, разработаны объемно-планировочные, конструктивные решения здания, выполнен теплотехнический расчет покрытия БРТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральные единичные расценки ФЕР-2020[Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Режим доступа: URL: <https://minstroyrf.gov.ru/trades/view.fer-2020.php>(дата обращения: 18.03.2022);
2. Приказ Минстроя России от 04.08.2020 № 421/пр "Об утверждении Методики определения сметной стоимости строительства, реконструкции, капитального ремонта, сноса объектов капитального строительства, работ по сохранению объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации на территории Российской Федерации" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.09.2020 N 59986) [Электронный ресурс] // Официальный сайт Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Режим доступа: URL: <https://minstroyrf.gov.ru/docs/74851/>(дата обращения: 18.03.2022).

Evaluation of the Effectiveness of the Use of High-Strength Fast-Hardening Concrete in the Construction of a Transformer Inspection Tower

Rauzhina E.A.¹, Postoj L.V.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: 427KatyaRauzhina@gmail.com,*

²*e-mail: LVPostoj@mephi.ru*

Abstract – In the construction of buildings, the most important indicators are labor costs, the timing of the construction of buildings and the economic feasibility of using new materials and technologies. One of the most technologically advanced methods of building construction is monolithic concreting technology. In this paper, the possibility of using high-strength fast-hardening concrete as one of the options for covering the transformer revision tower in order to shorten the construction time is considered.

Key words: transformer revision tower, study of structural coating solutions, high-strength fast-hardening concrete, economic feasibility, labor intensity, construction time.

РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЯТИЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА СО ВСТРОЕННЫМИ ОФИСНЫМИ ПОМЕЩЕНИЯМИ

Федоренко А.Д., Орехов М.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Возведение многоквартирных домов занимает значительный сегмент рынка в строительстве, а применение технологий монолитного строительства позволяет не только повысить надежность и снизить стоимость возводимых зданий, но и абсолютно не ограничивает полет фантазии проектировщика, позволяя придать зданиям любые формы, а также дает возможность реализовать индивидуальную внутреннюю планировку. В данной работе рассматриваются организационно-технологические решения, а также сравнение трех вариантов фундамента: сборный-ленточный, монолитная фундаментная плита, свайно-ростверковый фундамент.

Ключевые слова: сравнение трех вариантов фундамента, возведение многоквартирных домов, технологий монолитного строительства, организационно-технологические решения, стоимость возводимых зданий.

Запроектирован 2-секционный пятиэтажный жилой дом. На первом этаже помимо квартир расположены офисные помещения. На каждом из типовых этажей расположены 13 квартир. Помещения, отведенные под квартиры, а также лестничная клетка связаны коридором. В проекте дом имеет форму прямоугольника и имеет размеры в осях 1-14 59,680 и А-В 11,7 м. Общая высота здания составляет 20,57 м. За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола 1 этажа.

Для малогабаритных групп при входах в здание предусмотрен пандус. Вдоль пандуса установлено ограждение с поручнями.

В качестве организационно-технологических решений разработана технологическая карта на разработку котлована под фундаментную плиту. Продолжительность выполнения работ составляет 5 дней. Также разработана технологическая карта на устройство монолитной железобетонной фундаментной плиты. Продолжительность выполнения работ составляет 39 дней.

В данном проекте было принято решение использовать технологию монолитного строительства. Данная технология дает возможность снизить затраты на возведение на 5 – 15% по сравнению с другими технологиями возведения зданий. Данная технология позволяет повысить жесткость возводимых объектов, а также дает возможность создавать здания необычной формы и возводить внутреннее трансформируемое пространство.

Здание выполнено из монолитного железобетона. Пространственная устойчивость обеспечивается совместной работой фундамента, стен и перекрытия.

Конструкции жилого дома выполнены из монолитного железобетона класса В20.

Стены состоят из жб стены толщиной 200мм, утеплителя минераловатной плиты 80мм, и силикатного кирпича 120мм. Монолитные перекрытия выполнены из жб класса В20, толщиной 300мм, армированного сетками из 12 арматуры с размерами ячеек 300х300 мм. Кровля выполнена из рулонных материалов, плоская, утепленная, с внутренними водостоками.

Также здание оборудовано подвалом, в котором располагаются коммуникации и оборудование для нормального функционирования всех систем здания.

В аналитическом разделе было представлено сравнение трех, а далее двух вариантов фундаментов с их достоинствами и недостатками: сборный-ленточный, монолитная

фундаментная плита, свайно-ростверковый фундамент. Из преимуществ и недостатков была выбрана монолитная фундаментная плита.

Таким образом, произведен анализ трех вариантов фундамента, в результате чего выбрана монолитная железобетонная плита, разработаны технологические карты (на разработку котлована под фундаментную плиту, на устройство монолитной железобетонной фундаментной плиты, разработаны объемно-планировочные, конструктивные решения здания).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 21.1101-13. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации [Электронный ресурс]. – Взамен ГОСТ Р
2. Плешивцев А.А. Архитектура и конструирование гражданских зданий [Электронный ресурс]: учебное пособие / Плешивцев А.А. – Электрон. Текстовые данные. – М.: Московский государственный строительный университет, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2015. – 403 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/35438>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю.

Development of Organizational and Technological Solutions for the Construction of a Five-Story Residential Building with Built-In Office Space

Fedorenko A.D.¹, Orekhov M.I.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: wark-alex@mail.ru,*

²*e-mail: miorekhov@mephi.ru*

Abstract – The construction of apartment buildings occupies a significant segment of the construction market, and the use of monolithic construction technologies allows not only to increase the reliability and reduce the cost of buildings under construction, but also does not limit the designer's imagination at all, allowing buildings to be given any shape, and also makes it possible to implement an individual internal layout. This paper discusses organizational and technological solutions, as well as a comparison of three options for the foundation: prefabricated-tape, monolithic foundation slab, pile-grillage foundation.

Key words: comparison of three foundation options, construction of apartment buildings, monolithic construction technologies, organizational and technological solutions, cost of buildings under construction.

СЕКЦИЯ

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

УДК 620.9 : 621.039

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МАЛОЙ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Пашкина В.В., Ефименко Н.А., Ухалина И.А., Агапова С.П.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Малые модульные реакторы могут стать прекрасной альтернативой для полномасштабных реакторов. А в перспективе на будущее смогут внести свой вклад в декарбонизацию энергетики, став заменой атомных реакторов, чьи мощности уже постепенно вырабатываются. Также это новая ниша на международном рынке, которую ГК «Росатом» нужно начать осваивать уже сейчас. В статье рассматриваются особенности данных станций и перспективы их развития.

Ключевые слова: малые модульные реакторы, перспективы, издержки, международный рынок, альтернатива для крупных АЭС, экономия ресурсов и времени.

«Росатом» – это российская госкорпорация, являющаяся одной из лидеров в мире по количеству проектов атомных электростанций, которые экспортируются за границу. Но стоит отметить, что основным продуктом экспорта данной корпорации являются энергоблоки с реактором ВВЭР-1200 – они политически, технически и экономически доступны не очень большому количеству стран в мире. Тем более значительная часть этих стран уже заключила контракты с ГК «Росатом». Многие развитые страны, такие как Италия, Бельгия, Германия, Швейцария и Тайвань проводят долгосрочную политику по отказу от атомной энергетики. В связи с этим возможность заключения новых контрактов в том же объеме находится под угрозой. В результате чего есть высокая вероятность того, что текущие объемы по продаже больших атомных энергоблоков могут сильно снизиться.

Атомные станции малой мощности (АСММ) – это новый продукт, который может стать выходом из сложившейся ситуации. Их уменьшенные размеры в сравнении с крупными АЭС дают возможность большему кругу клиентов позволить себе атомную станцию и с экономической стороны и со стороны совместимости с уже имеющейся энергосетью, а точнее с ее размерами.

Значительная часть проектов и концепций малых модульных реакторов (ММР), которых во всем мире около 50, находится на различных этапах проектирования и создания. Большую часть этих проектов планируется реализовать в ближайшие дни. На данный момент активно строятся четыре малых модульных реактора в России, Аргентине и Китае. Некоторые страны, уже имеющие опыт работы с атомными станциями, а также страны, которые только начинают внедрять ядерную энергетику на своих территориях, занимаются научными исследованиями в сфере разработки и строительства малых модульных реакторов.

Одновременно с крупными реакторами разрабатывалось большое количество установок для различных военных программ, так, например, появились подводные лодки с реакторами мощностью до 190 МВт и всевозможные исследовательские реакторы. Эти аспекты дали толчок для развития ниши малых модульных реакторов. Однако в то время эти реакторы не рассматривали как альтернативу крупным АЭС и инновационный продукт, способный решить проблему энергообеспечения отдаленных районов.

В России уже существует опыт производства и функционирования малой атомной энергетики. Так в 2020 году в России была запущена в эксплуатацию первая в мире плавучая

атомная теплоэлектростанция под названием «Академик Ломоносов». Энергия на этой станции генерируется двумя малыми модульными реакторами мощностью всего 35 МВт. Её можно размещать почти во всех береговых зонах и даже в районах с высокой сейсмической активностью. Этот проект разрабатывался для постоянного тепло- и электроснабжения удаленных районов Дальнего Востока и Арктики. Есть две задачи, которые решает ПАТЭС «Академик Ломоносов». Во-первых, установка сможет заместить вырабатывающие мощности Билибинской АЭС, которая, к слову, действует с 1974 года, а также Чаунской ТЭЦ, которая работает уже более семидесяти лет. Второй пункт – это тот факт, что ПАТЭС сможет обеспечить энергией приоритетные горнодобывающие компании, находящиеся на территории западной Чукотки.

Малые модульные реакторы имеют мощность до 300 МВт на энергоблок. Это примерно одна треть от мощности полномасштабных энергетических реакторов. В малых модульных реакторах происходит ядерное деление для того, чтобы выделить тепло, а после получить энергию. Также малые модульные реакторы позволяют вырабатывать большие объёмы низкоуглеродной энергии. Малые модульные реакторы значительно отличаются от традиционных атомных реакторов. Крупные реакторы работают в общей сети, а реакторы малой мощности смогут работать изолированно, удовлетворяя потребности непосредственных потребителей. Например, обеспечивать их не только тепловой энергией в условиях резких и значительных изменений нагрузки, но и водородом, являющимся инновационным энергоносителем.

Перспективы развития рынка малой атомной энергетики обусловлены преимуществами АСММ. Например, можно заблаговременно изготовить на заводе сборные блоки малых модульных реакторов, а после этого доставить их и установить в нужном месте. Это делает их строительство более доступным в сравнении с реакторами высокой мощности. Последние, как правило, проектируются индивидуально для определенного места, что может стать причиной задержек в строительстве. Также малые модульные реакторы могут сократить время и затраты выделяемые на строительство. Чтобы соответствовать постоянно увеличивающейся потребности в энергии, малые реакторы могут развертываться постепенно, т.е. путем присоединения новых модулей.

Другим преимуществом, имеющем особое значение в современном мире является то, что малые АЭС более высокоманевренные в сравнении со стандартными атомными станциями. Исходя из этого ММР можно эксплуатировать в качестве гибридной энергетической системы вместе с переменчивыми возобновляемыми источниками энергии, такими как солнце и ветер, что позволит повысить их эффективность. Благодаря данному аспекту атомные станции малой мощности становятся основным посредником в переходе к энергетике, которая не вредит окружающему миру, то есть – к экологически чистой энергетике. Также небольшие размеры малых установок АЭС дают возможность закапывать их в землю, что значительно упрощает разработку конструкций барьеров нераспространения.

Есть еще один немаловажный аспект, делающий АСММ перспективными – экономический. Небольшие размеры малых модульных реакторов и такие же небольшие размеры капиталовложения при сооружении опытного блока делают возможным доведение большого количества различных конструкций и технологий малых ядерных реакторов до практики. Также ММР, в отличие от полноразмерных АЭС, позволяет уменьшить объем средств, затрачиваемых на его строительство, а также может увеличивать свою мощность по мере необходимости, строя новые модули. Это делает проекты малых модульных реакторов более привлекательными для государственных и частных инвестиций. В тех, государствах, где потребление электроэнергии не очень высокое будет экономически не выгодно строительство крупных АЭС. После окончания срока эксплуатации, АЭС будет необходимо разобрать, утилизировать отходы, а также переработать их. Все это повлечет за собой большие затраты владельцев АЭС и, как показывает опыт, закрытие крупных установок имеет тенденцию к отставаниям по срокам.

Благодаря тому, что малым модульным реакторам требуется минимальный объём обслуживания можно сократить число обязательного персонала на местах. Это позволит снизить издержки, затрачиваемые на оплату труда персонала и обслуживание малых АЭМ.

Безопасность – еще одно преимущество, которое делает малые модульные реакторы более привлекательными. Многие малые АЭС проектируются для установки их под землей. Такое расположение установки решает сразу несколько проблем: во-первых, уменьшает опасность террористических угроз, во вторых, обеспечивает большую защиту от техногенных (например, воздушных) или естественных (например, цунами, повлекшее за собой сильнейшую радиационную аварию максимального 7-ого уровня по Международной шкале ядерных событий на АЭС Фукусима-1) воздействий.

Особой перспективой для широкого использования ММР является их гибкость. Установкам малой мощности не требуется наличие большого объема охлаждающей воды рядом. Благодаря этому они очень хорошо подходят для их использования в отдаленных уголках планеты. Например, ММР могут производить электроэнергию для разработки мест захоронения полезных ископаемых.

Их компактность в сравнении с крупными реакторами и пассивные системы обеспечения безопасности делают возможным широкое применение АСММ в тех странах, где опыт использования ядерной энергии не так велик, как хотелось бы.

В отдаленных районах земного шара и, как правило, сельских районах, сохраняется проблема доступа к энергии. Эта проблема обусловлена отсутствием надлежащей инфраструктуры, это означает, что сельские районы просто-напросто не охвачены нужным количеством энергосетей. Также проблему усугубляет стоимость создания нужной инфраструктуры для этих районов. Решением данной проблемы могут стать малые модульные реакторы. Они могут и работать автономно и подключаться к общей энергосети, генерируя низкоуглеродную энергию для потребителей.

Однако, стоит отметить, что помимо преимуществ у ММР есть также и недостатки. Под знаком вопроса стоит проблема утилизации отработанного топлива с этих реакторов. В то время как на традиционных АЭС для утилизации отработавшего топлива есть своя инфраструктура, разработчики ММР предлагают доставлять малые ядерные реакторы на специальный завод за пределы территории АСММ, где их будут разбирать и утилизировать. Однако настоящим законодательством не разрешено так делать. В результате требуется разработка нового законодательства, которое регулировало-бы обращение с отработанным топливом ММР. Малые модульные реакторы и крупные реакторы будут работать на одном и том же топливе, поэтому отработавшее топливо с малых реакторов можно утилизировать также как и топливо с крупных энергоблоков. Это означает, что решением данной проблемы будет использование уже имеющейся инфраструктуры. Такое решение будет особенно выгодным для стран, которые уже долгое время занимаются утилизацией отработавшего топлива с АЭС, и располагают нужной для этого инфраструктурой. Однако, такое решение возможно будет применить только в том случае, если ММР будут работать на тех технологиях, которые уже существуют.

Весь мир меняется, и ядерная энергетика вместе с ним. Чтобы построить атомную станцию нужно затратить большое количество денег и времени, также это сложный процесс. АСММ – это более бюджетная альтернатива для всемирного рынка, которая может решить проблемы, возникающие при строительстве и эксплуатации крупных АЭС. Благодаря своей модульной конструкции и тому, что их производят на заводе, малые модульные реакторы могут увеличить надежность доставки, сделать ядерную энергетику более безопасной и снизить сложность строительства.

В наши дни повышенный интерес к более компактным и простым в строительстве малым реакторам продиктован позывом снизить издержки, затрачиваемые на строительство и эксплуатацию ядерных установок, а также нуждой иметь при себе постоянные и надежные источники тепла и света, которые могли бы работать автономно.

Интернационализация, повышение роли городов в развитии общества, повышение демографических показателей, изжившая себя инфраструктура, постоянное ужесточение законодательства в отношении охраны природы становятся угрозой для дальнейшего развития крупной атомной энергетики. К тому же чем-то нужно заменять вырабатывающие генерирующие мощности уже имеющейся инфраструктуры. В это время всемирная потребность в электроэнергии должна увеличиться на 33% в ближайшие 8 лет, то есть к 2030 году. При всех этих факторах поиск новых энергоносителей, которые были бы экологически и экономически эффективными становится очень актуальным.

Таким образом, АСММ могут стать прекрасной альтернативой для полномасштабных реакторов. А в перспективе на будущее смогут внести свой вклад в декарбонизацию энергетики, став заменой отработавших атомных реакторов.

В настоящее время международного рынка АЭС малой мощности, на котором могли бы быть реализованы проекты ММР, еще не существует. Но в мире уже разворачивается борьба за этот несуществующий рынок.

Отсюда можно сделать вывод, что ГК «Росатом» необходимо занять эту пока еще свободную нишу на международном рынке. Тем более «Росатом» уже имеет опыт работы с малыми модульными реакторами и уже задумывается о новых проектах с использованием малых модульных реакторов. Так, например, «Росатом» планирует построить в Якутии сразу две очереди АСММ. Энергия на этой станции будет вырабатываться реактором РИТМ-200Н. Проект предназначен для развития месторождения Ключус. Также обсуждается возможность возведения линии электропередач до порта Найба.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беденко, С. В. Ядерная физика: хранение облученного керамического ядерного топлива : учебное пособие для вузов / С. В. Беденко, И. В. Шаманин. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 191 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04071-5. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/492716> (дата обращения: 06.04.2022).
2. Ташлыков, О. Л. Ядерные технологии : учебное пособие для среднего профессионального образования / О. Л. Ташлыков ; под научной редакцией С. Е. Щеклеина. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 210 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-14184-9. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/496910> (дата обращения: 30.03.2022).

Prospects for the Development of Small Nuclear Power

Pashkina V.V.¹, Efimenko N.A.², Uhalina I.A.³, Agapova S.P.⁴

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: vita.pashkuna@mail.ru,*

²*e-mail: NAEfimenko@mephi.ru.*

³*e-mail: uhalina@yandex.ru.*

⁴*e-mail: svetlana-1164@mail.ru*

Abstract – Small modular reactors can be an excellent alternative for full-scale reactors. And in the future, they will be able to contribute to the decarbonization of energy, becoming a replacement for nuclear reactors, whose capacities are already being retired. It is also a new niche in the international market, which Rosatom State Corporation needs to start exploring right now. The article discusses the features of these stations and the prospects for their development.

Key words: small modular reactors, prospects, costs, international market, alternative for large nuclear power plants, saving resources and time.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ В РФ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЭКОНОМИЧЕСКИХ САНКЦИЙ

Манукян М. Г., Губашев Р.М., Ухалина И.А., Ефименко Н.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данный момент Россия находится в очень сложном экономическом положении в связи с последними политическими событиями и военными действиями в Украине. Под влияние экономических санкций попали все сферы бизнеса, но следует уделить особое внимание важнейшей области промышленности - энергетике. В статье рассматриваются последствия санкционных ограничений на отрасли энергетики России и перспективы их развития в нынешних условиях.

Ключевые слова: перспективы развития, санкции, электроэнергетика, нефтегазовый сектор, экспорт и импорт.

Мировая политика напрямую связана с мировой экономикой, что очевидно. Поэтому, дабы повлиять на политику того или иного государства, которая по каким-то причинам является недопустимой в определенных условиях, другие страны или группа стран в праве направить на нее ограничительные меры экономического характера.

В связи с последними событиями на политической арене, в которых РФ принимает прямое участие, не могло обойтись без ограничительных мер со стороны мирового сообщества. Военная операция России в Украине привела к тотальным изменениям в финансовой системе нашей страны. В отношении России ввелось огромное количество санкций. К 7 марта 2022 года РФ стала мировым лидером по количеству наложенных санкций. Целых четыре пакета санкционных ограничений было применено, учитывая расширение третьего пакета. Среди них как политические, так и экономические. Мы поговорим об экономических санкциях, направленных преимущественно на энергетические отрасли промышленности, и отметим перспективы развития этих отраслей в свете последних событий [1].

Электроэнергетика

Санкции в сторону России не могли не затронуть и не повлиять одну из крупнейших энергоотраслей страны.

Если говорить о внешней торговле России в электроэнергетической отрасли в прошедшие годы, то, согласно таблице (рис. 1), видно, что экспорт преобладал над импортом. Основные покупатели: Финляндия, Китай, Литва и Казахстан. На данный момент Литва отключена от сети электроснабжения БРЭЛЛ и вместе с Финляндией не закупает электроэнергию из России. Но остаются другие страны, не поддержавшие санкции, с которыми можно продолжать электрооборот. Но за счет сокращения инвестиций в отрасль, электроэнергетика РФ может потерпеть большие потери.

Экспорт и импорт электроэнергии, млрд кВт*ч:

Показатель	2020 год	+/- год	2019 год	2018 год	2017 год	2016 год	2015 год	2014 год
Объём экспорта, млрд кВт*ч	11,701	-39,5%	19,338	16,711	16,698	17,002	17,492	14,044
<i>В том числе по направлениям:</i>								
Финляндия	2,637	-62,5%	7,023	6,903	5,040	5,2816	3,383	2,995
Китай	3,060	-1,3%	3,099	3,109	3,319	3,320	3,299	3,376
Литва	3,143	-50,0%	6,286	4,415	3,131	3,019	2,995	3,216
Белоруссия	-	-	0,031	0,049	2,733	3,181	2,815	1,425
Казахстан	1,264	-12,1%	1,437	1,347	1,294	1,164	1,542	1,644
Грузия	0,571	+8,8%	0,525	0,206	0,501	0,4056	0,511	0,627
Монголия	0,312	-16,2%	0,372	0,416	0,371	0,3	0,284	0,39
Азербайджан	0,089	-2,2%	0,091	0,076	0,063	0,0596	0,055	0,053
Прочие	0,625	+23,8%	0,474	0,19	0,246	0,2716	2,608	0,318
Объём импорта, млрд кВт*ч	1,374	-14,3%	1,603	5,122	6,230	3,143	1,464	3,451
<i>В том числе по направлениям:</i>								
Казахстан	1,117	-10,2%	1,243	4,825	5,7363	2,726	0,990	3,084
Грузия	-	-100%	0,059	0,097	0,262	0,148	0,170	0,160
Литва	0,079	+43,6%	0,055	0,052	0,085	0,115	0,115	0,043
Азербайджан	0,119	-45,8%	0,219	0,121	0,1172	0,120	0,108	0,134
Монголия	0,04	+50,2	0,027	0,027	0,023	0,034	0,054	0,030
Финляндия	0,02	-	-	-	-	-	0,023	0,000
Украина	-	-	-	-	-	-	0,0038	0,000
Эстония	-	-	-	-	0,0063	-	-	-

Рисунок 1 – Объемы экспорта и импорта электроэнергии

Что же в перспективах электроэнергетики России? Стоит отметить, что Министерство энергетики направило в правительство список мер по поддержке энергетического комплекса в условиях санкций. Самый большой комплекс мер предусмотрен для электроэнергетики. Так, планируется установить специальный режим начисления штрафов за нарушение сроков ввода объектов по программе модернизации старых ТЭС и новой ВИЭ-генерации, чтобы не допустить сильного скачка штрафных санкций. Правительство наделит возможностью изменять сроки начала и окончания предоставления мощности проекты, прошедшим конкурсный отбор. Кроме того, энергокомпании с государственным участием смогут в приоритетном порядке направить прибыль за 2021 год на реализацию инвестиционных программ без выплаты дивидендов. «Россетям» планируют разрешить не нести тарифных последствий при неисполнении инвестпрограммы в 2022-2023 годах. При этом индексировать тариф на передачу для компании предлагается не с 1 июля, а с 1 апреля с учетом реальной инфляции. Помимо этого, закрепляется возможность докапитализации «Россетей» на 82,6 миллиарда рублей (доля государства в таком случае вырастет с 88,04 до 91,6 %). Предполагается докапитализировать и «РусГидро» – до 34,4 миллиарда рублей (доля государства вырастет до 64,5 процента) [2].

Нефтегазовая промышленность

Нефтегазовый сектор является ведущим в российской промышленности. По данным за прошлые годы (рис.2) можно сделать вывод, что доходы от нефтегазовой промышленности составляли не малую долю от федерального бюджета РФ.



Рисунок 2 – Доходы от нефтегазовой промышленности

Санкции, направленные на нефтедобывающее и нефтеперерабатывающее оборудование, на нефтегазовые компании, а также на импорт российских нефти и газа ставят под удар не только непосредственно Россию, но и страны-импортеры российской энергетики. Так, для некоторых стран Евросоюза Россия является практически незаменимым источником нефти и газа. Например, как заявило правительство Германии, эмбарго на российские энергоресурсы может нанести непоправимый ущерб экономике ФРГ. Австрия также выступила против эмбарго на российскую нефть.

В России же в условиях санкций сократятся добычи нефти и газа, что имеет различные последствия. Одни говорят, что это очевидно плохо скажется на экономике страны, а другие утверждают, что сокращение экспорта крупных залежей, наоборот, пойдет на пользу нашей стране. [3]

Среди программ Министерства энергетики для поддержания нефтекомпаний предлагается переход на уплату налога на добычу полезных ископаемых по фактическим, а не мировым ценам реализации. А также Минэнерго хочет продлить сроки модернизации НПЗ, временно освободить компании от ответственности за невыполнение нормативов продаж топлива на бирже, легализовать продажу алкоголя на заправках, признать бензин и дизтопливо социально значимыми товарами и проработать изменения системы ценообразования на нефтепродукты. Эти проекты, так или иначе, помогут поддержать нефтегазовую промышленность в нынешней обстановке.

Антироссийские санкции действительно сильно влияют на энергетическую промышленность в РФ и на экономику в целом. На данный момент все очень неясно, так как обстановка постоянно меняется: появляются новые санкции, уходят старые. Сейчас никто не может точно сказать, как же все-таки будет развиваться российская энергетика. Никто не может быть уверенным в завтрашнем дне. Но необходимо искать эффективные решения тех или иных задач, находить плюсы и способы развития в кризисных ситуациях. Очевидно, что у российской энергоотрасли есть все шансы не потерять и даже увеличить свою значимость в промышленности и экономике нашей страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипова В.В. Экономические санкции против России: проклятие или перспектива роста? // Экон. стратегии. – 2018. – Т.20, N 8. – С.14-23.
2. В России разработали план поддержки энергокомплекса в условиях санкций // РИА Новости.17.03.2022. // URL: <https://ria.ru/20220317/energokompleks-1778590655.html>
3. Аганин А.Д. Волатильность курса рубля: нефть и санкции / А.Д. Аганин, А.А. Пересецкий // Прикладная эконометрика. – 2018. – Т.52. – С.5-21.

Prospects for Energy Development in the Russian Federation under the Influence of Economic Sanctions

Manukian M.G.¹, Gubashev R.M.², Ukhalina I.A.³, Efimenko N.A.⁴

Volgodonsk Engineering and Technical Institute - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov Region, Russia

¹ e-mail: milllena02@mail.ru

² e-mail: gubashev.ramzan@bk.ru

³ e-mail: uhalina@yandex.ru

⁴ e-mail: NAEfimenko@mephi.ru

Abstract – At the moment, Russia is in a very difficult economic situation due to the recent political events and military actions in Ukraine. All spheres of business have come under the influence of economic sanctions, but special attention should be paid to the most important area of industry - energy. The article examines the consequences of sanctions restrictions on the Russian energy sector and the prospects for their development in the current conditions.

Key words: development prospects, sanctions, electric power industry, oil and gas sector, export and import.

УДК 339.13

ПРОБЛЕМЫ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МЕЖДУНАРОДНЫХ САНКЦИЙ

Залиско Т.А., Буряк А.Е., Рогачева Ж.С.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной статье рассматриваются проблемы, связанные с импортозамещением, которые вызваны усилением международных санкций против Российской Федерации. Определяется, что решение вопросов, затрагивающих импортозамещение, является важной задачей на данный момент, т.к. данное направление имеет сильное влияние на эффективное развитие экономики страны. Рассмотрена сфера IT-технологий, на которую приходится большее количество потерь и убытков, а также продовольственная сфера, которая имеет большие возможности для ее реализации на внутреннем рынке.

Ключевые слова: импортозамещение, санкции, стимулирование бизнеса.

На протяжении длительного периода времени импортозамещение является насущной проблемой для Российской Федерации. В последнее время эта проблема стала более актуальной в связи с ужесточением санкционного режима со стороны стран Запада, а также его поддержкой другими странами. Так как Россия ввозит достаточное число товаров, то решение задач, связанных с импортозамещением весьма важны, так как это сильно влияет на развитие и рост экономики нашей страны. На данный момент времени РФ в большинстве отраслей зависима от импорта. Наибольший удельный вес приходится на машины и оборудование – 49,2%, по состоянию на конец 2021 г., на химическую промышленность – 18,3%, на продовольственные товары – 11,6%, на металлы и изделия из них – 6,9%, на текстильную продукцию – 5,8%. Во внешней торговле России на долю Европейского Союза приходится 35,9% импорта товаров, что является одним из самых высоких показателей. В то же время на долю стран СНГ приходится 12,2%.

В текущей обостренной политической ситуации между странами, поддержавшими санкции, и Россией, наша страна пытается выявить возможности улучшения кризисного и шаткого состояния экономики путем замены товаров иностранных компаний, прекративших или приостановивших свою деятельность, на отечественные, т.е. промышленная отрасль РФ стремится расширить собственное производство, что позволит понизить зависимость рынка от иностранных партнеров и закрепить позиции российских компаний.

Логично предположить, что Россия не сможет полностью отказаться от импорта за короткий промежуток времени. Как уже говорилось выше, его доля имеет большой вес в экономике страны, поэтому заменить ввоз иностранных товаров полностью будет невыгодно не только РФ, но и странам-импортерам, которые потеряют значительную долю дохода, что повлияет на их экономическое состояние. В такой ситуации России необходимо установить четкие цели и задачи по импортозамещению, а также определить пути и методы решения данных задач и возможности их реализации в отдельных отраслях экономики страны.

Уже на данном этапе правительство пытается предпринять меры по стимулированию различных сфер, как бизнеса, так и производства. Сфера, на которую пришлось больше всего потерь и сокращений поставок продукции – это сфера IT-технологий. Цены на составляющие ПК, смартфоны и все к ним комплектующие повысились почти в 3 раза. А отдельные виды продукции, как видеокарты и чипы вскоре станут недоступными вовсе из-за ограничительных мер компаний.

К сожалению, из-за «утечки мозгов» IT-сфера в России долгое время находилась в стагнации, а мер поддержки явно не хватало для развития отрасли, как например, в ведущих европейских странах. Сейчас активно разрабатываются и вводятся мероприятия в поддержку бизнеса, а 24 марта 2022г. глава правительства объявил о возможности получения грантов для молодых предпринимателей IT-компаний в возрасте до 25 лет в размере от 100 до 500 тыс.руб, а для организаций находящихся в арктической зоне гранты могут достигать до 1 млн.руб. Всего собираются выделить 2 млрд.руб, хоть сумму нельзя назвать внушительной, но возможно в дальнейшем она станет больше, ведь в 21 веке технологии играют определяющую роль в развитии страны. Так же будут выделяться средства на улучшение жилищных условий и повышение зарплат сотрудников, льготные кредиты на текущую деятельность и реализацию новых проектов, снижение ставки налога на прибыль с 3% до 0%. Это одни из основных мер, которые будут применяться к IT-отрасли [1].

Если говорить об отраслях, производящих товары широкого потребления, например, бытовую химию, то выйти на российский рынок компаниям, не принадлежащим концернам или крупным корпорациям, гораздо труднее. Возьмем к рассмотрению ВХЗ-Кристалл, находящийся в городе Волгодонске. Это крупнейший химический завод на Юге России по производству бытовой химии, но его продукцию в крупных сетях, как «Пятерочка» или «Магнит» не увидеть, а все потому, что данную нишу заняли такие компании как «P&G», «Unilever» и прочие. В связи со сложившейся политической ситуацией многие компании уходят с рынка и перестают поставлять товар в Россию, что дает возможность отечественным компаниям занять лидирующие позиции. ВХЗ-Кристалл зарекомендовал себя как на местном рынке, так и международном, к примеру, химические составляющие поставлялись во Францию и другие страны. При правильно выверенной стратегии ВХЗ может стать одним из крупнейших поставщиков бытовой химии на Юге РФ. Для расширения производства и наращивания мощностей правительство может провести часть возмещения затрат или предоставить целевые субсидии для компании. Так как на предприятии осуществляется полный цикл производства – от закупки сырья до выпуска готового продукта в потребительской таре, это позволит устанавливать конкурентные цены, и не зависеть от внешних факторов [2].

Для российских компаний, зарекомендовавших себя на рынке, но имеющих определенные трудности с выходом на новые источники сбыта открываются новые возможности для расширения производства и закреплению своих позиций на рынке. Но для мелких предприятий необходима определенная поддержка со стороны государства, потому

что без мер стимулирования могут закрыться или сократить производство, а с определенным подспорьем преодолеть ранее установившиеся барьеры будет проще. Для того чтобы снизить зависимость от импорта товаров, необходимо принять ряд комплексных мер для поддержания экономики во всех отраслях, чтобы не только остаться на плаву, но и увеличить свои показатели на возможные доли.

Можно сделать вывод о том, что, несмотря на все имеющиеся трудности в виде имеющихся санкций против России, у нее есть возможность сохранить экономику путем импортозамещения, которое возможно при поддержке государством различных сфер производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правительство России // URL: <http://government.ru/news/44912/> (дата обращения: 27.03.2022).
2. Волгодонский химический завод // URL: <https://www.xn----8sbeuglja5bll3a.xn--p1ai/%D0%BE-%D0%B7%D0%B0%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B5.html#> (дата обращения: 27.03.2022).

Problems of Import Substitution under International Sanctions

Zalisko T.A.¹, Buryak A.E.², Rogacheva G.S.³

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹ e-mail: zaliskotanya@mail.ru

² e-mail: buryak-alya2001@mail.ru

³ e-mail: zsrogacheva@mephi.ru

Abstract – This article discusses import substitution problems caused by increased international sanctions against the Russian Federation. It is determined that the solution of issues affecting import substitution is an important task at the moment, since this direction has a strong influence on the effective development of the country's economy. The sphere of IT-technologies is considered, which accounts for more losses and losses, as well as the food sphere, which has great opportunities for its implementation in the domestic market.

Key words: import substitution, sanctions, business stimulation.

УДК-2964.339

ФОРМИРОВАНИЕ СОВРЕМЕННОЙ ВАЛЮТНОЙ СИСТЕМЫ

Зверев А.А., Хухлаев Д.Г.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной статье анализируется состояние и развитие современной валютной системы. Рассматривается становление доллара США в роли резервной мировой валюты (Бреттон-Вудская валютная система, Янская валютная система, Нефтедолларовая валютная система: причины их краха), возможная потеря этой валюты данного статуса (причины, следствие). Анализ: 1) Какая валюта станет резервной мировой после доллара США, почему, какие события могут к этому привести? 2) Какие шансы у рубля стать резервной мировой валютой?

Ключевые слова: валютная система, резервная мировая валюта, валюта, доллар, юань, рубль, золото.

Мы являемся свидетелями тектонических сдвигов в мировой экономике, в частности процесса замещения доллара США как основной мировой резервной валюты.

Обратимся к истории и рассмотрим, почему именно доллар США стал настолько значим в мировой валютной системе.

Господство доллара США на мировом рынке началось благодаря Бреттон-Вуддскому соглашению в июле 1944 года. Страны Европы были ослаблены двумя мировыми войнами, а США смогла усилиться благодаря этому и выйти в лидеры мировой экономики. Принятая Бреттон-Вуддской система, предполагала, что:

- 1) вся мировая экономика теперь базируется на долларе.
- 2) главным международным регулирующим органом в системе международных финансов становится МВФ.
- 3) Стабильная конвертация доллара в золото (он строго регулирует цену золота 35 долларов за 31,2 г. благородного металла), а остальные валюты привязаны к американской валюте (иностранцы центробанки должны держать стабильный курс с отклонением в плюс минус 1 процент).

На смену Бреттон-Вудской пришла другая система, а именно Ямайская ВС в 1976 году. Её содержание предполагает следующее:

- 1) Бреттон-Вудские учреждения (такие как МВФ, МБРР или Всемирный банк) расширяют и укрепляют свою деятельность наднационального характера в качестве международных регулирующих учреждений и их роль значительно повышается.
- 2) Золото теперь становится обычным товаром, цена на который определяется соотношением спроса и предложения. Банкам предоставлена возможность свободно покупать и продавать золото на частном рынке по свободно складывающимся на рынках ценам.
- 3) Валютные отношения между странами стали базироваться на плавающих курсах их национальных денежных единиц. Колебания курсов при этом базируются на следующих факторах: а) фактическими стоимостными соотношениями покупательной способности валют на внутренних рынках; б) соотношением спроса и предложения национальных валют на международных рынках.

Однако и эта система оказалась провальной, так как сильно не меняла валютно-финансовую систему, и многие проблемы оставались нерешенными.

В начале 1970-х годов зародилась, так называемая, нефtedолларовая валютная система, когда США заключил договор с Саудовской Аравией о продаже нефти в долларах США, тем самым укрепив позиции валюты Соединенных Штатов в качестве мировых валютных резервов.

Однако за последние несколько лет США начала терять свои позиции на мировой арене (в том числе валютном рынке), в особенности из-за введения санкций против РФ и постепенно усиливающим свои позиции КНР.

Итак, теперь перейдем к причинам, постепенной утраты доллара господства на мировом валютном рынке:

- 1) Разрыв партнерских отношений США с Саудовской Аравией - главным экспортером «черного золота». Теперь эта Арабская страна укрепила отношения с Россией, Китаем и Индией и готова торговать с ними в юанях, рублях и рупиях, тем самым укрепляя данные валюты на мировой арене;
- 2) Союз России и Китая и укрепление их хороших экономических отношений. В будущем планируется создание в Азии экономического союза (подобного ЕС), который будет торговать в единой валютной системе (либо в юанях, либо новой валюте). В союз будут входить Индия, Китай, Россия и другие страны Азии;
- 3) Усиление влияния экономики КНР. Следственно, юань постепенно может стать мировой резервной валютой.

Что на данный момент поддерживает позиции доллара:

- 1) ВВП США до сих пор имеет крайне высокие показатели – 21,4 трлн \$ (в 2021г.)то есть имеется материальная база обеспечивающая американскую валюту;

- 2) наличие технологического задела и патентов, которые могут выступить в качестве обеспечения;
- 3) сохранение политического контроля над странами западной Европы, Японией, Южной Кореей и другими;
- 4) необходимость сохранения курса доллара для крупных азиатских экспортеров, работающих на американском рынке;
- 5) возможность применения санкций к странам не поддерживающих американскую модель или приобретающих не американские товары.

Можно резюмировать, что роль валюты как резервной определяется спросом на нее, и способность США такой спрос поддерживать как экономическими, так и политическими и военными мерами.

Рассмотрим перспективы замены доллара США как резервной валютой другой страны. Требования, предъявляемые к такой валюте:

- 1) мощная экономика, обеспечивающая материальную базу валюты;
- 2) наличие крупных золотовалютных резервов;
- 3) политическая независимость от США и транснациональных корпораций;
- 4) возможность военного и политического противостояния с США, НАТО и АСЕАН

Судя по данным выше критериям, данную позицию может занять китайский юань. Так как экономика Китая считается самой мощной в мире, обгоняя США по некоторым показателям. Также он имеет золотой резерв в размере 1948 тонн, международный валютный резерв – 3214 млрд. долларов.

Китай абсолютно независим от США и других стран, даже наоборот многие экономики стран зависимы от решения КНР. В плане боеспособности и политического противостояния: китайская армия – самая многочисленная и насчитывает порядка 2 183 000 человек, на уровне политики у США нет рычагов давления на Китай. Следовательно, соответствуя всем критериям, первым претендентом на роль резервной мировой валюты будет китайский юань.

У какой валюты помимо юаня есть возможность стать мировой резервной валютой. Одна из таких – азиатская валютная единица Эю, которая является подобием евро в странах Азии, при усилении сотрудничества России, Индии и Китая, торговля может начаться именно в этой валюте. Есть также шанс у японской йены, но это маловероятно, ведь при отказе от доллара, японская экономика пострадает (и она очень зависима от политики США). И наконец, российский рубль тоже может стать мировой валютой, предпосылками этому может служить поручение Владимира Владимировича Путина продавать газ в Европу исключительно в рублях, что позволит рублю укрепить свои позиции.

Таким образом, современная валютная система претерпевает огромные изменения и ведет к смене резервной валюты доллара США на другую (скорей всего юань). Возможно, смена произойдет в течение нескольких ближайших лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международные финансы в 2 ч. Часть 1. : учебник для вузов / Р. И. Хасбулатов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 408 с.
2. Международные финансы в 2 ч. Часть 2. : учебник для вузов / Р. И. Хасбулатов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 332 с.
3. Международные валютно-кредитные и финансовые отношения : учебник для вузов / Л. Н. Красавина [и др.]; ответственный редактор Л. Н. Красавина. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 534 с.
4. Международные экономические отношения в 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для вузов / Л. Н. Федякина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 374 с.
5. Перспективы повышения статуса российского рубля до международной резервной/ Букреева А.С./Устойчивое развитие науки и образования. 2021.
6. Перспективы создания мировой резервной валюты и международная финансовая политика /Духовская А.А./В сборнике: Финансы, налоги и учет в странах дальнего и ближнего зарубежья: инновационные решения. Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. 2017 год

Formation of a Modern Monetary System

Zverev A.A., Khukhlaev D.G.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

Abstract – This article analyzes the state and development of the modern monetary system. The formation of the US dollar as a world reserve currency (the Bretton Woods currency system, the Jan currency system, the Petrodollar currency system: the reasons for their collapse), the possible loss of this currency of this status (causes, consequences) is considered. Analysis: 1) What currency will become the world reserve after the US dollar, why, what events can lead to this? 2) What are the chances for the ruble to become a world reserve currency?

Key words: currency system, world reserve currency, currency, dollar, yuan, ruble, gold.

УДК 338:22

СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ АО «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАКЕТНЫЙ ЦЕНТР ИМЕНИ АКАДЕМИКА В.П. МАКЕЕВА» ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Блохин М.А., Лобанов В.С.

*Трехгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета
"МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ), Трехгорный, Челябинская обл., Россия*

В данной статье рассматривается снижение себестоимости производства продукции за счет внедрения новых конструкций, производится анализ технологичности сборочной единицы «крышка» в конструкции ТПК. Также модернизируется конструкция ТПК, изменяя технологию изготовления сборочной единицы «крышка».

Ключевые слова: экономика, экономическая эффективность, транспортно-пусковой контейнер, модернизация, себестоимость.

Транспортно-пусковой контейнер (ТПК) предназначен для обеспечения транспортировки ракеты по железным, шоссейным и грунтовым дорогам, перегрузки с одних транспортных средств на другие, установки агрегата, хранения, загрузки, пусковой установки и пуска ракеты.

Для предохранения от повреждения верхней плёночной крышки обтекателя и обеспечения влажностного режима в переходнике на период транспортировки и хранения на оба торца переходника устанавливаются транспортировочные крышки.

Установка транспортировочной крышки обеспечивается с помощью размещённых на торце корпуса переходника направляющих штырей и втулок со шпильками.

В ходе анализа конструкции была выявлена такая проблема:

– корпус крышки нетехнологичен, вследствие чего крышка имеет высокую себестоимость;

Исходя из поставленной проблемы, была проведена работа по снижению себестоимости производства продукции за счет внедрения новых конструкций.

Целью выполнения экономического расчёта является установление целесообразности затрат на модернизацию конструкции крышки. Для этого необходимо сравнить

первоначальную себестоимость изготовления крышки со стоимостью изготовления крышки после модернизации.

Себестоимость изготовления находится по формуле 1 [1].

$$C = M + C_{уз} + Э + A + З_{от} + СВ + НР \quad (1)$$

где М – затраты на материалы, руб;

$C_{уз}$ – стоимость изготовления дополнительных узлов, руб;

Э – затраты на электроэнергию, руб;

А – амортизация покупного оборудования, руб;

$З_{от}$ – заработная плата, руб;

СВ – страховые взносы, руб;

НР – сумма накладных расходов, руб.

Затраты на материалы М определяются по формуле 2, как сумма затрат на приобретение материалов для узлов крышки, которые непосредственно будут изготавливаться [2].

$$M = \sum M_i \quad (2)$$

Вычисление стоимости изготовления дополнительных узлов весьма сложная задача, для решения которой необходимо знать технологические процессы изготовления каждого узла, инструмент для обработки, используемое оборудование, начисления заработной платы работников и т.д. [4].

Полная себестоимость выпуска 1 крышки по элементам экономических затрат приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Себестоимость производства 1 крышки

Наименование затрат	Стоимость затрат, руб
Материалы	310 336
Изготовление дополнительных узлов	250 000
Электроэнергия	32 500
Заработная плата	175 812
Страховые взносы	52 744
Накладные расходы	41 070
Итого	862 462

Стоимость готовой крышки до оптимизации составляет 13 000 000 рублей. Отсюда следует, что экономическая эффективность [3] модернизированной крышки, которая определяется по формуле 3, составит:

$$e = \frac{C_n}{C_m} \cdot 100\% \quad (3)$$

где C_n – первоначальная стоимость изготовления крышки, руб;

C_m – стоимость изготовления модернизированной крышки, руб.

$$e = \frac{13\,000\,000}{862\,462} = 15,07 \text{ или } 1507 \%$$

Рассчитаем экономическую эффективность модернизации конструкции крышки в расчёте на 5 лет, отобразим это в таблице 2.

Таблица 2 – Экономический эффект модернизации конструкции крышки

Год	2021	2022	2023	2024	2025
Количество произведённых крышек	5	6	7	8	9
Себестоимость крышки после модернизации, руб	4 312 310	5 174 772	6 037 234	6 899 696	7 762 158
Себестоимость производства без модернизации, руб	65 000 000	78 000 000	91 000 000	104 000 000	117 000 000
Экономический эффект, руб	60 687 690	72 825 228	84 962 766	97 100 304	109 237 842
Суммарный эффект за 5 лет, руб					424 813 830

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ефимова О.В. Финансовый анализ: современный инструментарий для принятия экономических решений: учебник / О.В. Ефимова. – М.: Омега-Л, 2014. – 351 с.
2. Жарковская Е.П. Антикризисное управление: учебник / Е.П. Жарковская, Б.Е. Бродский, И.Б. Бродский. – М.: Омега-Л, 2011. - 467 с.
3. Иванов И.Н. Организация производства на промышленных предприятиях: учебник / И.Н. Иванов. – М.: ИНФРА-М, 2013. – 352 с.
4. Трубочкина М.И. Управление затратами предприятия [Текст]: учеб, пособие / М.И. Трубочкина. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 319 с.

The Reduction of the Production Cost of JSC Makeyev Rocket Design "State Rocket Center Named after Academician V.P. Makeev" Due to the Introduction of New Designs

Blokhin M.A.¹, Lobanov V.S.

Blokhin Mikhail Alekseevich, Lobanov Viktor Sergeevich Trekhgorny Technological Institute - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI" (TTI NRU MEPhI), Trekhgorny, Chelyabinsk region, Russia
¹*e-mail: blohin-misha@mail.ru*

Abstract – This article discusses the production reduction cost due to the introduction of new designs, the analysis of the manufacturability of the assembly unit "lid" in the design of the TPC (transport and launch container). The design of the TPC is also being modernized, changing the manufacturing technology of the assembly unit "lid".

Key words: economics, economic efficiency, transport and launch container, modernization, cost.

ОСОБЕННОСТИ НЕМАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ СОТРУДНИКОВ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА ВОЛГОДОНСК)

Задорожная Н.Д., Попова Т.С.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Усиленное использование нематериального стимулирования персонала играют огромную роль в наше непростое время, так как позволяют мобилизовать персонал на выполнение поставленных задач в кратчайшие сроки, что в свою очередь позволяет предприятию оптимизировать затраты и продолжить приносить прибыль. Проанализируем использования нематериальных методов стимулирования в нынешних условиях экономики России.

Ключевые слова: нематериальное стимулирование сотрудников, IT-технологии, издержки предприятия, виды стимулирования, эффективное влияние на работу.

Современное экономическое общество характеризуется стремлением к модернизации и переориентации производства в соответствии с имеющимися факторами на внутреннем, так и внешнем рынке. Несомненно, многие предприятия пытаются оптимизировать работу своего персонала, внедряют современные IT технологии. В этом им помогает нематериально стимулирование сотрудников.

В настоящее время в нашей стране России все очень быстро меняется и нужно быстро реагировать на происходящие изменения. Использование нематериальное стимулирование сотрудников позволяет эффективно и быстро влиять на работу персонала предприятия, что благоприятно отразится на работе предприятия в целом. Таким образом, достигается увеличение работоспособности сотрудников, раскрывается их потенциал полностью. А самое главное не дает впасть в панику. Плодотворное применение нематериального стимулирования выводит компанию на новый уровень благосостояния и стабильности [1].

Актуальность исследования определяется тем, что после введения санкций против России многие требующиеся для производства материалы возросли в цене, что негативно отразилось на издержках предприятия. Ярким примером негативного влияния на расходы предприятия стало многократное увеличение цены бумаги. Цена пачки бумаги с 250 рублей взлетела до 2500 рублей и выше. Имеем десятикратное увеличение затрат только на бумагу. IT-технологии приходят на помощь и внедрение электронного документооборота становится, как никогда актуальным и спасительным для организации. Использование моральной мотивации, например, грамоты, доску почета, соревнования, а также использование психологической мотивации позволяют ускорить переход на электронный документооборот и в кратчайшие сроки сократить использование бумаги. В настоящее время не рекомендуется убирать уже внедренное на предприятие нематериальное стимулирование.

Нематериальное стимулирование сотрудников бывает следующих видов:

1. Психологическая мотивация – данная мотивация сотрудников направлена на их психологическое состояние, на котором сказывается такие факторы как стресс, повышенная занятость, разобщенность коллектива
2. Моральная мотивация – данная мотивация сотрудников направлена в первую очередь на их признание и уважение, что поднимает их качество работы и мотивирует их.
3. Социальная мотивация – данная мотивация сотрудников выражается в социальном удовлетворении их первичных потребностей.
4. Организационная мотивация – данная мотивация сотрудников направлена на создание комфортных условий труда, наличие нового и нужного оборудования на

рабочем месте. Применение данных методов способствует улучшению качества труда и уменьшению времени на исполнение трудовых функций сотрудников [2].

Рассмотрим внедренные и действующие способы нематериального стимулирования персонала в сравнении на двух предприятиях, ведущих свою деятельность в городе Волгодонске: АО «НИАЭП», ООО «Регионпромсервис» (таблица 1).

Таблица 1 – анализ предприятий и их методов нематериального стимулирования.

Вид нематериального стимулирования сотрудников	Способ нематериального стимулирования сотрудников	АО «НИАЭП»	ООО «Регионпромсервис»
Психологическая мотивация	Проведение корпоративных мероприятий	Корпоратив «Новый год». Корпоратив «День строителя» Корпоратив «8 марта»	Корпоратив «Новый год». Корпоратив 3-я суббота июля «День рождение фирмы».
	Наставничество	Имеется	Отсутствует
	Проведение планерок, летучек	Имеется	Имеется
	Обратная связь	E-mail	E-mail
Моральная мотивация	Доска почета	Есть доска почета, на которую попадают сотрудники, имеющие лучшие показатели по ПСР (внедренная «Производственная система РОСАТОМА»)	Отсутствует
	Поздравление с Днем рождением от предприятия	Поздравление от руководителя отдела	Поздравление от руководителя отдела
	Гибкий график	Отсутствует	Для ценных сотрудников
	Дисциплинарные взыскания	Имеются	Имеются
Социальная мотивация	Обучение и повышение квалификации	Внедрена система аттестаций и повышения квалификации. Без повышения квалификации нельзя двигаться по карьерной лестнице. Без аттестации нельзя работать вообще. Собственный учебный центр и сторонние учебные центры	Повышение квалификации только для ценных сотрудников в сторонних учебных центрах. Обучение работе в новых программах силами IT отдела.
	Полис дополнительного медицинского страхования	Собственная медсанчасть + полис ДМС	Отсутствует
Организационная мотивация	Организованная доставка сотрудников к месту работы и обратно	Наемный транспорт, транспортный отдел. Различные маршруты по городу и за его пределами.	Имеет собственный автопарк
	Наличие комнаты отдыха для персонала	Столовая с линией «шведский стол», кафе с индивидуальным обслуживанием. Комната для чая и кофе.	Кухня – столовая, оснащенная бытовыми приборами, столовыми приборами, кофемашиной, кулером.
	Общежитие для иногороднего персонала	Имеется	Отсутствует
	Продукция с корпоративной символикой	Имеется	Имеется

Разные предприятия используют разные виды и способы нематериального стимулирования в зависимости от поставленных целей. В нынешней ситуации в стране руководство прибегает к более частому использованию, изобретению новых методов нематериального стимулирования, что позволяет заинтересовать сотрудников в дальнейшей эффективной работе, позволяет предприятию находить новые логистические цепочки, новые способы уменьшения расходов и сохранить ценные кадры в условиях кризиса.

Наступило время экономии во всем и ценные кадры не исключение. Их нужно беречь и стимулировать к работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мотивация и стимулирование трудовой деятельности : учебник и практикум для вузов / С. Ю. Трапицын [и др.] ; под общей редакцией С. Ю. Трапицына. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 314 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8271-8. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/490036> (дата обращения: 28.03.2022).
2. Менеджмент: организационное поведение : учебник и практикум для среднего профессионального образования / Г. Р. Латфуллин [и др.] ; под редакцией Г.Р. Латфуллина, О. Н. Громовой, А. В. Райченко. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 301 с. – (Профессиональное образование). – ISBN 978-5-534-09898-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/495058> (дата обращения: 28.03.2022).
3. Митрофанова А. Е. Современные системы нематериального стимулирования персонала организации / А. Е. Митрофанова // Вестник университета №. – 2016. – №11. – с. 208-212

Features of Non-Material Incentives for Employees (On the Example of Enterprises of the City of Volgodonsk)

Zadorozhnaya N.D.¹, Popova T.S.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: nz41222@gmail.com,*

²*e-mail: Tanya930@rambler.ru*

Abstract – The increased use of non-material incentives for personnel play a huge role in our difficult times, as they allow us to mobilize personnel to perform tasks in the shortest possible time, which in turn allows the company to optimize costs and continue to make a profit. Let's analyze the use of non-material methods of stimulation in the current conditions of the Russian economy.

Key words: non-material incentives for employees, IT technologies, enterprise costs, types of incentives, effective impact on work.

УДК 338.27

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УКЛАД

Казакова Д.Э., Малышкина А.С.

Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Димитровград, Ульяновская обл., Россия

Данная работа посвящена изучению проблем обеспечения экономической безопасности России в рамках перехода к шестому технологическому укладу. В статье представлена хронология технологических укладов, предложена систематизация характеристик нового технологического уклада. Рассмотрены основные риски и угрозы экономической безопасности, возникающие в процессе перехода на новый уклад. Выявлены преимущества перехода к новому укладу: развитие энергетики, интеллектуализация, роботизация и экологизация производства.

Ключевые слова: технологический уклад, экономика, эффективность, угрозы, риски, экономическая безопасность, перспективы развития, цифровизация.

В период кардинальных технологических и структурных сдвигов мировой экономической системы задача перехода России к новому технологическому укладу приобретает особую актуальность. Важными направлениями ее решения является

формирование соответствующего информационного и материально-технического оснащения для реализации новых технологий и видов деятельности, создание адекватной нормативно-правовой среды и обеспечение экономической безопасности хозяйствующих субъектов в соответствии с требованиями нового технологического уклада. Целью данного исследования является анализ проблем обеспечения экономической безопасности в условиях перехода к новому технологическому укладу.

Технологический уклад – это совокупность технологий, свойственных для определённого производственного уровня. При помощи развития научной и технологической базы происходит переход от более старых порядков к новым и прогрессивным [1].

Выделяют всего шесть технологических укладов. Первый технологический уклад соответствует рубежу XVII-XIX веков. В то время была изобретена первая прядильная машина, активно шло строительство текстильных фабрик. Развивалось мореплавание, появились водные пути, что привело к снижению затрат на перевозку продукции. Второй технологический уклад длился всю вторую половину XIX века. Основным ресурсом данного времени стал уголь, который использовали как источник энергии. Был изобретен паровой двигатель, что послужило толчком к развитию железнодорожных перевозок и формированию новых рынков. В начале XX века произошел переход на третий технологический уклад. Этот период характеризуется активным внедрением электричества во все сферы человеческой деятельности. Важным нововведением был двигатель внутреннего сгорания, начала развиваться автомобильная промышленность. Четвертый технологический уклад продлился вторую половину XX века. Благодаря изобретению реактивных двигателей произошел скачок в отрасли авиационной промышленности. Также открыли новые материалы, такие, как пластик. Пятый технологический уклад длится с 1990 года и по сегодняшний день. Происходит крупное внедрение различных информационных разработок. Основной отраслью является производство телекоммуникационного оборудования. Ключевым фактором считается развитие микроэлектроники и программного обеспечения.

Шестой технологический уклад основывается на развитии нанотехнологий, робототехники, биотехнологий, информационных технологий, геномной инженерии, внедрении искусственного интеллекта и т.д. Мы предлагаем основные характеристики шестого технологического уклада представить следующим образом (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристики шестого технологического уклада

Ключевые признаки	Характеристика технологического уклада
Период доминирования	С 2035-2045 гг.
Технологические лидеры	США, Япония, ЕС
Развитые регионы	Евразия, Америка, Австралия
Ядро технологического уклада	Нанoeлектроника, нанобиотехнологии, наноматериалы
Ключевой фактор	Нанотехнологии, клеточные технологии
Инфраструктура	Нанобиоинформационно-коммуникационные технологии
Преимущества данного технологического уклада по сравнению с предыдущими	Повышение эффективности экономики, снижение материалоемкости и энергоемкости производства

На сегодняшний день РФ находится на рубеже пятого и шестого технологического этапа. Окончательный переход России на этот уклад еще не сформировался. Это объясняется тем, что в нашей экономике наряду с различными новшествами продолжают существовать устаревшие технологии, от которых давно отказались развитые страны. Данный факт затрудняет экономический рост, так как снижается эффективность национального хозяйства. Происходит значительный разрыв в инновационном и научно-технологическом прогрессе с развитыми странами.

Наши исследования показали, что можно выделить ряд перспектив при переходе России на новый технологический уклад. Во-первых, это интеллектуализация производства, т.е. формирование такого общества, в котором преобладание интернета будет максимальным во всех сферах деятельности. Эксперты называют период 2030-2035 гг.

Во-вторых, роботизация производства. По результатам исследований компании Boston Consulting Group, роботизация бизнеса вырастет до 25% уже к 2025 году. Важно отметить, что это приведет не к вытеснению человеческого труда, а наоборот – к его дополнению. Достигается максимальное взаимодействие робота и человека, что значительно увеличивает эффективность труда.

В-третьих, прогресс в развитии энергетики. Масштабным направлением в переходе к шестому технологическому укладу является освоение возобновляемых источников энергии. Данная тенденция повысит энергоэффективность производства. Страна перейдет к инновационной экономике.

В-четвертых, экологизация производства или «зеленая» философия. Данная концепция направлена на повышение экологической безопасности при вторичном использовании отходов, а также к минимизации деградации экосистем [2].

Существует мнение, что при переходе России на новый технологический уклад могут возникнуть следующие угрозы экономической безопасности страны:

- угроза деградации научно-технического потенциала страны и закрепление ее технологической отсталости. Большинство развитых стран практически полностью перешли на шестой технологический уклад, в то время как Россия находится только на начальном этапе перехода от 5-го к 6-му укладу. Это создаёт угрозу научно-технологического отставания и потери экономической самостоятельности;

- угроза нарушения способности национальной экономики обеспечивать процесс воспроизводства. Данная угроза связана с предыдущей. В стране недостаточно развиты такие отрасли, которые важны для функционирования государства, которые обеспечивают воспроизводство независимо от внешних факторов. Следовательно, национальная экономика будет зависеть от импорта товаров, которые должны производиться внутри страны. Также можно выделить угрозы нарушения нормального функционирования страны и ее регионов и разлад социальной стабильности, что, в свою очередь, может привести к нестабильному функционированию экономики [3].

Однако мы считаем, что в отношении указанных выше угроз ведется активная работа по их устранению. Например, одним из шагов России к шестому технологическому укладу является реализация национального проекта «Цифровая экономика», который направлен на освоение цифровых технологий. Среди рисков, которые могут возникнуть в процессе внедрения цифровых технологий, можно выделить риски, связанные с:

- 1) применением интернета, а именно несанкционированные влияния и незаконное использование технологий;

- 2) внедрением искусственного интеллекта, что сократит рабочие места и увеличит социальную напряженность;

- 3) использованием импортной микроэлектроники, которые могут быть снабжены различными отслеживающими устройствами и чипами;

- 4) устойчивой работой интернета, т.к. он является основным каналом связи [4].

Помимо рисков, у данного проекта есть и свои преимущества, а именно: увеличение производительности труда, создание дополнительных рабочих мест, снижение издержек, полный переход к электронной валюте, активное развитие фриланса, а также минимизация «человеческого» фактора. Данные факторы помогут сократить время, риски и трудности перехода России на следующий этап развития.

Не смотря на все трудности и угрозы, которые могут возникнуть на этапе перехода, у России есть значительный потенциал для реализации основных направлений шестого технологического уклада. Для максимизации эффективности стране нужна активная поддержка государства, определенная стратегия управления, а также применение различных экономических механизмов. Переход к шестому укладу является значимым фактором развития российской экономики, сохранения ее стабилизации и процветания, а также обеспечения экономической безопасности страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологические уклады – волны и цикличность // via Future – URL: <https://viafuture.ru/katalog-idej/tehnologicheskij-uklad> (дата обращения: 10.03.2022).
2. Минасян, Э.Р. Инструменты развития Российской экономики в рамках перехода к шестому технологическому укладу // Экономика и бизнес: теория и практика. - 2020. - №2-2. С. 46-49. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/instrumenty-razvitiya-rossiyskoy-ekonomiki-v-ramkah-perehoda-k-shestomu-tehnologicheskomu-ukladu> (дата обращения: 10.03.2022).
3. Убушиев, Э.В. - Экономическая безопасность в различных технологических укладах // Теоретическая и прикладная экономика. – 2018. – № 3. – С. 1 – 21. – URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=27119 (дата обращения: 12.03.2022).
4. Жарницкая, К. Д. Влияние цифровой экономики на обеспечение экономической безопасности государства // Актуальные исследования. – 2021. – №11 (38). – С. 53-56. – URL: <https://apni.ru/article/2053-vliyanie-tsifrovoj-ekonomiki-na-obespechenie> (дата обращения: 12.03.2022).

Problems of Ensuring Russia's Economic Security During the Transition to a New Technological Order

Kazakova D.E.¹, Malyschkina A.S.²

*Dimitrovgrad Engineering and Technological Institute of the National Research Nuclear University MEPhI,
Dimitrovgrad, Ulyanovsk region, Russia*

¹*e-mail: kazakovadiana21@yandex.ru*

²*e-mail: asmalyshkina@yandex.ru*

Abstract – This work is devoted to the study of the problems of ensuring the economic security of Russia in the framework of the transition to the sixth technological order. The article presents the chronology of technological structures, the systematization of the characteristics of the new technological structure is proposed. The main risks and threats to economic security arising in the process of transition to a new way of life are considered. The advantages of the transition to a new way of life are revealed: the development of energy, intellectualization, robotization and greening of production.

Key words: technological structure, economy, efficiency, threats, risks, economic security, development prospects, digitalization.

УДК 330.322.3

УПРАВЛЕНИЕ ОРГАНИЗАЦИЕЙ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ: ЦИФРОВОЙ ДВОЙНИК УПРАВЛЕНЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Филиппова А.А.

Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Димитровград, Ульяновская обл., Россия

В статье автор раскрывает сущность понятия цифровой двойник, его основную задачу на предприятии, области применения. Выделяет существующие типы цифровых двойников, а также приводит SWOT-анализ внедрения цифровых двойников в управленческий механизм предприятия.

Ключевые слова: цифровизация, оптимизация, цифровой двойник, управление, цифровая экономика, инновации.

Глобальные процессы цифровизации, охватившие весь современный мир, диктуют новые условия на рынке технологических компаний, в этой связи поднятая тематика исследования является актуальной.

Искусственный интеллект, блокчейн, биг дата, робототехника, технологии виртуальной и дополненной реальности – успехи в развитии всего вышеперечисленного выступает катализатором нового этапа цифровой трансформации и оптимизации деятельности. Эти технологии позволяют достигать высокоточных прогнозов и принятия эффективных управленческих решений в промышленности, а также способствуют снижению издержек и обеспечению качества продукции.

Цифровой двойник – это виртуальный аналог физического устройства, который дублирует происходящие внутри него процессы, его технические характеристики, а также действия этого устройства в различных условиях окружающей его среды. Для того, чтобы транслировать входные действия цифровому двойнику, прибегают к использованию датчиков действительного устройства, которое работает параллельно. После отработки необходимых действий проводят анализ полученных данных от реального устройства и его двойника, это необходимо для поиска возможных отклонений [2].

Ученые классифицируют цифровых двойников по трем таким видам, как прототипы, экземпляры и агрегированные двойники, представим их на рисунке 1 двойников [3].

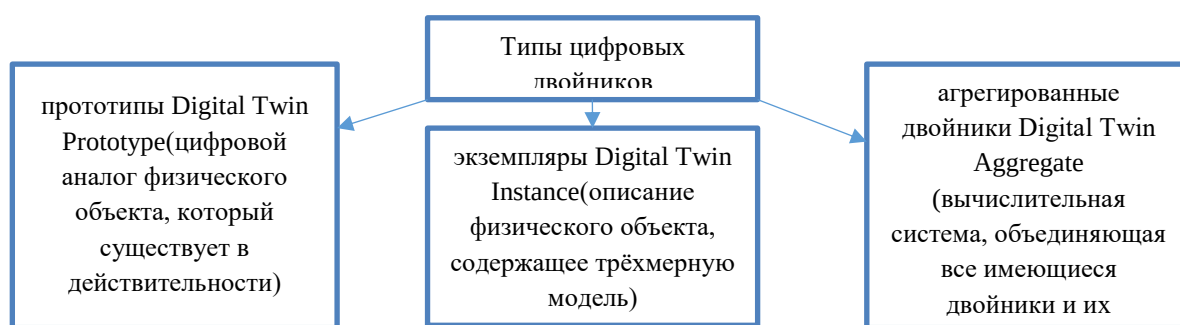


Рисунок 1 – Классификация типов цифровых двойников

Цифровой двойник организации – модель, которая в точности описывает реальные причинно-следственные зависимости между всеми показателями фирмы, будь то финансовые, экономические, производственные, управленческие, кадровые или организационные данные.

Стоит отметить, что основной задачей цифрового двойника является сопровождение и поддержка принятия верных управленческих решений на стадии планирования, мониторинга и анализа деятельности организации.

Приведем области применения цифровых двойников предприятия:

- ✓ Управление производственными процессами, оборудованием внутри предприятия;
- ✓ Управление качеством продукции, эффективности создания её стоимости;
- ✓ Управление кадрами;
- ✓ Планирование производства на основе нормативов;
- ✓ Инвестиционное планирование, управление инновациями;
- ✓ Управление рисками и возможностями [4].

Далее считаем необходимым провести SWOT-анализ внедрения цифровых двойников на предприятии в рамках повышения эффективности его управления, представим его в таблице (см. табл. 1).

Таблица 1 – SWOT-анализ внедрения цифровых двойников в управленческий механизм предприятия

Сильные стороны	Слабые стороны
• Снижение затрат на жизненный цикл продукции; • Увеличение объемов производства; • Появление новой качественной инновационной продукции; • Контроль и надежность работы технологического оборудования; • Ускорение бизнес-процессов; • Прозрачность бизнеса (операции можно отследить)	• Небольшое количество высококвалифицированных опытных кадров, необходимых для всеобщей цифровизации и внедрения цифровых двойников; • Неразвитость законодательства в данной области; • Финансовые затраты на создание, внедрение и использование цифровых двойников; • Необходимость перестройки производственных процессов.

Возможности	Угрозы
- Рост производительности труда; - Создание новых рынков, бизнес-моделей; - Развитие инновационного уровня производства; - Снижение некоторых затрат за счет внедрения цифровых двойников; - Рост качества продукции; - Рост эффективности управленческих решений, снижение вероятности ошибок за счет человеческого фактора.	- Сокращение рабочих мест; - Отсутствие контроля за использованием цифровых двойников; - Монополизация производства; - Технологические сбои и катастрофы.

В настоящее время промышленность России вынуждена реагировать на изменения, в основе которых лежит цифровизация. В этой связи возникает острая необходимость в разработке отечественной теоретико-практической методологии процесса управления организацией в условиях новой цифровой действительности. Данное исследование призвано повысить эффективность менеджмента организаций, что в свою очередь положительно отразится на производительности и конкурентоспособности, а также минимизирует технологический разрыв между Россией и зарубежными компаниями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Караваева Е.Д. Управление организацией в условиях цифровизации: учебное пособие. – СПб.: Научное издание, 2020. – 68 с.
2. TADVISER Государство. Бизнес. Технологии : сайт – 2021. – URL : <https://www.tadviser.ru/a/395520> (дата обращения: 16.03.2021).
3. Зайцев, И. А. Использование технологий типа «цифровой двойник» для построения инновационной системы управления в условиях экономики инноваций / И. А. Зайцев, В. В. Чухрина // Экономика сегодня: современное состояние и перспективы развития (Вектор-2020) : Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых исследователей с международным участием, посвященной Юбилейному году в ФГБОУ ВО "РГУ им. А.Н. Косыгина", Москва, 27 мая 2020 года. – Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный университет имени А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство)", 2020. – С. 230-235.
4. Цехла С.Ю., Симченко Н.А. Цифровой двойник в системе управления промышленным объектом // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. 2020. №3-2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsifrovoy-dvoynik-v-sisteme-upravleniya-promyshlennym-obektom> (дата обращения: 13.03.2022).
5. Полянин, А. В. Концепция управления инновационной деятельностью промышленных систем на основе технологии цифрового двойника / А. В. Полянин, Т. А. Головина // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. – 2021. – Т. 14. – № 5. – С. 7-23. – DOI 10.18721/JE.14501.

Organization Management in the Conditions of Digitalization: the Digital Twin of the Management System

Filippova A.A.

*Dimitrovgrad Institute of Engineering and Technology - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",
Dimitrovgrad, Ulyanovsk region, Russia
e-mail: anyutka7i7@mail*

Abstract – In the article, the author reveals the essence of the concept of a digital double, its main task at the enterprise, the scope of application. Identifies the existing types of digital twins, and also provides a SWOT analysis of the introduction of digital twins into the management mechanism of the enterprise.

Key words: digitalization, optimization, digital twin, management, digital economy, innovation.

ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ УМНОГО ГОРОДА НА КАЧЕСТВО ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Кочеваткина Э.Ф., Боброва А.Г.

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково, Саратовская обл., Россия

Современная урбанистика обуславливает необходимость формирования комфортной городской среды не только в мегаполисах, но и в малых и средних городах, поскольку это выступает одним из основных факторов социального благополучия постоянного проживающих на данных территориях граждан РФ. В данной статье рассмотрен один из методов решения данной проблемы – концепция «умного города»; определены факторы, тормозящие ее разработку и реализацию. Предложено использование модели создания ценности М. Портера как оптимального инструмента реализации концепции «Умного города».

Ключевые слова: умный город, городская среда, цифровое пространство, транспортная система, цепочка создания ценности.

Вопрос обеспечения качества жизни граждан, проживающих в небольших городах РФ, остается наиболее значимой уже на протяжении достаточно длительного времени. Наряду с недостаточной деловой активностью промышленных производств, что обуславливает неудовлетворенность работающего населения условиями и уровнем оплаты труда, дефицит городского бюджета, изношенная городская инфраструктура, потребность повышения эффективности управления обслуживающих объектов и структур, а также их несоответствие современным стандартам, вызывает недовольство жителей практически каждого малого и среднего города. Зачастую недовольство жителей трансформируется в их отток с территории проживания в мегаполисы, которые традиционно рассматриваются населением как территории «благополучного проживания». Проблема миграции трудоспособного населения особенно актуальна для территорий, на которых расположены стратегические производственные предприятия, в том числе предприятия энергетической отрасли.

Помочь в решении городских проблем может внедрение цифровых технологий в процесс управления городским пространством. Одним из комплексных решений повышения качества городской среды выступает реализация концепции «умный город», который интерпретируется как инновационная административная территория, на которой внедряется комплекс технических решений и организационных мероприятий, нацеленных на достижение максимально возможного в настоящее время качества управления ресурсами и предоставления услуг, в целях создания устойчивых благоприятных условий проживания и пребывания, деловой активности нынешнего и будущих поколений [1].

В состав элементов, образующих умный город, по версии Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ включены: городское управление; умное ЖКХ; инновации для городской среды; умный городской транспорт; интеллектуальные системы общественной безопасности; интеллектуальные системы экологической безопасности; инфраструктура сетей связи; туризм и сервис [2]. Но в настоящий момент времени о комплексной реализации данной концепции речь не идет. В большинстве случаев на территории создания умного города внедряются только локальные решения, которые не позволяют достичь тех целевых показателей, достижение которых обеспечивает функционирование комфортной биосоциальной среды, формирующих все условия для экономического и ориентированного на человека развития города.

Несмотря на статус ведомственного проекта федерального уровня и включения в реализацию данной концепции таких технологических лидеров, как Госкорпорация

«Росатом», реализация концепции «Умный город» в городах России сталкивается с рядом тормозящих факторов:

- отсутствие доступных источников финансирования создания инфраструктуры «умного города»;
- наличие конфликта интересов органов региональной власти, генерирующих идею «умного города», и муниципалитетов, вынужденных реализовывать данную идею в условиях несформированной проводящей системы;
- недостаток профессиональных компетенций непосредственных исполнителей данной концепции;
- отсутствие интеграции «умного города» в существующие градостроительные планы;
- несоответствие технических характеристик жилищно-коммунальной и транспортной инфраструктуры стандартам «умного города»;
- недостаточная информированность населения о проекте «умный город»;
- несформированность системы показателей, позволяющих оценить эффективность реализации проекта «умный город» на локальной территории.

Считаем, что нейтрализация факторов, негативно влияющих на процесс внедрения концепции «Умный город», может быть достигнута посредством такого инструмента стратегического планирования, как цепочка создания ценности, предложенная М. Портером.

В приложении к концепции «Умного города» данная модель может выглядеть следующим образом (рис. 1).

Вспомогательная деятельность	Инфраструктура: Создание цифрового пространства; модернизация инженерной инфраструктуры города; Обеспечение эффективной передачи и сбора данных; Формирование платформ для анализа, обработки и управления данными				
	Управление трудовыми ресурсами: Подготовка кадров и повышение квалификации госслужащих, реализующих проект «умный город»				
	Развитие технологий: Обеспечение открытости и прозрачности власти; Система поддержки умных инициатив; Гарантированность взаимовыгодных условий для участников государственно-частного партнерства				
	Материально-техническое снабжение: Топливо-энергетические и водные ресурсы; Технопарки и территориальные кластеры				
	Входная логистика: Создание базы данных о ресурсном обеспечении города; Формирование перечня инвестиционных площадок; Создание дорожной карты реализации концепции «умного города»	Операции: Разработка стратегии цифровизации городского хозяйства; Внедрение интеллектуальной системы управления жилищной и социальной инфраструктуры; Повышение комфорта, эстетики и качества повышения управления городской средой и общественным пространством; Внедрение интеллектуальной транспортной модели города	Внешняя логистика: Разработка и отладка системы мер обеспечения и контроля общественной и экологической безопасности; Внедрение онлайн мониторинга состояния окружающей среды, качества воды, утилизации бытовых и промышленных отходов, исправности противопожарных систем в местах массового скопления населения	Маркетинг: Внедрение цифровых платформ вовлечения населения в решение вопросов повышения качества городской среды; Развитие туристической инфраструктуры; Расширение присутствия в информационном пространстве	Сервис: Обеспечение технологических возможностей вовлечения горожан в процессы управления городом; Развитие краудсорсинговых платформ; Повышение эффективности предоставления общественных услуг при помощи умных технологий
Основная деятельность					

Умный город – комфортная городская среда

Рисунок 1 – Модель цепочки создания ценности в приложении к концепции «Умный город»

В результате такой глобальной трансформации городского пространства будут сформированы комфортные для проживания «умные города», встроенные в межрегиональную и федеральную интеллектуальную сеть и способные в полной мере эффективно использовать свой территориальный и ресурсный потенциал.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Индикаторы умных городов НИИТС 2017 // Акционерное общество «Национальный исследовательский институт технологий и связи». – Москва. 2017. – URL: <http://niitc.ru/publications/SmartCities.pdf> (дата обращения: 18.03.2022).
2. Умный город: ведомственный проект. – URL: <https://russiasmartcity.ru/> (дата обращения: 18.03.2022).

3. Веселова, А.О., Хацкелевич, А.Н., Ежова, Л.С. Перспективы создания "умных городов" в России: систематизация проблем и направлений их решения / А.О. Веселова, А.Н. Хацкелевич, Л.С. Ежова // Вестник ПГУ. Серия: Экономика. – 2018. – №1. – С. 75-89.

The Impact of the Introduction of the Smart City Concept on the Quality of the Urban Environment

Kochevatkina E.F., Bobrova A.G.

Balakovo Institute of Engineering and Technology of the National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Balakovo, Saratov region, Russia

¹*e-mail: EFKochevatkina@mephi.ru,*

²*e-mail: bobro2002@mail.ru*

Abstract – Modern urbanism necessitates the formation of a comfortable urban environment not only in megacities, but also in small and medium-sized cities, since this is one of the main factors of the social well-being of permanent citizens of the Russian Federation living in these territories. In this article, one of the methods of solving this problem is considered – the concept of a "smart city"; the factors hindering its development and implementation are identified. The use of M. Porter's value creation model as an optimal tool for the implementation of the "Smart City" concept is proposed.

Key words: smart city, urban environment, digital space, transport system, value chain.

УДК: 658.5.011

КОНЦЕПЦИЯ «УМНОГО ПРОИЗВОДСТВА» ЧЕТВЕРТОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ РЕВОЛЮЦИИ КАК ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Скорина Е.Э., Волчкова Е.Н.

Балаковский инженерно-технологический институт - филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Балаково, Саратовская область, Россия

В данной статье раскрывается суть четвертой промышленной революции. Рассматривается сущность «умного производства». Описывается перечень инновационных технологий, используемых в «умном производстве». Приводятся статистические данные о количестве высокопроизводительных рабочих мест в России за последние несколько лет. Дается характеристика этапов перехода к «умному производству».

Ключевые слова: «умное производство», индустрия 4.0, фабрики будущего, цифровизация, Smart Manufacturing.

Процесс цифровизации оказывает значительное влияние на трансформацию производственных процессов, что провоцирует возникновение необходимости внедрения инновационных технологий и наиболее эффективных производственных систем. В результате цифрового прорыва перед обществом возникает проблема новой индустриализации. Речь идет о наступлении четвертой промышленной революции («Индустрия 4.0»).

Развитие четвертой промышленной революции подразумевает принципиально новый подход к производству, базирующийся на массовом внедрении информационных технологий в промышленность, а также на масштабной автоматизации производственных процессов и распространении искусственного интеллекта [1].

Изначально «Индустрия 4.0» возникла в западных странах в 2011 г. как проект, ориентированный на повышение конкурентоспособности отрасли обрабатывающей промышленности. Специалистами было предложено внедрить в производственные процессы автоматизированные машины и обрабатывающие центры, связанные с сетью Интернет. «Индустрия 4.0» предусматривает полную цифровизацию жизненного цикла продукции: от разработки до процесса логистики и сервиса. Главной целью стало создание систем, которые позволят машинам в случае необходимости автономно корректировать производственные установки. Эта абсолютно новая структура промышленных систем может быть внедрена поступательно при помощи усовершенствования имеющихся производственных мощностей с точки зрения процесса цифровизации [2].

Одним из аспектов четвертой промышленной революции является внедрение «умного производства» (англ. Smart Manufacturing) в экономику. В перечень инновационных технологий, используемых в сфере «умного производства», можно включить следующие:

- умные заводы и фабрики;
- 3D-технологии в изготовлении продукции;
- умные рабочие места;
- бережливое производство;
- аддитивное производство;
- программное обеспечение по управлению производственным циклом, т.е. MES-системы;
- модульное производство;
- 4D-технологии печати.

Базисом же четвертой промышленной революции станут киберфизические технологии, суть которых заключена в интеграции виртуального пространства и физических объектов. Множество программ будет работать на основе искусственного интеллекта, в способности которого входит как выполнение четко определенной последовательности действий, так и использование данных от разных источников с целью своевременной корректировки хода работы.

В ходе развития «умного производства» возникают новые требования к качеству человеческого капитала, т.е. к знаниям, навыкам, компетенциям персонала. Согласно данным Росстата, число высокопроизводительных рабочих мест в период с 2017 по 2020 гг. возросло на 28,24%. [3]

Динамика изменения числа высокопроизводительных рабочих мест по России в целом представлена на рисунке 1.

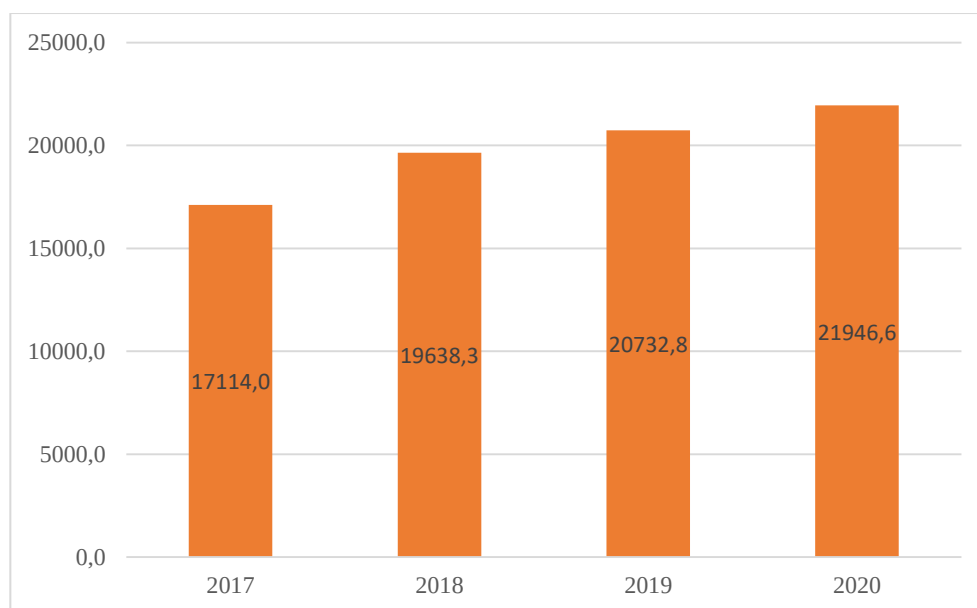


Рисунок 1 – Число высокопроизводительных рабочих мест, шт

Данная концепция предполагает использование обширной совокупности технологий и, как следствие, необходимость поэтапного перехода. Существует всего три этапа перехода к концепции «умного производства», соответствующих конкретным видам фабрик будущего (англ. Factories of the Future). Эрастос Филос, координатор ИКТ-проектов в рамках Седьмой рамочной программы Европейского Союза по научно-технологическому сотрудничеству, выделяет три вида фабрик будущего: цифровые фабрики (Digital Factory), умные фабрики (Smart Factory) и виртуальные фабрики (Virtual Factory) [4]. Характеристики данных видов производств отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики видов фабрик будущего

Вид	Характеристика
Цифровые фабрики (Digital Factory)	Основная задача – разработка моделей выпускаемых продуктов при помощи методов цифрового проектирования и моделирования. Данные методы используются на стадии исследований и разработок. Далее создается «цифровой макет» (Digital Mock-Up, DMU), «цифровой двойник» (Digital Twin), опытный образец, осуществляется выпуск мелкой серии или отдельных изделий, кастомизированных согласно требованиям заказчика.
Умные фабрики (Smart Factory)	Основная задача – серийный выпуск изделий при сохранении максимально возможной гибкости производства с помощью высокого уровня автоматизации и роботизации предприятия.
Виртуальные фабрики (Virtual Factory)	Основная задача – проектирование и производство глобально конкурентоспособной продукции нового поколения в кратчайшие сроки за счет интеграции цифровых и умных фабрик в сеть. Виртуальная фабрика подразумевает наличие информационных управленческих систем предприятия, которые позволяют осуществлять разработку и использовать в виде единого объекта виртуальную модель всех процессов (организационных, технологических, логистических и т.д.) на уровне глобальных цепочек поставок и на уровне распределенных производственных активов.

Развитие российской экономики в условиях новой индустриализации направлено на создание цифровой экономики, в которой будет преобладать высокотехнологичная промышленность. Технологии Четвертой промышленной революции все больше проникают в производственные процессы, постепенно становясь неотъемлемым аспектом. Так, например, на заводе «АэроКомпозит-Ульяновск» роботы выполняют значительную часть технологических этапов производственного процесса. Также роботизация была внедрена и на топливозаправочном комплексе «Газпром нефть»: впервые в России налив авиационного топлива был осуществлен при помощи робота-манипулятора совершенно автономно, т.е. без участия персонала [5].

Кроме того, в Агрохолдинге «Степь» применяется «умное» земледелие, цифровая трансформация молочных ферм, рабочие процессы полностью автоматизированы при помощи систем управления AfiFarm [6].

Таким образом, внедрение концепции «умного производства» является стратегически важным направлением в области промышленности и развития экономики России в целом. Современное производство уже приблизилось к революционным изменениям, поэтому в скором времени применение концепции «умного производства» станет единственным рациональным путем организации всех производственных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Что такое индустрия 4.0 и что нужно о ней знать [Электронный ресурс]. – URL: <https://trends.rbc.ru/trends/industry/5e740c5b9a79470c22dd13e7> (дата обращения: 15.02.2022).
2. Тарасов И. В. // Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденции развития [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-ponyatie-kontseptsii-tendentsii-razvitiya/viewer> (дата обращения: 15.02.2022).
3. Шинкевич А. И., Кудрявцева С.С. // Тенденции бизнес-решений в развитии интеллектуального производства [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tendentsii-biznes-resheniy-v-razviti-intellektualnogo-proizvodstva/viewer> (дата обращения: 18.02.2022).
4. Этапы перехода к умному производству [Электронный ресурс]. – URL: https://studopedia.net/16_47103_etapi-perehoda-k-umnomu-proizvodstvu.html (дата обращения: 19.02.2022).

5. Авдеева И. Л., Цысов А. С. // Современный анализ и перспективы развития цифровых технологий в промышленных экономических системах [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennyy-analiz-i-perspektivy-razvitiya-tsifrovyyh-tehnologiy-v-promyshlennyh-ekonomicheskikh-sistemah/viewer> (дата обращения: 24.02.2022).
6. Мерзликина Г. С. // Экономическая эффективность «умного производства»: от целевых установок к регламентации [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskaya-effektivnost-umnogo-proizvodstva-ot-tselevykh-ustanovok-k-reglamentatsii/viewer> (дата обращения: 25.02.2022).

The Concept of "Smart Production" of the Fourth Industrial Revolution as One of the Development Directions of the Russian Economy

Skorina E.E.¹, Volchkova E.N.²

Balakovo Institute of Engineering and Technology - branch of the National Research Nuclear University MEPhI, Balakovo, Saratov region, Russia

¹*e-mail: licavvy@gmail.com*

²*e-mail: volchkova@yandex.ru*

Abstract – This article reveals the essence of the fourth industrial revolution. The essence of "smart production" is considered. The list of innovative technologies used in "smart production" is described. Statistical data on the number of high-performance jobs in Russia over the past few years are given. The characteristics of the stages of transition to "smart production" are given.

Key words: smart manufacturing, industry 4.0, factories of the future, digitalization, Smart Manufacturing.

УДК 339.138

ЦИФРОВЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ МАРКЕТОЛОГА В УСЛОВИЯХ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА

Кочеваткина Э.Ф., Попова А.Р.

Балаковский инженерно-технологический институт — филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково, Саратовская обл., Россия

Динамичная трансформация социально-экономического пространства обусловила необходимость использования новых методов производства и ведения бизнеса. Наряду с производственными технологиями изменениям подвержена и маркетинговая деятельность. Для того, чтобы соответствовать новым реалиям маркетологу следует овладеть диджитал-компетенциями. Исходя из данной преамбулы, в статье рассмотрены и структурированы знания, умения, навыки и личностные качества, которыми должен обладать диджитал-маркетолог на современном этапе общественного развития.

Ключевые слова: цифровизация, диджитал-маркетолог, знания, умения, навыки, матрица компетенций, профиль компетенций.

Цифровая трансформация в современных реалиях становится зачастую единственным способом получения конкурентных преимуществ организацией на рынке. Быстрый переход к "цифре" обусловил целый ряд факторов, в числе которых наиболее значимыми являются отсутствие барьеров (физических, правовых и экономических) доступа к Интернету, развитие электронной коммерции, пандемия, обусловившая изменение архитектуры практически каждого хозяйствующего субъекта. И в этом процессе единственным препятствием на пути

диджитализации стала недостаточность компетенций работников.

Культура организации, работающей по принципам четвертого технологического уклада, в современных реалиях должна быть абсолютно новой. Для становления новой культуры необходимы: открытость сотрудников для команды и новых возможностей; видение ситуации на системном уровне; высокая скорость анализа данных и работы с ними [1].

Все элементы существования организации в интернет-пространстве охватывает сфера профессиональной деятельности диджитал-маркетолога, который в рамках своих функциональных обязанностей обладает и использует набор инструментов по привлечению клиентов средствами цифровых технологий. Другими словами, осуществляет Интернет – маркетинг при содействии рекламы и инструментов продвижения на носителе, не связанным с сетью Интернет. Такое направление стало актуальным при интенсивном распространении гаджетов, а так же множестве коммуникационных платформ, размещенных в телефонах. Фирмам и предприятиям стало важным налаживать контакт с потребителями через различные информационные каналы. Отличие между диджитал- и интернет- маркетингом заключается в том, что первый учитывает персональные особенности пользователя, в то время как последний опирается лишь на статистику охвата.

Диджитал-маркетологи с помощью цифровых систем аналитики изучают свою целевую аудиторию, а так же выявляют наиболее распространенный канал воздействия на нее. Работа диджитал-маркетологов основана на следующих каналах распределения данных [2]: цифровые Медиа, ТВ, радио и аккаунты блогеров; мобильные приложения, мессенджеры, игры; SMS, MMS и e-мэйл рассылки; продающие лендинги, интернет-магазины и витрины; контекстная и таргетированная реклама.

Самый эффективный и наиболее часто используемый инструмент диджитал-маркетологами – видеоконтент, а канал – мессенджеры. Возможности последних очень гибки, так как разные каналы коммуникации позволяют получить полную информацию, дополняемую различными источниками. При этом охват аудитории больше, а затраты – меньше по сравнению с обычной рекламой. Эффективное сочетание каналов позволит увеличить объем продаж и создать бренд в цифровом пространстве.

Такая сложная многоаспектная профессиональная деятельность на современном этапе общественного развития требует от диджитал-маркетолога наличия ряда профессиональных и универсальных компетенций, а также обладать определенными личностными качествами, которые можно представить в виде матрицы компетенций (табл. 1).

Таблица 1 – Матрица компетенций диджитал-маркетолога

Знания	Умения	Навыки	Личностные качества
Знать: 1.1 классический маркетинг, основы бизнеса и экономики; 1.2 правила конверсии, юзабилити сайта; 1.3 стратегии для узнаваемости бренда и лояльности аудитории; 1.4 запросы, тренды и предложения на рынке	Уметь: 2.1 работать с контекстной рекламой; 2.2 работать с видеорекламой, ретаргетингом; 2.3 анализировать деятельность конкурентов; 2.4 отслеживать инновации в области рекламы; 2.5 создавать презентации и защищать свои идеи	Владеть: 3.1 навыками разработки маркетинговой стратегии; 3.2 опытом проведения исследования рынка; 3.3 методами работы с аналитикой; 3.4 опытом управления командой; 3.5 инструментами планирования и создания контента и технического задания на контент-план; 3.6 навыками продвижения продукта в различных каналах товародвижения	Черты личности: 4.1 аналитическое мышление; 4.2 внимательность; 4.3 коммуникативные навыки; 4.4 эмоциональный интеллект; 4.5 креативность; 4.6 художественный вкус; 4.7 широкий кругозор и любознательность; 4.8 стрессоустойчивость; 4.9 обучаемость; 4.10 лидерские качества и умение брать ответственность за результат

На основании представленной матрицы может быть сформирован профиль компетенций диджитал-маркетолога (рисунок 1), который позволяет оценить степень освоения конкретным специалистом профессиональных и универсальных компетенций, формирующих уровень квалификации диджитал-маркетолога.

В зависимости от оценочных суждений, принимающих вид баллов по каждому из оцениваемых критериев, формируется текущий профиль оцениваемого диджитал-маркетолога. В данном случае текущий профиль представляет объективную оценку его знаний, умений, навыков и личностных качеств. Затем текущий профиль сравнивается с нижним порогом профиля и запланированным профилем.

Под нижним порогом профиля понимаются минимальные требования к профессиональным и личным характеристикам диджитал-маркетолога, то есть те, которые позволяют осуществлять профессиональную деятельность в сфере диджитал-маркетинга.

Запланированный профиль представляет собой высокую степень овладения профессиональными навыками и наличие отменных личностных качеств, которые обеспечивают эффективное выполнение маркетинговых мероприятий и достижение высоких результатов работы.

Текущий профиль, по сути, должен стремиться к запланированному профилю, который в свою очередь должен иметь тенденцию к наложению на идеальный профиль, рассматриваемый как максимально возможный набор профессиональных характеристик, возможных на определенном этапе общественного развития.

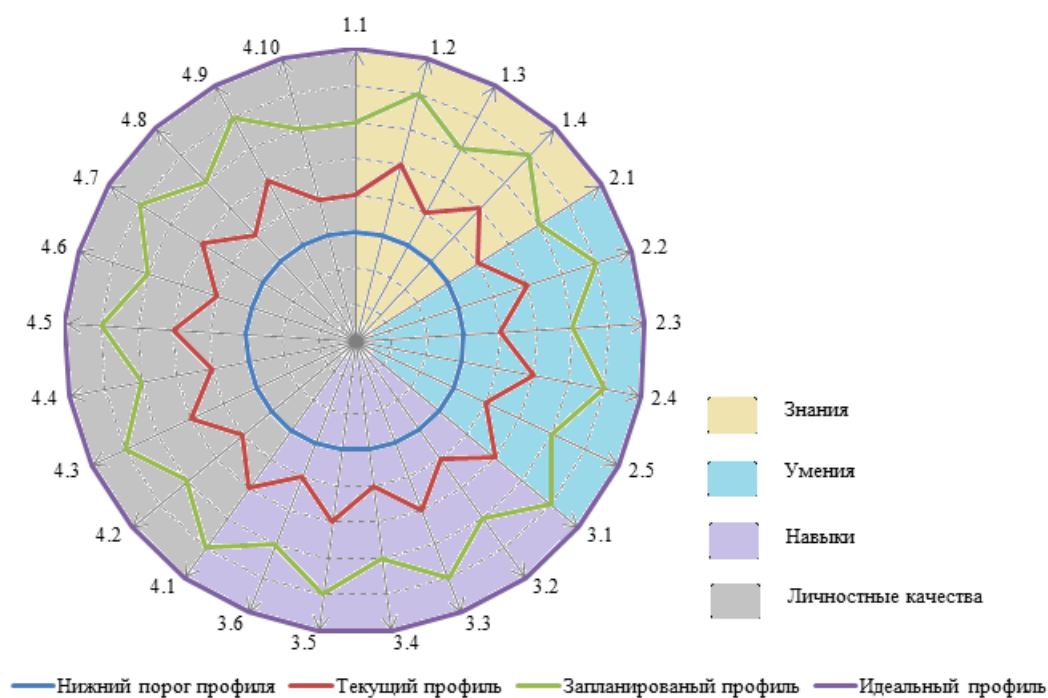


Рисунок 1 – Типология профилей компетенции

Следует помнить, что матрица компетенций, в том числе и диджитал-маркетолога, – не застывшая структура, она подвержена изменениям, которые обусловлены динамичным изменением внешней среды. Поэтому компетенции необходимо периодически пересматривать, так как развитие технологий происходит очень быстро. Для широкого охвата аудитории все больше компаний переходят на диджитал, потому что использование такого рода продвижения гораздо дешевле и эффективнее традиционного аналога.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кто такой «цифровой» лидер, какие новые компетенции важно развивать в цифровых компаниях, и почему ИИ не заменит человека? – URL: <https://smartgopro.com/novosti2/digital3/> (дата обращения:

- 18.03.2022).
2. Приходько, Е. Интернет-маркетинг vs digital-маркетинг. – URL: <https://itkvariat.com/o-raznom/1804-internet-marketing-vs-digital-marketing.html> (дата обращения: 18.03.2022).
 3. Кто такой интернет-маркетолог? – URL: <https://smartwebmarketing.ru/internet-professii/internet-marketolog/> (дата обращения: 18.03.2022).

Digital Competencies of a Marketer in a New Technological Order

Kochevatkina E.F.¹, Popova A.R.²

Balakovo Institute of Engineering and Technology of the National Research Nuclear University MEPHI (Moscow Engineering Physics Institute), Balakovo, Saratov Region, Russia

¹*e-mail: EFKochevatkina@mephi.ru,*

²*e-mail: ppvshh@yandex.ru*

Abstract – The dynamic transformation of the socio-economic space has necessitated the use of new methods of production and business. Along with production technologies, marketing activities are also subject to changes. In order to meet the new realities, a marketer should master digital competencies. Based on this preamble, the article examines and structures the knowledge, experience, skills and personal qualities that a digital marketer should possess at the present stage of social development.

Key words: digitalization, digital marketer, knowledge, skills, experience, competence matrix, competence profile.

УДК 334.028

МОРАЛЬНЫЙ АСПЕКТ – КАК ОДИН ИЗ ОСНОВОПОЛАГАЮЩИХ В ФОРМИРОВАНИИ ЭКОНОМИКИ РОССИИ И ЕЕ РЕГИОНОВ

Телегина Е.А., Анцибор А.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Каждый человек в своей повседневной жизни сталкивается с какими бы то ни было нестандартными, не совсем понятными, а порой и вовсе не предсказуемыми и, казалось бы, не решаемыми ситуациями. Как правило, в таких ситуациях, каждый из нас совершает какие-либо поступки на основании своих жизненных принципов и морального статуса, естественно используя при этом доступные ресурсы. Экономика России и отдельных ее регионов функционирует поэтому же принципу. Моральная составляющая в принятии определенных решений и совершении каких-либо поступков является ключевой. Экономика и мораль – это фундаментальная основа и суть большинства процессов, как на уровне региона в частности, так и на уровне страны в целом. В данной статье было отражено наличие тесной связи между данными понятиями и невозможность существования экономики при отсутствии одного из них. Отличительной чертой Российского общества является именно то, что в любой ситуации, пусть даже самой трудной, оно едино и свои действия осуществляет по всем моральным устоям.

Ключевые слова: Региональная экономика, мораль, сложные ситуации, экономика страны.

Экономика России сложна, многогранна и разнообразна по своей структуре. Экономическое положение России, как одной из самых развитых стран мира имеет свои неоспоримые преимущества, такие как:

- огромные природные ресурсы, национальные богатства;
- выгодное географическое положение;

- занимает значительную долю рынка;
- высокое качество рабочей силы.

Богатство России в экономическом плане измеряется не только в денежном и ресурсном эквиваленте, самое ценное сокровище – это население. Человек - это двигатель любого процесса. Каждый человек индивидуален, именно поэтому процессы, протекающие в пределах страны, региона, конкретных городов разнообразны, многогранны и в большинстве своем зависят от внутреннего настроя и состояния каждого человека.

В критических или же трудных ситуациях, таких как: распространение коронавирусной инфекции, природные катаклизмы, военные действия и т.д., экономическое состояние страны и каждого региона в большей или меньшей степени зависит именно от морального состояния общества.

Экономика и мораль – это фундаментальная основа и суть большинства процессов, как на уровне региона в частности, так и на уровне страны в целом.

Любая деятельность, осуществляемая человеком, в том числе и экономическая должна соответствовать существующим моральным нормам и устоям.

Осуществление экономической деятельности в границах страны, региона, города в сочетании с моральными аспектами поведения гарантирует повышение эффективности любых процессов и достижения желаемых результатов с удовлетворением не только в физическом и материальном плане, но и в духовном и моральном, что является немало важным фактором.

Наличие тесной взаимосвязи между моралью и экономической деятельностью в стране, регионе, городе и положительный итог этого взаимодействия выражается в следующих моральных и экономических аспектах.

Открытость, честность и справедливость в экономических отношениях – это залог и гарантия положительного эффекта от любого рода взаимодействий. Так, например, в любой экономической сделке каждая из сторон данных взаимоотношений заинтересована в наличии гарантии и чистого, видимого, а не мнимого результата. Именно осознание заинтересованности в использовании моральных норм, как некого ориентира нравственного поведения в любых действиях и поступках на жизненном пути людей, в том числе в экономической сфере – это не просто культурно и нравственно, это гарантия успешного взаимодействия.

Внимание к состоянию здоровья работников организации для создания комфортных условий труда, как следствие к повышению производительности, а увеличение данного показателя гарантирует повышение эффективности деятельности предприятия и экономической составляющей региона и страны.

Создание комфортных условий и приятного морального климата в организации в частности или же в стране в общем, является основополагающим аспектом, что стимулирует работников или же население страны и повышает их заинтересованность в процессе экономической деятельности или экономической сфере в принципе, а как итог приводит к планируемому результату.

Поддержка в экономических процессах таких понятий, как коммуникабельность, искренность. Ведь, гораздо проще и удобнее выражать свои мысли прямо, излагать то, о чём думаешь понятным и доступным языком. Использовать умение, словом заинтересовать оппонентов в перспективности дальнейшего сотрудничества.

Взаимоуважение по отношению друг к другу у экономических субъектов в процессе осуществления каких-либо взаимодействий является основополагающим. Диалог вести приятнее, удобнее и эффективнее проявляя по отношению к другому человеку чувство уважения и искренность.

Чувство самоуважения в экономических отношениях также занимает весомое место и имеет большое значение. Ведь человек уважая себя, будь то повседневная жизнь или же экономические взаимодействия в рамках страны или же региона, становится гарантом добропорядочности и с такими людьми, как правило, хотят взаимодействовать снова и снова, что в экономических отношениях не менее важно. Невозможно произвести правильное

впечатление на окружающих и вызвать чувство уважение по отношению к себе, не уважая себя.

Порядочность – это умение сохранить свой авторитет и иметь исключительно положительный и высокий статус в результате коммуникаций с другими людьми, как на уровне организаций, так и в масштабе страны, с помощью осуществления своей деятельности с использованием моральных норм и ориентиров.

Контроль над эмоциями – это показатель сильного, рассудительного отношения, в экономическом плане. Умение контролировать себя – это настоящий талант или кропотливый труд, который, как правило, в конечном итоге приводит исключительно к хорошему результату.

Ответственность или другими словами умение отвечать за свои поступки и принимаемые в рамках экономической составляющей решения, что немало важно.

Умение решать вопросы бесконфликтным путём, кропотливость и усердие – это наивысшая степень профессионализма в экономическом плане.

Вывод состоит в том, что лицо человека, как и страны в целом, его сущность, формируется именно из общей совокупности данных моральных аспектов, именно применяя в экономической деятельности, существующие поведенческие нравственные нормы человек, город, регион, страна могут называться по-настоящему достойными и иметь авторитет в экономической сфере. Россия является примером использования моральных норм в экономических отношениях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энрико, Коломбатто Рынки, мораль и экономическая политика. Новый подход к защите экономики свободного рынка / Коломбатто Энрико ; под редакцией Гр. Сапова. – 2-е изд. – Москва, Челябинск : Социум, 2020. – 500 с. – ISBN 978-5-91603-604-6. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/96449.html> (дата обращения: 25.03.2022). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей
2. https://vuzlit.com/471403/ekonomika_moral
3. Экономика: теория и практика : учебное пособие / составители Ф. В. Узунов, Н. В. Рогова, С. О. Ященко. – Симферополь : Университет экономики и управления, 2020. – 268 с. – Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. – URL: <https://www.iprbookshop.ru/108066.html> (дата обращения: 26.03.2022). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

The Moral Aspect is One of the Fundamental Aspects in Shaping the Economy of Russia and its Regions

Telegina E.A.¹, Antsibor A.V.²

*Volgodonsk Engineering and Technology Institute - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: telegina2013@yandex.ru*

²*e-mail: anna-ancibor@yandex.ru*

Abstract – Every person in his daily life is faced with any kind of non-standard, not entirely clear, and sometimes not at all predictable and seemingly unsolvable situations. As a rule, in such situations, each of us performs some actions based on our life principles and moral status, naturally using the available resources. The economy of Russia and its individual regions operates on the same principle. The moral component in making certain decisions and committing any actions is key. Economics and morality are the fundamental basis and essence of most processes, both at the level of the region in particular, and at the level of the country as a whole. This article reflected the presence of a close connection between these concepts and the impossibility of the existence of the economy in the absence of one of them. A distinctive feature of Russian society is precisely the fact that in any situation, even the most difficult, it is united and carries out its actions in accordance with all moral principles.

Key words: Regional economy, morality, difficult situations, country's economy.

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ГРУЗОВЫМИ ПЕРЕВОЗКАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Хайрова Л.Р., Устинова Н.Н.

*Балаковский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Балаково,
Саратовская обл., Россия*

В статье рассматриваются факторы, которые необходимо учитывать при организации грузовых перевозок, наиболее распространенные виды грузового транспорта в РФ, причины их популярности, сравнение способов перевозки груза собственным и наемным транспортом, возможные риски, возникающие при перевозке грузов.

Ключевые слова: грузоперевозка, грузовой транспорт, перевозчик, маршрут, риски.

Процесс организации и управление грузовыми перевозками играет важную роль в деятельности любого предприятия, поскольку грузоперевозки обеспечивают перемещение материального потока между различными экономическим субъектами.

При организации грузоперевозок необходимо учитывать множество факторов, в частности: выбор вида транспортного средства и способ перевозки грузов, выбор перевозчика, определение рационального маршрута доставки, оптимизация параметров транспортного процесса, обеспечение контроля при перевозке груза, умение быстро реагировать и предотвращать появляющиеся при работе логистические риски.

Принимая во внимание влияние перечисленных факторов при выстраивании бесперебойной транспортной деятельности предприятия, следует не забывать о том, что от того, насколько эффективно решаются задачи транспортировки, зависит размер транспортных расходов. Транспортные расходы составляют значительную часть (порядка 15-35%) всех расходов предприятия [1]. Поэтому очень важно правильно организовывать грузовые перевозки, чтобы минимизировать транспортные расходы, что положительно отразится на результатах деятельности предприятия.

Процесс учета и минимизации транспортных расходов зависит от выбора транспортного средства, способа перевозки груза, маршрутизации и т.п.

В свою очередь выбор средства и способа перевозки груза зависит от целей и задач, которые стоят перед производителями и потребителями и от того на сколько эти цели и задачи совпадают.

Грузоперевозки осуществляются разными видами грузового транспорта, являющегося важной составной частью производственной инфраструктуры. Существуют следующие виды транспорта: железнодорожный, автомобильный, трубопроводный, морской, речной, воздушный.

Основными видами транспорта, используемыми предприятиями РФ, в частности Саратовской области, являются автомобильный и железнодорожный транспорт, о чем свидетельствуют данные Федеральной службы государственной статистики и Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области. Так в структуре перевозки грузов по видам транспорта первое место занимает автомобильный транспорт с удельным весом 67,9%, второе место – железнодорожный с удельным весом 17,1% (данные за 2020 г.) [2]. Если рассматривать статистику грузооборота по видам транспорта, то первое место занимает железнодорожный транспорт с удельным весом 47,2%, второе место занимает трубопроводный – с удельным весом 45,7% (данные за 2020 г.) [2].

Согласно данным Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области по показателю «перевезено грузов транспортом, млн.

тонн» первое место занимает автомобильный транспорт, второе – железнодорожный; по показателю «грузооборот транспорта, млрд. т-км» первое место занимает железнодорожный транспорт, второе – автомобильный. [3].

Такое структурное распределение можно объяснить факторами, представленными в таблице 1.

Таблица 1 – Причины выбора автомобильного и железнодорожного транспорта

Автомобильный	Железнодорожный
Разветвленная сеть дорог, возможность доставки груза в любую точку, маневренность, оперативность, регулярность поставки, менее жесткие требования к упаковке товара, высокая скорость доставки на малые расстояния, возможность использования различные маршруты и достаточно быстро их корректировать.	Разветвленная сеть путей, относительно невысокая себестоимость, возможность перевозки различных партий грузов при любых погодных условиях, доставка грузов на большие расстояния, регулярность перевозок (движение по графику), возможность эффективной организации погрузочно-разгрузочных работ.

Следующим немаловажным аспектом при организации перевозки груза является выбор способа перевозки собственным или наемным транспортом (таблица 2).

Таблица 2 – Причины выбора способа перевозки

Наемный транспорт	Собственный транспорт
Малое или среднее предприятие с небольшим объемом производства и поставок. При выборе следует ориентироваться на такие параметры, как надежность перевозчика, время перевозки, сохранность партии и потребительских свойств груза, стабильность предоставления услуги и цены на нее.	Предприятие занимается производством в больших объемах, имеет при этом высокий доход и постоянно наращивает объем поставок. При выборе следует учитывать единовременные затраты на создание собственного транспортного парка и текущие расходы на его содержание и обслуживание.

Для принятия рационального решения по выбору собственного или наемного транспорта предприятию стоит сравнить затраты на использование услуг транспортных организаций и затраты на создание и эксплуатацию собственного автопарка, определить зависимость затрат от объема грузооборота, подвести итоги экономической целесообразности каждого способа, не забывая проанализировать перспективу развития предприятия на ближайшие несколько лет.

Эффективная разработка маршрута перевозки груза – одна из важнейших задач при организации грузоперевозок, так как правильно составленный маршрут обеспечивает быструю доставку груза с минимальным риском повреждения. При составлении маршрута перевозки товарной продукции берется во внимание множество факторов: загруженность дорог, проведение ремонтных работ, состав груза, его вес, габариты, время доставки и т.д. Правильно выстроенный маршрут поможет сэкономить время и топливо, что позволит снизить транспортные издержки.

При осуществлении грузоперевозок с некоторой степенью вероятности могут возникнуть разнообразные риски, возможная классификация которых представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Классификация рисков [4].

Объективные	Субъективные
Природно-климатические: стихийные бедствия, воздействие плохих погодных условий. Политические: законодательные ограничения, вероятность закрытия границы, военные действия. Финансовые: валютные, кредитные, инфляционные, налоговые, риски.	Технические: механическое воздействие на груз, выход из строя транспортных средств и т.п. Коммерчески: срыв поставки, нарушение обязательств контрагентами, невыполнение условий договора перевозки, конфликт с перевозчиком. Социальные: риск утраты в связи с хищением, угоном, поджогом и иных противоправных действиях.

Все вышеперечисленные риски могут возникнуть как при использовании железнодорожного, так и автомобильного (собственного и наемного) транспорта.

Риски, возникшие при перевозке груза, указывают на то, что организация грузоперевозки не была проработана должным образом.

Полностью избежать всех рисков невозможно, но их можно минимизировать, если учесть максимальное количество потенциальных рисков и заранее продумать план незамедлительного реагирования при их появлении.

Таким образом, организация и управление грузовыми перевозками – это сложный процесс, которые требуют особого внимания руководителей соответствующих подразделений предприятия для правильной и слаженной работы. Эффективно налаженная работа по грузоперевозкам позволяет минимизировать логистические издержки, а, следовательно, увеличить прибыль предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьев, М. Н. Логистика / М. Н. Григорьев – URL: https://studme.org/221237/logistika/metody_otsenki_logisticheskikh_zatrat_puti_optimizatsii#942 (дата обращения: 26.02.2022).
2. Транспорт: сайт / Федеральная служба государственной статистики – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/23455> (дата обращения: 05.03.2022).
3. Транспорт: сайт / Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области – URL: <https://srtv.gks.ru/folder/133531> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Риски при перевозке грузов: классификация, способы минимизации – URL: <https://consollex.ru/riski-pri-perevozke-gruzov-klassifikaciya-sposoby-minimizacii/> (дата обращения: 12.03.2022).

Organization and Management of Cargo Transportation of the Enterprise

Khayrova L.R.¹, Ustinova N.N.²

Balakovo Institute of Engineering and Technology – branch of NRNU MEPhI, Balakovo, Saratov region, Russia

¹*e-mail: lyaysan.khayrova@gmail.com,*

²*e-mail: NNUstinova@mephi.ru*

Abstract – The article discusses the factors that must be taken into account when organizing freight transportation, the most common types of freight transport in the Russian Federation, the reasons for their popularity, a comparison of the methods of transporting goods by own and hired vehicles, and possible risks arising from the transportation of goods.

Key words: cargo transportation, cargo transport, carrier, route, risks.

УДК 378:004:005.6

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОСНОВ КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОЕ ОБУЧЕНИЕ»

Чинарева У.А., Агапова С.П.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

«Бережливое производство» – прорывной подход к менеджменту и управлению качеством, обеспечивающий долговременную конкурентоспособность без существенных капиталовложений. Пионером этого подхода стала компания Тойота, которая благодаря его использованию достигла выдающихся результатов. В данной статье раскрывается актуальность внедрения бережливых технологий,

рассматриваются принципы бережливого обучения и анализируются преимущества и недостатки дистанционного обучения с двух сторон: преподавателей и студентов.

Ключевые слова: дистанционное обучение, концепция «Бережливое производство», «бережливое обучение», бережливые технологии, организация учебного места.

В настоящее время концепция «Бережливое производство» достаточно широко используется на предприятиях в технологических процессах производства продукции. С течением времени концепция «Бережливое производство» также нашла свое применение в медицине, офисах и сфере услуг. За последние годы внедрение принципов и инструментов бережливого производства в образовательном процессе представляет немалый интерес. [2]

Под «бережливым обучением» понимается организация учебного процесса, в ходе которой происходит устранение потерь во время подготовки к занятиям, организации освоения дисциплин, что влияет на результативность обучения в системе профессионального образования.

Бережливые технологии в образовательных организациях – это технологии, которые позволяют повысить качество образования с минимальными затратами. Эта система реализует принципы бережливого производства, направленного на выявление и устранение потерь для увеличения производительности труда, а в конкретном нашем случае – производительности обучения. [1]

Внедрение системы бережливого обучения в процессе подготовки студента к занятиям предполагает организацию рабочего места на основе инструмента 5S: создание оптимальных условий, поддержание чистоты, аккуратности, порядка, что обеспечивает экономию энергозатрат и эффективное использование ограниченного ресурса - и времени. Только в таких условиях возможно качественное выполнение заданий и успешное изучение курса.

Ключевые принципы бережливого обучения в целом не отличаются от принципов бережливого производства (хотя и имеют свои особенности) и включают в себя:

- выявление и устранение потерь в обучении;
- непрерывный поток обучения;
- стандартизацию учебного процесса;
- 5S – организацию учебного места;
- визуализацию учебного процесса;
- кайдзен – непрерывное улучшение.

Актуальность данного исследования обусловлена глобальной цифровизацией всех сфер жизни общества и в особенности образования. Благодаря цифровизации появляется возможность повсеместного перехода на гибкий дистанционный режим работы и обучения, что позволит сократить материальные и временные потери людей.

Цель работы состоит в том, чтобы оценить результаты ДО с точки зрения преподавателей и обучающихся, используя концепцию «Бережливое обучение».

Объект исследования - преподаватели и студенты ВИТИ НИЯУ МИФИ, предмет – дистанционное обучение в ВИТИ НИЯУ МИФИ.

Гипотеза исследования – предполагается, что оценка эффективности ДО преподавателями и студентами имеет различия.

В рамках исследования было проведено анкетирование среди студентов 3 и 4 курса ВИТИ НИЯУ МИФИ, направления подготовки экономика и информационные системы и преподавателей этих направлений. Анкетирование проходило с 20 марта по 31 марта 2022 года в онлайн-сервисе Google-Формы. В опросе приняли участие 61 человек, а именно 48 студентов и 13 преподавателей ВИТИ НИЯУ МИФИ.

Результаты проведения опроса среди студентов представлены на рисунке 1.

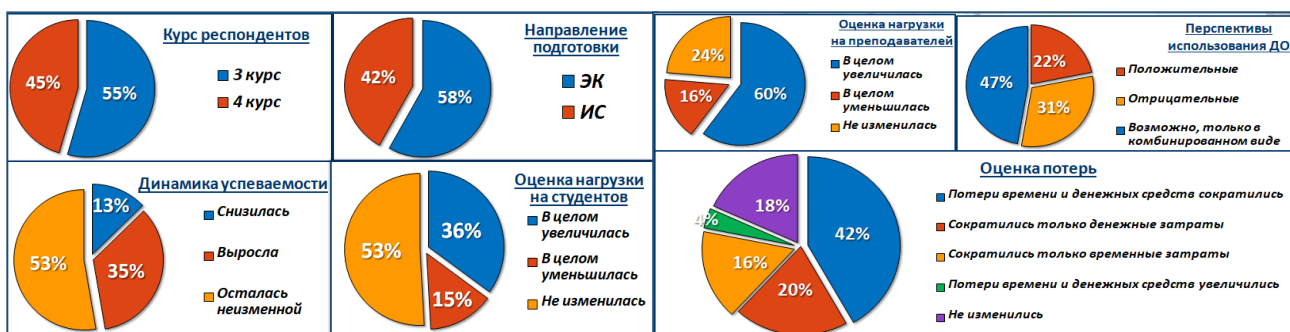


Рисунок 1 – Результаты проведения анкетирования среди студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ

Подведем небольшой вывод по результатам анкетирования обучающихся. По мнению большей части студентов, их успеваемость и нагрузка на ДО не изменилась, нагрузка на преподавателей по мнению студентов - выросла. Не смотря на увеличение свободного времени и удовлетворение дистанционным обучением 47% опрошенных считают, что ДО возможно только в комбинированном виде. 42% студентов высказались о том, что потери времени и денежных средств на ДО сократились и только 4% считают, что наоборот выросли.

Результаты проведения опроса среди преподавателей представлены на рисунке 2.

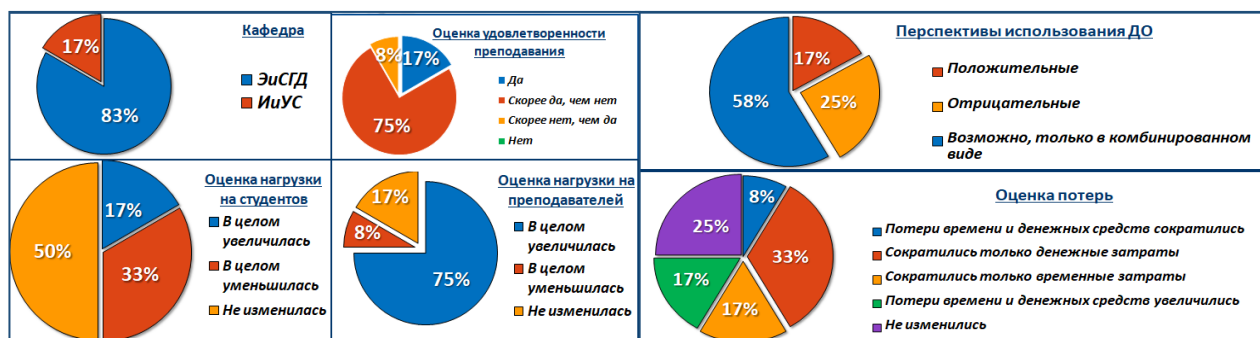


Рисунок 2 – Результаты проведения анкетирования среди преподавателей ВИТИ НИЯУ МИФИ

Результаты опроса преподавателей показали менее оптимистичные оценки ДО. На вопрос удовлетворены ли вы процессом преподавания ДО 75% ответили, что скорее да, чем нет. Большая часть опрошенных считают, что нагрузка на студентов не изменилась, нагрузка на самих преподавателей выросла. 58% респондентов считают, что ДО возможно только в комбинированном виде. Только 8% преподавателей высказались, что потери времени и денежных средств на ДО сократились и 17% считают, что наоборот выросли.

В результате анализа полученных данных, гипотеза была частично подтверждена. Были выявлены последствия и потери, которые не являлись очевидными в начале исследования, и в большей степени осознаются преподавателями и в меньшей степени студентами (потеря здоровья, износ техники).

Действительно представления ДО преподавателей и студентов имеют различия. Мнение преподавателей о ДО носят более пессимистический характер (ухудшение здоровья, отсутствие контроля за выполнением заданий), нежели мнение студентов, так как они видят больше преимуществ в таком учебном формате (свобода от наблюдения).

ДО оказало как положительное, так и отрицательное воздействие на учебный процесс и его участников, так, например, появилась возможность учиться и работать из любой точки мира, развивать навык самообразования. В тоже время ДО оказало негативное влияние на здоровье, сократилось социальное взаимодействие, увеличилось время процесса подготовки к занятию и его организации, была утеряна обратная связь, не говоря уже о технических проблемах с оборудованием и выходом в сеть Интернет.

В реальных условиях ДО может быть использовано только в самых критических моментах, которым явилась пандемия COVID-19, может быть применено в других форс-мажорных обстоятельствах: командировках преподавателей, плохих погодных условиях.

Также при проведении студенческих конференций, путем объединения участников из разных городов. Либо комбинироваться с традиционными формами обучения для достижения максимального эффекта с точки зрения принципов и инструментов бережливого обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ваганова О.В., Кумаргей А.С. Повышение качества образовательных услуг на основе внедрения технологий бережливого производства в НИУ «БелГУ» // Научный результат. Экономические исследования. 2019. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-kachestva-obrazovatelnyh-uslug-na-osnove-vnedreniya-tehnologiy-berzhlivogo-proizvodstva-v-niu-belgu> (дата обращения: 22.03.2022).
2. Суйкова, О. А., Технологии бережливого производства в системе образования // Инновационное развитие профессионального образования. 2021. №3 (31). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologii-berzhlivogo-proizvodstva-v-sisteme-obrazovaniya> (дата обращения: 25.03.2022).

Evaluation of the Effectiveness of Distance Learning Using the Basics of the Concept of "Lean Learning"

Chinareva U.A.¹, Agapova S.P.²

Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹*e-mail: uliana767@mail.ru*

²*e-mail: svetlana-1164@mail.ru*

Abstract - "Lean Manufacturing" is a breakthrough approach to management and quality management that ensures long-term competitiveness without significant capital investments. This approach was pioneered by Toyota, which has achieved remarkable results through its use. This article reveals the relevance of introducing lean technologies, discusses the principles of lean learning and analyzes the advantages and disadvantages of distance learning from two sides: teachers and students.

Key words: distance learning, the concept of "Lean manufacturing", "lean learning", lean technologies, organization of the educational place.

УДК 658

ПЕРЕХОД НА ПАРТНЕРСКУЮ БАНКОВСКУЮ МОДЕЛЬ ПРИ КРЕДИТОВАНИИ МАЛОГО И СРЕДНЕГО БИЗНЕСА

Колесникова В.А.

Волгодонский инженерно-технический институт - филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (ВИТИ НИЯУ МИФИ), г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной статье рассматривается основная проблема недостаточности кредитно-инвестиционных ресурсов как для малых, так и средних предприятий (МСП), а также их неэффективных взаимодействий с банковским сектором. В работе обозначена роль малого и среднего бизнеса в экономике нашего государства. Рассмотрен переход от потребительской банковской модели к партнерской в условиях посткарантинной политики за период 2020-2022 гг. Кроме того, были проанализированы проблемы взаимодействия банков с предприятиями и предложены пути их решения. В заключении сделан вывод об эффективности перехода на партнерскую модель при кредитовании бизнеса.

Ключевые слова: малые и средние предприятия, банковские организации, адаптивное кредитно-инвестиционное обеспечение, партнерская модель, посткарантинная политика.

Взаимоотношения банковского и предпринимательского секторов определяются двумя моделями сотрудничества: существующая («потребительская») и модифицированная («партнерская»), характеризующаяся высоким уровнем взаимного доверия. Кроме того, данная модель учитывает интересы обоих рыночных агентов.

В настоящее время малый и средний бизнес развивается не совсем стремительно, собственных средств из личных сбережений населения недостаточно. Практически каждая фирма малого бизнеса сталкивается с необходимостью привлечения кредитно-инвестиционных средств банков, ввиду ограниченности собственных средств.

Такой важный социально-экономический институт, как малый и средний бизнес, является важным элементом современной экономики. Существование МСП позволяет развивать здоровую конкурентную среду. Предприятия создают огромное количество новых мест для работы граждан, что позволяет устойчиво развиваться обществу в дальнейшем. Также стоит отметить, что они играют важнейшую роль в социально-политической стабильности в стране.

Во время карантина 2020-2022 гг. происходили значительные уменьшения числа субъектов МСП. Но необходимо отметить, что стабилизировались такие важные компании для экономики страны, как средние предприятия. Временно была приостановлена деятельность субъектов малого и среднего бизнеса ввиду пандемии и жесточайших ограничений. Локдауны привели некоторые предприятия различных государств к полному безвыходному банкротству.

Проблемы взаимоотношений между банками и МСП заключаются в высоких уровнях процентных ставок, что создает сложности в выдаче залогов и кредитов. Происходят заметные несоответствия сроков и сумм ссуд для малых и средних предприятий. Вышеуказанные проблемы делают бизнес непривлекательным для банковского сектора.

Так как банки нестабильно развивают свою деятельность, происходит и отзыв их лицензий, что не положительно влияет на процессы кредитования предприятий. Бизнес заинтересован в надежности банков, которые являются партнерами по той или иной сделке.

Особенно в наше время рассматриваемые экономические агенты экономики находятся в сложном положении. Во-первых, при выдаче кредитов предприятиям банки используют давно сформированный подход, то есть они не учитывают желания малых фирм и даже не склоняются менять условия договоров при сделке.

Во-вторых, банки не очень часто доводят информацию до предприятий о том, что для них могут действовать выгодные предложения и услуги, что влечет за собой не доверительное отношение между данными субъектами.

В-третьих, банковский сектор имеет множество причин для отказа в выдаче ссуды. Причины отказа сформировались из-за давнего недоверия банков к бизнесу, который в свою очередь не выполнял свои обязательства, то есть не возвращал временные заемные средства.

Поэтому, стоит сделать вывод, что банковское законодательство России не учитывает специфику кредитования малых и средних предприятий.

В ходе работы была предложена такая система, как адаптивное кредитно-инвестиционное консультирование. Суть данной системы заключается в систематизации предоставления информации и консультаций по вопросам как государственных, так и частных кредитов для предприятий малого и среднего бизнеса, а также и индивидуальным предпринимателям. Такое внедрение может успешно обернуться для банковского бизнеса, так как его проведение не несет в себе особых сложностей.

В качестве заключения, хотелось бы отметить то, что в настоящее время необходим переход на партнерскую банковскую модель. Помимо этого, внедрение адаптивного консультирования позволит улучшить взаимодействие банков и предприятий, относящихся к предприятиям малого и среднего бизнеса. Банки смогут привлечь к себе новых клиентов и повысить уровень доверия к ним, а предприятия будут продолжать развиваться в той или иной сфере с помощью заемных средств кредитных организаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдеева Д.А. Доверие в России и его связь с уровнем экономического развития // *Общественные науки и современность*. 2019. № 3. С. 79–93.
2. Белев С.Г., Комарницкая А.Н., Тищенко Т.В., Могучев Н.С. Международный опыт бюджетной поддержки экономики в условиях пандемии // *Мониторинг экономической ситуации в России: тенденции и вызовы социально-экономического развития*. 2020. № 10 (112). С. 104–124. (<https://www.iep.ru/upload/iblock/259/11.pdf> Дата обращения: 27.04.2021.)
3. Березина Е. Заем вне доступа // *Российская газета*. 2016. № 117 (6985). (<https://rg.ru/2016/05/31/potrebnost-malogo-i-srednego-biznesa-v-kreditah-uvelichilas.html> Дата обращения: 19.05.2021.)
4. Егорова Н.Е., Королева Е.А. Методы повышения уровня доверия как основа согласования экономических интересов малого промышленного бизнеса и банков // *Теория и практика институциональных преобразований в России: сб. науч. трудов / под ред. Б.А. Ерзнкяна. М.: ЦЭМИ РАН, 2018. С. 144–155.*

Transition to a Partner Banking Model for Lending to Small and Medium-Sized Businesses

Kolesnikova V.A.

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute- a branch of the Federal State Autonomous Educational institution of Higher Education "National Research Nuclear University" MPhI» (VITI NRNU MPhI), Volgodonsk, Rostov region, Russia
e-mail: viti@mephi.ru*

Abstract – This article discusses the main problem of insufficient credit and investment resources for both small and medium-sized enterprises (SMEs), as well as their inefficient interactions with the banking sector. The paper identifies the role of small and medium-sized businesses in the economy of our state, considers the transition from a consumer banking model to a partner model in the conditions of post-quarantine policy for the period 2020-2022. In addition, the problems of interaction between banks and enterprises were analyzed and ways to solve them were proposed. In conclusion, the conclusion is made about the effectiveness of the transition to the partner model in business lending.

Key words: small and medium-sized enterprises, banking organizations, adaptive credit and investment support, partner model, post-quarantine policy.

УДК 331

GIG ECONOMY КАК НОВАЯ ФОРМА ВЕДЕНИЯ БИЗНЕСА

Миляева Н.В., Шаталин А.Н., Лукина Е.И.

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», г. Балаково, Саратовская обл., Россия

В статье рассмотрено понятие «гигномика» («gig есопому»). Выделены характерные черты, присущие данной модели ведения бизнеса. Проанализированы существующие платформы для взаимодействия работника и работодателя в условиях gig есопому, а также рассмотрены данные, сигнализирующие о степени распространённости gig есопому в разных государствах. Выявлены преимущества и недостатки гигэкономики, разработаны меры по устранению отрицательных черт.

Ключевые слова: «gig есопому», «гигэкономика», модели ведения бизнеса, фриланс, дистанционная работа.

Под влиянием развития информационных технологий осуществляется цифровая трансформация всех сфер жизни общества, в том числе и экономической. Происходит

возникновения и становление новой экономической модели, стимулирующей развитие многообразия форм краткосрочной занятости. Именно в таких условиях происходит становление гигномики.

Под термином «гигномика» понимается форма ведения бизнеса, в основе которой лежит труд внештатных работников [1].

Характерными чертами гигномики являются:

1) Отсутствие постоянного трудоустройства работника, при этом работник может быть связан трудовыми отношениями одновременно с несколькими работодателями и выполнять несколько работ параллельно.

2) Оплата труда осуществляется по факту выполнения работ, а не ежемесячно.

3) Пенсионными, налоговыми и прочими отчисления работник занимается самостоятельно.

4) Отсутствие чёткого рабочего графика.

Взаимодействие между работником и работодателем в условиях гигномики происходит на платформах труда, предоставляющих определённые виды работ и задач, и платформах капитала, которые образуют связь между владельцем активов с арендаторами [2].

Платформами труда являются Uber, Task Rabbit, Zomato и др. Пользователи данных платформ могут выполнять работы одновременно нескольких заказчиков, например курьер, осуществляющий доставку еды на платформе Zomato, в свободное для себя время способен подрабатывать водителем в Uber [2].

Платформами капитала выступают Arbnb, Zipcar, Hertz и др. Например компания Zipcar осуществляет предоставление автомобиля в прокат [2].

Степень сформированности гигномики в разных странах может сильно отличаться. Так, в России в 2021 году в сегменте гигномики занято 2 млн. человек, при этом в США только в 2020 году в аналогичном сегменте было занято 93 млн. человек.

По прогнозам Financial Times, уже к 2050 году 83% трудоспособного населения будут задействованы в сегменте гигномики.

Помимо этого, в 2020 году число фрилансеров составляло 20-30% от общего числа трудоспособного населения. Одновременно с этим 54,1% работающих на фрилансе совмещают постоянную работу в штате компании и подработку [3].

Развитие gig есопому как и любое общественное явление можно рассматривать как процесс, оказывающий и положительное, и негативное влияние.

Найм сотрудников в штат всегда связан с большими временными затратами, поэтому размещение определенных задач на платформах для фриланса способствует сокращению временных затрат.

С помощью данной модели ведения бизнеса компании экономят ресурсы на адаптацию сотрудника в коллективе, передачу дел и первичное обучение.

Для специалиста работа во внештатном режиме обладает не только положительными чертами, но и отрицательными. В основном выделяют следующие преимущества модели gig есопому, представленные на рисунке 1.

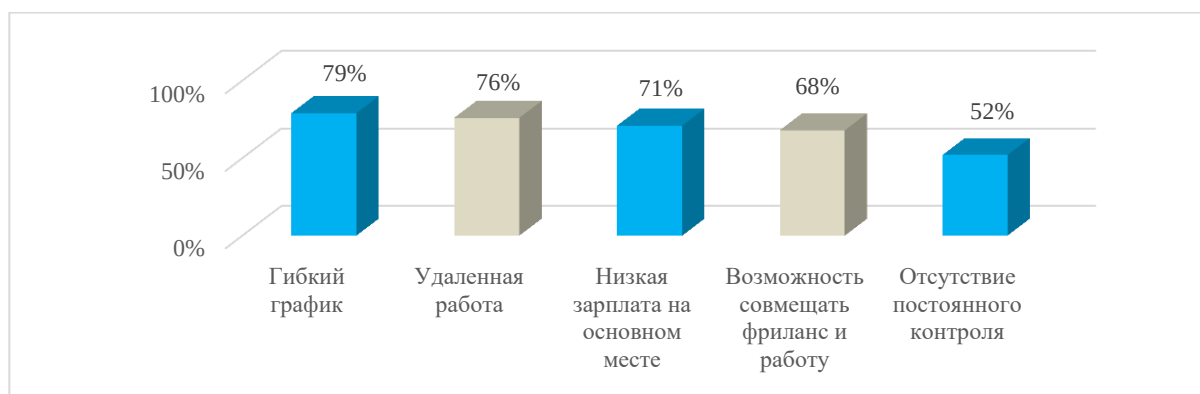


Рисунок 1 – Ключевые факторы привлекательности модели фриланса, %

Многие фрилансеры в gig есопому считают, что их статус дает им большую гибкость - возможность самостоятельно выбирать время и дни работы. Задание дается контрактному работнику с конечной датой его выполнения, и, как и когда он выполнит эту задачу, зависит от самого работника.

Работники Gig-экономики могут найти для себя широкий выбор рабочих мест. Вместо схожих монотонных заданий, которые нужно выполнять каждый день, каждый проект может быть наполнен различными элементами, которые делают работу интересной [4].

Стоит отметить, что с вольнонаемными работниками часто не подписывают контракты и, как правило, из-за отсутствия трудового договора возникают проблемы с получением заработной платы [5].

Для гиг-работников полностью отсутствуют гарантии социальной защищенности [6].

Изоляция, отсутствие культурной солидарности, является одной из проблем модели gig есопому. Такое положение снижает активность работника и уровень стресса [4].

Таким образом, развитие digital-технологий привело к преобразованию социально-экономических процессов. Цифровизация всех отраслей стало главным движущим фактором, повлиявшим на появление модели gig есопому, а также на рост популярности новых видов частичной и нестандартной занятости на образовавшемся открытом рынке труда. Данная модель способна открыть большие возможности для развития предпринимательства, в частности, дать возможность сократить издержки и использовать высвобожденные ресурсы на повышение эффективности деятельности компаний. Однако на данный момент gig есопому столкнулась с рядом проблем, которые существенно тормозят ее развитие. Основной проблемой является отсутствие рабочей политики в отношении нестандартных форм занятости, что связано с незащищенностью работников. Чтобы преодолеть этот недостаток, необходимо разработать меры регулирования нестандартных форм занятости со стороны государства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаммершмидт, А.А. Недостатки гиг-экономики в условиях глобализации / А.А. Гаммершмидт, Е.В. Логинова // Молодой ученый. – 2020. – № 26 (316). – С. 98-99. – URL: <https://moluch.ru/archive/316/72097/> (дата обращения: 27.11.2021).
2. Баник, Н. Распространение гигномики: тренды и эффекты / Н. Баник, П. Милинд // Форсайт. 2021. №1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rasprostranenie-gignomiki-trendy-i-effekty> (дата обращения: 27.11.2021).
3. Гиг-экономика: как перейти на новый формат работы // vc.ru, 2020. — URL: <https://vc.ru/u/574744-professionally-4-0/162889-gig-ekonomika-kak-pereyti-na-novyy-format-raboty> (дата обращения: 27.11.2021).
4. Логинова Е.В. Преимущества гиг-экономики в условиях глобализации // Актуальные вопросы экономических наук и современного менеджмента: сб. ст. по матер. XXXIV междунар. науч.-практ. конф. № 5(27). – Новосибирск: СибАК, 2020. – С. 28-33.
5. Клименко, А. Gig есопому: что такое экономика свободного заработка / А. Клименко // PaySpace Magazine Global, 2020. – URL: <https://psm7.com/business/gig-economy-cto-takoe-ekonomika-svobodnogo-zarabotka.html> (дата обращения: 28.11.2021).
6. Покида, А.Н. Система социальных гарантий и льгот в сфере занятости и оплаты труда наемных работников, ее эффективность и влияние на их трудовую активность в официальной экономике / А.Н. Покида, Н.В. Зыбуновская // Портал социологических данных РАНХиГС, 2017. – URL: <https://social.ranepa.ru/tsentry-i-instituty/tsentr-sotsialno-politicheskogo-monitoringa/issledovaniya/48-sistema-sotsialnykh-garantij-i-lgot-v-sfere-zanyatosti-i-oplaty-truda-naemnykh-rabotnikov-ee-effektivnost-i-vliyanie-na-ikh-trudovuyu-aktivnost-v-ofitsialnoj-ekonomike> (дата обращения: 28.11.2021).

Gig Economy as a New Form of Doing Business

Milyaeva N.V.¹, Shatalin A.N.², Lukina E.I.³

Balakovo Institute of Engineering and Technology of the National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Balakovo, Saratov region, Russia

¹e-mail: askarada@mail.ru

²e-mail: shatalin_aleksandr-2001@mail.ru

³e-mail: katalukina2001@mail.ru

Abstract – The article considers the concept of "gig economy". The characteristic features inherent in this business model are highlighted. The existing platforms for interaction of the employee and the employer in the gig economy are analyzed, as well as the data, signaling the degree of prevalence of gig economy in different states, are considered. Advantages and disadvantages of gig economy are revealed, measures to eliminate negative features are developed.

Key words: «gig economy», «gig economy», business models, freelancing, remote work.

УДК 338:22

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЁТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЮ ИЗДЕЛИЙ АО «ГРЦ ИМ. В.П. МАКЕЕВА»

Миниханова Д.А., Лобанов В.С.

Трехгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ" (ТТИ НИЯУ МИФИ), г. Трехгорный, Челябинская обл., Россия

В данной статье рассматривается модернизация конструкции сборочной единицы «тележка», которая предназначена для бескрановой перегрузки изделия. В ходе работы был предложен путь увеличения технологичности данной конструкции. Для доказательства целесообразности затрат на модернизацию был выполнен экономический расчёт.

Ключевые слова: экономика, экономическая эффективность, производство, технологичность, себестоимость.

При транспортировке грузов ракетно-космического назначения используются специальное транспортное оборудование. Это оборудование предназначено для доставки специальных грузов с заводов-изготовителей на места эксплуатации, а также для перемещения этих грузов в пределах территории эксплуатирующей организации.

Сборочная единица «тележка» предназначена для бескрановой перегрузки изделия, которое перекачивается по рельсовым путям с одного агрегата на другой.

В процессе анализа конструкции сборочной единицы «тележка» были выявлены следующие проблемы:

- корпус тележки нетехнологичен, вследствие чего тележка имеет высокую себестоимость;
- прихват, ориентирующий изделие относительно рельсового пути, снижает надежность конструкции тележки.

Технологичность конструкции детали напрямую влияет на производительность труда, затраты времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия. От всего вышеперечисленного зависит себестоимость производства изделия. Поэтому для конструктора очень важно увеличивать технологичность конструкции разрабатываемой детали.

При качественной оценке технологичности детали анализируются следующие показатели:

- конструкция должна быть стандартной или состоять из стандартных и унифицированных элементов;
- для изготовления детали должны использоваться стандартные или унифицированные заготовки;
- точность размеров и шероховатость поверхностей должны быть оптимальными, обоснованными конструктивно и экономически;

- точность и шероховатость поверхностей должны обеспечивать требуемую точность установки, обработки и контроля;
- заготовку следует получать рациональным способом, т.е. с учетом объема выпуска и типа производства;
- должны обеспечиваться доступ к обрабатываемым поверхностям и возможность одновременной обработки нескольких заготовок;
- сопряжения поверхностей деталей различных квалитетов и шероховатости должны соответствовать методам и средствам обработки;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения групповых, типовых и стандартных технологических процессов.[1]

Чертеж сборочной единицы «корпус» представлен на рисунке 1.

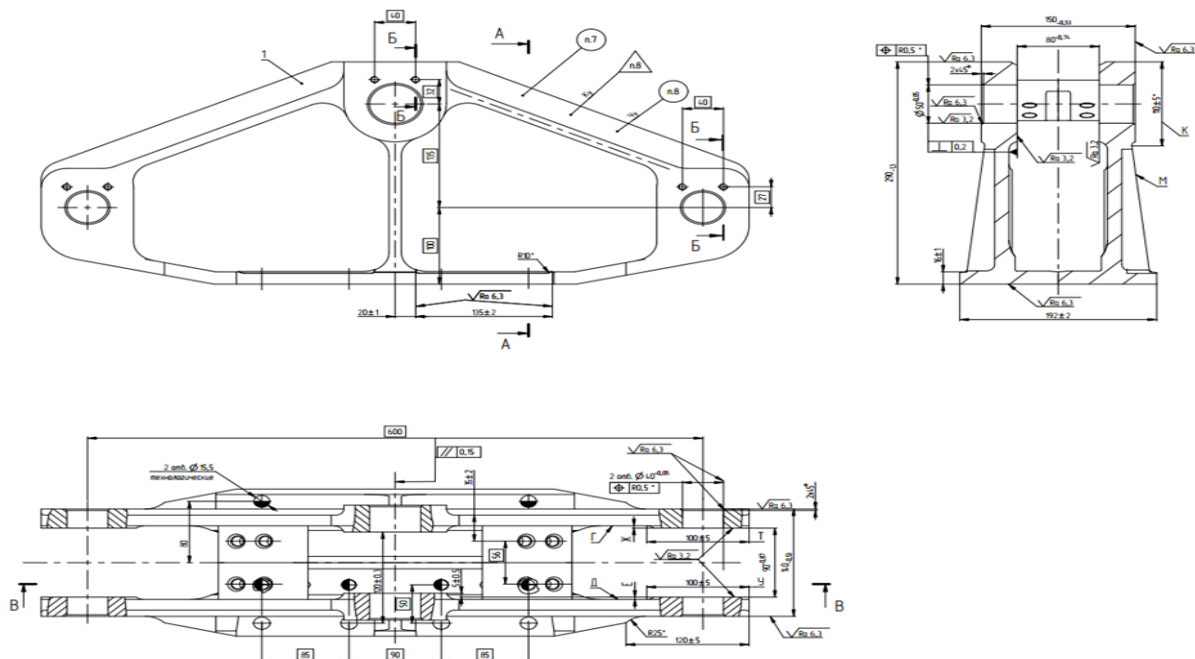


Рисунок 1 – Чертеж сборочной единицы «корпус»

Проведем анализ технологичности сборочной единицы «корпус» по приведенным выше параметрам: конструкция детали в составе своем имеет нестандартные элементы; для изготовления детали используется заготовка, выполненная методом штамповки, с большим количеством сложных нестандартных и неунифицированных поверхностей; с учетом объема выпуска и типа производства, метод получения заготовки нецелесообразен, т.к. несет большие экономические затраты на заготовительное производство.

Исходя из всего вышесказанного, следует вывод, что деталь «корпус» нетехнологична.

В результате модернизации сборочной единицы «Корпус» штампованная заготовка была заменена на несколько заготовок листового проката по ГОСТ 7350-77, которые после дальнейшей механической обработки свариваются между собой в единую конструкцию. Тем самым обеспечивается рациональность метода получения заготовок для производства сборочной единицы «корпус», учитывая объем выпуска и характер производства данной конструкции, и возможность применения групповых, типовых и стандартных технологических процессов при изготовлении конструкции. Снизилось количество нестандартных и неунифицированных элементов.

Для доказательства целесообразности затрат на модернизацию был выполнен экономический расчёт. Для этого необходимо сравнить первоначальную себестоимость изготовления корпуса со стоимостью изготовления корпуса после модернизации.[2]

Для этого необходимо сравнить первоначальную себестоимость изготовления корпуса со стоимостью изготовления корпуса после модернизации. Себестоимость изготовления одной

крышки складывается из стоимости: материалы, электроэнергия, амортизация, купного оборудования, заработная плата рабочих с учётом страховых взносов, накладные расходы.

Себестоимость изготовления находится по формуле 1:

$$C = M + Э + A + З_{от} + СВ + НР, \quad (1)$$

где М – затраты на материалы, руб;
 Э – затраты на электроэнергию, руб;
 А – амортизация покупного оборудования, руб;
 З_{от} – заработная плата, руб;
 СВ – страховые взносы, руб;
 НР – сумма накладных расходов, руб.

Не связанные напрямую с основными производственными тратами, накладные расходы закладываются в себестоимость конечного продукта, увеличивая издержки его производства пропорционально сумме прямых затрат. [3] Накладные расходы включают в себя довольно обширный перечень затратных статей, это могут быть расходы на обучение работников, служебные командировки, износ вспомогательного оборудования, организация работ на объекте и прочие расходы.

Полная себестоимость производства одной сборочной единицы «корпус» по элементам экономических затрат приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Себестоимость производства одной сборочной единицы «корпус тележки»

Наименование затрат	Стоимость затрат, руб
Материалы	25673,96
Электронергия	22750
Заработная плата	49783,2
Страховые взносы	14934,96
Накладные расходы	5657,11
Итого	118799,23

Стоимость готовой сборочной единицы «корпус» до модернизации составляет 983500 рублей. Отсюда следует, что экономическая эффективность модернизации сборочной единицы «корпус» можно рассчитать по формуле 2 [4]:

$$e = \frac{C_n}{C_m} \cdot 100\% \quad (2)$$

где C_н – первоначальная стоимость изготовления корпуса, руб;
 C_м – стоимость изготовления модернизированного корпуса, руб.

$$e = \frac{983500}{118799,23} \cdot 100\% = 827,9\%$$

Такой высокой экономической эффективности удалось добиться благодаря замене штампованных заготовок для сборочной единицы «корпус», на заготовки, вырезанные из листового проката на установке для гидроабразивной резки и круглого проката [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арсенова, Е.В. Справочное пособие в схемах по "Экономике организаций (предприятий)". / Е.В. Арсенова, О.Г. Крюкова. – М.: Финансы и статистика, 2018. – 176 с.
2. Инновационный менеджмент и экономика организаций (предприятий). Практикум. – М.: Вузовский учебник, 2017. - 240 с.
2. Организация производства и менеджмент на машиностроительных предприятиях. Сборник задач.-М.: Высшая школа, 2019. - 216 с.

3. Петрова, В.И. Анализ хозяйственной деятельности машиностроительного предприятия / В.И. Петрова.- Л. Машиностроение; Издание 2-е, перераб. и доп., 2018. - 272 с.
4. Фокина, О. М. Практикум по экономике организации (предприятия) / О.М. Фокина, А.В. Соломка. - Москва: Высшая школа, 2017. - 272 с.

Improving the Economic Efficiency of Production by Making Changes to the Production technology of JSC Makeyev Rocket Design Bureau" SMC (State Missile Centre) named after V. P. Makeev»

Minikhanova D.A.¹, Lobanov V.S.

Tryokhgorny Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Tryokhgorny
¹*e-mail: minihanova_dasha@mail.ru*

Abstract – This article discusses the modernization of the design of the assembly unit "trolley", which is designed for crane-free reloading of the product. To increase the manufacturability of this design in the course of the work, a way was proposed. To prove the expediency of modernization costs, the economic calculation was performed.

Key words: economics, economic efficiency, production, manufacturability, cost.

СЕКЦИЯ

**СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ
ОБЩЕСТВА В ПЕРИОД ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ 4.0**

УДК 113

**ОЦЕНКА ФИЛОСОФСКОЙ ГИПОТЕЗЫ О ВИРТУАЛЬНОСТИ
ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК**

Егоров К.А., Недорубов А.Н.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной работе делается попытка кратко рассмотреть становление и развитие проблематики научно-философской теории о виртуальности вселенной. Затем приводятся конкретизирующие примеры применения основных принципов данной теории к решению инженерно-технических задач современной научной мысли.

Ключевые слова: трансгуманизм; постчеловеческая фаза; цифровой двойник; цифровой двойник АЭС; платформа мультифизической симуляции; «power-by-the-hour».

На современном этапе развития общества большую значимость приобретают технологии создания, обработки, конвертации информации. Сегодня происходит процесс параллельного развития программирования и информационных технологий. Информация перестает быть функциональным инструментом, обеспечивающим взаимодействие людей друг с другом и передачу накопленных знаний последующим поколениям. Но она становится самостоятельным объектом в физическом смысле, у которого есть такие неотъемлемые свойства как плотность, масса, объем. Через них информация оказывает влияние на физические объекты. Возрастающие тенденции внедрения в жизненный цикл различного вида технологий симуляции процессов производства, а также развитие технологий симуляции научных процессов все чаще заставляют задумываться современных философов и ученых всех направлений о гипотезе виртуальности окружающего мира.

Вопрос о виртуальности окружающего мира в современном научном сообществе впервые был рассмотрен шведским ученым Ником Бустромом в 2001 г., в работе «А не живем ли мы в компьютерной симуляции». [1] В ней он впервые поставил важнейшие методологические задачи данной проблемы в целом:

- условия, при которых окружающий нас мир может иметь виртуальный характер;
- общий аналитический расчет, обосновывающий возможность виртуального характера окружающего мира;
- общие аналитические расчеты о том, через какой промежуток времени современное человечество сможет создавать собственные симуляции.

Основная мысль, изложенная Ником Бустромом, основывается на идеях трансгуманизма и, что в «постчеловеческой» фазе развития привычная цивилизация в нашем представлении вымрет. Из этого парадоксального вывода он делает следующие три предположения:

- 1) весьма вероятно, что человечество вымрет до того, как достигнет «постчеловеческой» фазы;
- 2) каждая «постчеловеческая» цивилизация с крайней малой вероятностью будет запускать значительное число симуляций своей эволюции истории или её вариантов;
- 3) мы почти определенно живем в компьютерной симуляции (так как очевидно следующее: что мы не живем в «постчеловеческую» фазу; в настоящий момент времени каждый из нас осознает бытие окружающего, а значит существует);

4) симулируемые существа обладают сознанием, так как мощности оборудования, на котором производится симуляция, позволяют это сделать.

В своей работе Бустром ограничился лишь объемом симулируемого виртуального мира. По аналитическим подсчетам автора, возможных мощностей электронно-вычислительной техники будущих цивилизаций будет хватать, только, чтобы произвести детальную симуляцию виртуального мира размером с солнечную систему.

Данная работа и вопросы, поставленные шведским ученым заставили развернуться бурной полемике во всем научном мире.

И уже в 2016 году на семнадцатой ежегодной научной конференции имени Айзека Азимова были проведены дебаты на тему: «Является ли вселенная компьютерной симуляцией». На данных дебатах присутствовали крупнейшие ученые астрофизики физики-теоретики, космологи люди, рассматривающие подход к изучению современного мира как сложную философскую проблему XXI в. Среди них были Нил ДеГрасс Тайсон (директор Хэйденовского планетария), Дэвид Чалмерс (профессор философии Нью-Йорского Университета), Зоре Давуди (старший научный сотрудник Массачусетского Технологического университета), Макс Тэгмарк (профессор Массачусетского Технологического университета); Лиса Рэндалл (профессор принстонского университета).

В ходе дебатов, участвовавшие ученые так и не смогли прийти к общему взгляду по обсуждаемой проблеме. Более того, по мере того как, некоторые из них пытались опровергнуть гипотезу симуляции, другие не смогли каким-либо утвердительным образом доказать обратное.

Позже была проведена совместная работа физиков-теоретиков из крупнейших университетов и исследователей из корпорации Microsoft, связанная с данной проблемой и посвященная изучению возможности самообучению вселенной - «Автодидактическая Вселенная» [2].

Основная суть данного исследования заключалась в том, что в развитие вселенной был заложен принцип саморазвития по примеру нейросетей (использование методов синергетики) [2]. Смысл их заключался в том, что у вселенной существовали изначально два исходных предположения (набора элементов):

1) Вселенная с момента своего создания наделена способностью к постоянному саморазвитию;

2) Вселенная с момента своего создания была наделена каким-то определенным перечнем простых физических законов, которые впоследствии, случайным образом, эволюционировали.

Таким образом, в современной науке на сегодняшний день уже сформировалась теория о виртуальности вселенной. И её дальнейшее развитие уже получило необходимые векторы.

Если же посмотреть на этот вопрос с точки зрения простого человека (инженера), то у многих возникнет резонный вопрос – а в чем, собственно говоря, сама сущность проблемы? Допустим, вселенная действительно является симуляцией, но как это знание может повлиять на нашу жизнь и на прикладную инженерно-техническую сферу деятельности.

Однако, изучение масштабов затронутых учеными вопросов этой проблемы, говорит, что вопрос этот имеет далеко идущие последствия для определения направления развития современной науки. Начатые исследования уже дают понять, что существуют модели сложных саморазвивающихся динамических миров, обладающих своим сознанием.

Тогда принципы сформулированные авторами этой концепции станут возможным применять при решении целого ряда научно-инженерных задач, таких как:

- изучение ресурса агрегатов и механизмов;
- выработка политики по их техническому обслуживанию и ремонту;
- изучение условий нагрузки, при которых машины и оборудование будут эксплуатироваться;
- исследование возможных сценариев возникновения различного рода аварий и катастроф техногенного характера;

– проведение дорогостоящих исследований в области материаловедения с целью изучения свойств новых материалов, или выявлению новых свойств у уже открытых материалов;

– изучение развития сложных динамических инженерно-технических систем.

Уже сегодня крупные корпорации начинают внедрять подобные технологии в свои производственные процессы. Например, в ГК Росатом разработан цифровой двойник для изучения поведения следующих характеристик [3]:

- динамики жидкости и газа;
- механики твердого тела;
- теплопередачи;
- динамики частиц;
- динамики течений;
- электрохимии;
- электромагнетизма.

Компания Rolls Royce внедрила подход к техническому обслуживанию своей продукции – «power-by-the-hour» [4]. Смысл заключается в том, что потребитель при приобретении товара у производителя заключает с ним договор по техническому обслуживанию и ремонту, производя определенные ежемесячные отчисления. В рамках данного договора при выходе из строя изделия потребитель перестает производить взносы и не платит за новые детали. Данные обязанности остаются за производителем. Для того, чтобы обеспечить максимальный ресурс работы изделия и максимально повысить эффективность проведения ремонта компания Rolls-Royce внедрила технологию цифровых двойников. Для полноценного функционирования технологии «цифрового двойника» необходимо применение технологии «платформы мультифизической симуляции». Пример такой платформы приведен на рисунке 1.

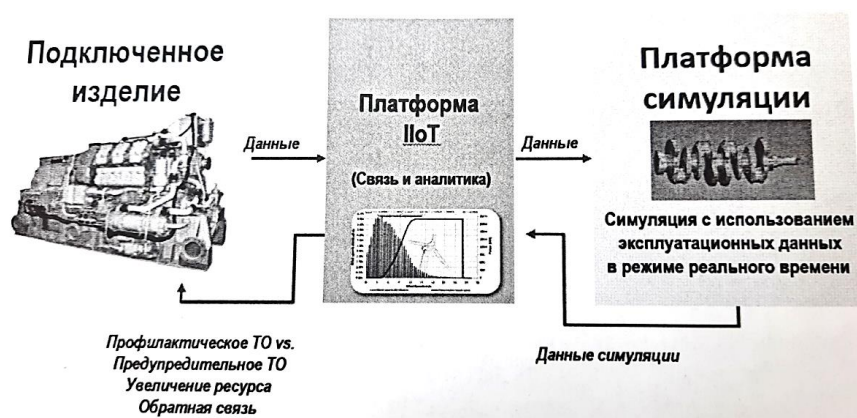


Рисунок 1 – Пример платформы мультифизической симуляции

«Цифровой двойник» – это виртуальная реплика реального физического актива в форме интегрированной мультидисциплинарной системы симуляции, которая отражает жизненный цикл и реальные условия эксплуатации этого актива.

В ходе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что сама по себе идея о виртуальности окружающего мира не является такой уж мифической. Дальнейшее использование самих основополагающих принципов этой теории выводит ученых и мировую науку на новые горизонты использования философской проблематики в технических науках и позволит осуществить ряд важнейших открытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bostrom N. Are you living in a computer simulation? Published in Philosophical Quarterly. Vol. 53, No. 211/2003, PP. 243-255.

2. Буданов, В. Методология и принципы синергетики / В. Буданов // Філософія освіти. – № 1(3). – 2006. – С. 143-173.
3. Alexander S., Cunningham W. J., Lanier J., Smolin L., Stanojevic S., Toomey M. W., Wecke D.. The Autodidactic Universe. Cornell University. 2021. PP. 214-254.
4. Рябов, А.А. Создание цифрового двойника АЭС на основе вычислительной теплогидравлики / А.А. Рябов, А.П. Скибин, В.Ю. Волков, Л.А. Голибродо [и др.] // CAD/CAM/CAE OBSERVER. – № 7 (123)/2018 [Электронный ресурс]. – URL : <http://cadcamcae.lv/N123/41-45.pdf> (дата обращения: 29.03.2022).
5. Брук, П.А. Краткая концепция применения технологии «цифровых двойников». Национальная техническая инициатива. – Москва, 2019. – С. – 12-15.

Evaluation of the Philosophical Hypothesis about the Virtuality of the Surrounding World from the Point of View of Technical Sciences

K.A. Egorov¹, A.N. Nedorubov²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute, the Branch of the National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: konstantin_egorov_study@mail.ru*

²*e-mail: batrakan@rambler.ru*

Abstract – In this paper, an attempt is made to briefly consider the formation and development of the problems of the scientific and philosophical theory of the virtuality of the universe. Then concrete examples of the application of the basic principles of this theory to the solution of engineering and technical problems of modern scientific thought are given.

Key words: transhumanism; posthuman phase; digital twin; digital twin of NPP; multiphysical simulation platform; "power-by-the-hour".

УДК 004.4:378

БОТ-ПОМОЩНИК «МЕТОДИЧКА В РУКАХ» КАК ИНСТРУМЕНТ АДАПТАЦИИ ПЕРВОКУРСНИКОВ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

Ворошилов И.О., Лобковская Н.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Скорость изменения современных технологий обуславливает необходимость осваивать образовательное цифровое пространство оптимальными способами. Особенно актуально этот вопрос стоит в период привыкания студентов-первокурсников к новым условиям обучения в высшей школе. Поиск нужных методических материалов на новых образовательных платформах может занимать много времени, для упрощения решения данной задачи предлагается бот-помощник на платформе Telegram. В ходе работы систематизированы, разделены, размечены и перенесены на веб-сервис google docs для удобного просмотра методические данные по дисциплинам первого семестра направления подготовки «Теплоэнергетика и теплотехника» Волгодонского инженерно-технического института – филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», написан код бота-помощника, бот загружен на хостинг и опробован в работе после запуска метрики.

Ключевые слова: адаптация студентов, образовательный бот-помощник, язык программирования GO, методические данные, Telegram-бот.

Вхождение студента в образовательный процесс в высшей школе является сложным процессом, который можно представить моделью организационно-педагогических мер,

включающую адаптацию к условиям учебной деятельности как приспособление к новым формам преподавания, контроля и усвоения знаний, иному режиму труда и отдыха, самостоятельному образу жизни; адаптацию к учебной группе как процесс, направленный на приспособление к новой среде и коллективу сокурсников; адаптацию к профессии как усвоение знаний, умений, навыков и качеств, необходимых для овладения будущей профессией [1].

Действительно, адаптация студентов первого курса высшего учебного заведения сопряжена с рядом трудностей. Например, освоение кредитно-модульной системы организации учебного процесса требует от студента готовности контролировать результаты обучения, инициировать диалог с преподавателем о возможностях повышения результативности работы, нести ответственность за академические результаты. Преодоление психологических барьеров в групповом и межличностном общении предполагает принятие многообразия моделей поведения и нацеленность на взаимопонимание, взаимопомощь, компромисс. Обработка большого объема сложного учебного материала и преодоление препятствий в учебе обуславливают необходимость полного и качественного погружения в учебный процесс. Во многих случаях при возникновении трудностей в учебе студент надеется только на себя [2]. Однако цифровые возможности университетов постоянно расширяются, необходимые образовательно-методические материалы размещаются, например, на платформе Moodle, но освоение такого ресурса трудоемкая работа, студенты затрачивают много времени на поиск методических материалов по изучаемым дисциплинам. С целью оптимизации самостоятельной работы студента и сокращения времени на поиск нужных материалов предлагается проект «Методичка в руках».

Данный проект представляет собой информационного бота-помощника на понятной для молодежи платформе Telegram, популярной среди студентов, так как большинство из них уже пользовались различными ботами-помощниками на данной платформе. Из этого следует, что освоить предлагаемого бота-помощника «Методичка в руках» будет достаточно просто. Объектом внимания стали студенты первого курса Волгодонского инженерно-технического института – филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (далее – ВИТИ НИЯУ МИФИ). Цель – создание понятного, простого в освоении, стабильно работающего бота-помощника. Разбили процесс реализации цели на 7 основных задач:

1. Мониторинг и систематизация методических материалов по актуальным дисциплинам (работали с образовательными платформами, используемыми ВИТИ НИЯУ МИФИ, и преподавателями).
2. Разделение методических данных на конкретные пункты и задачи для каждого предмета.
3. Перенос методических данных на платформу google docs для удобного просмотра.
4. Написание кода для Telegram-бота.
5. Загрузка Telegram-бота на хостинг и его запуск.
6. Тестирование работы счетчика метрики Telegram-бота.
7. Пилотное тестирование Telegram-бота «Методичка в руках».

Для реализации проекта выбран язык программирования Go, имеющий ряд преимуществ и нацеленный на сетевую работу – Go специально не учитывает многие особенности современных языков программирования: нет классов, все разделяется на пакеты – Go работает со структурами, а не с классами; не поддерживает наследование (это упрощает изменение кода – в языках вроде Java и Python если класс А наследует класс В, и вы вносите изменения в последний, это может вызвать нежелательные изменения внутри других классов, которые наследуют В; без наследования Go также становится легко читаемым – нет суперклассов, которые следует изучать особенно тщательно); нет дженериков, нет аннотаций, нет конструкторов, нет исключений, высокая производительность (подобно C и C++); суперэффективная обработка параллелизма (как в языке программирования Java). Вышеизложенные отличия делают GO привлекательным на фоне других языков, а программирование на Go предельно простым [3].

Прежде чем приступить к написанию кода, мы осуществили мониторинг методических данных – основную часть нашли на образовательной платформе Moodle ВИТИ НИЯУ МИФИ – и систематизировали их по предметам, главам и номерам. Пример систематизированных методических данных приведен на рисунке 1. После этого приступили к поэтапному написанию кода, для удобства сначала прописали сетевую часть кода, фрагмент этого кода представлен на рисунке 2. Далее мы приступили к написанию визуальных кнопок на вызываемой клавиатуре для каждого предмета и их функционального кода. После этого была написана метрика, позволяющая отслеживать статистику количества студентов, запустивших бота. После завершения работы над кодом приступили к загрузке бота на хостинг. Запустив бота на хостинг, мы так же запустили метрику для отслеживания количества пользователей. Скриншот работы бота-помощника можно видеть на рисунке 3.



Рисунок 1 – Систематизированные методические данные

```
func main() {
    bot, err := tgbotapi.NewBotAPI(token: "2039169859:AAFETuMYAT")
    if err != nil {
        log.Panic(err)
    }
    userCount := 0
    bot.Debug = true
    log.Printf("Authorized on account %s", bot.Self.UserName)
    u := tgbotapi.NewUpdate(0)
    u.Timeout = 60
    updates, err := bot.SetUpdatesChan(u)
    if err != nil {
        log.Panic(err)
    }
    for update := range updates {
        if update.Message == nil {
            continue
        }
        msg := tgbotapi.NewMessage(update.Message.Chat.ID, update)
    }
}
```

Рисунок 2 – Часть сетевого кода

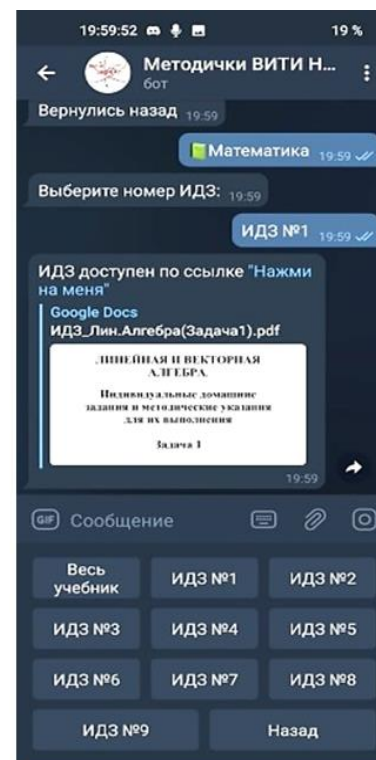


Рисунок 3 – Скриншот работы бота-помощника

Конечным результатом проделанной работы стал бот-помощник «Методичка в руках», на платформе мессенджера Telegram, позволяющий студенту первого курса упростить и ускорить поиск нужных ему методических рекомендаций, а сэкономленное время потратить на детальную проработку поставленных по дисциплине задач. Представленный продукт можно настроить на методический материал для каждого курса, а также тиражировать в образовательные учреждения разного уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жуикова, А.С. Адаптация студентов-первокурсников к обучению в высшем учебном заведении // Материалы XIV Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». – URL: <https://files.scienceforum.ru/pdf/2022/61dd360315a9b.pdf> (дата обращения: 11.03.2022).
2. Алгаев, А.Н. Трудности адаптации студентов к обучению в вузе / А.Н. Алгаев // Мир науки, культуры, образования. – 2018. – № 6(73). – С. 377-378.
3. Донован, Алан А.А. Язык программирования GO / Алан А.А. Донован, Брайан У. Керниган. – Москва : ООО «И.Д. Вильямс», 2016. – 432 с.

Bot Assistant «Manual in hands» as a Tool for Adaptation of First-year Students in Higher School

Voroshilov I.O.¹, Lobkovskaya N.I.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: ivan.voroshilov551@gmail.com*

²*e-mail: nadezhda-lobkovskaya @yandex.ru*

Abstract – The speed of change in modern technologies makes it necessary to master the educational digital space in the best way. This issue is especially relevant in the period when first-year students are getting used to the new conditions of study in higher education. Searching for the necessary methodological materials on new educational platforms can take a lot of time; to simplify the solution of this task, a bot-assistant on the Telegram platform is proposed. In the course of the work, methodological data on the disciplines of the first semester of the training direction "Heat power engineering and heat engineering" of the Volgodonsk Engineering and Technical Institute - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI" were systematized, divided, marked up and transferred to the google docs web service for easy viewing, the bot code was written -assistant, the bot is uploaded to the hosting and tested in operation after the launch of the metric.

Key words: student adaptation, educational assistant bot, GO programming language, methodological data, Telegram bot.

УДК [338.35.053.3: 311.3]: 94.084.9

АНАЛИЗ СИТУАЦИИ С ДЕФИЦИТОМ ТОВАРА В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ В 1970-1980-Е ГОДЫ XX ВЕКА ПО СВИДЕТЕЛЬСТВАМ СОВРЕМЕННИКОВ И НА ОСНОВАНИИ АНАЛИЗА СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Недорубов А.Н., Пивоварова А.А., Шульжик Ф.С.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В исследовании рассмотрены проблемы дефицита продовольственных и промышленных товаров в СССР в эпоху «развитого социализма» на основании анализа статистических данных из открытых источников (отчетов съездов КПСС) и реального отражения этой проблемы в воспоминаниях обычных советских граждан, живших в эту эпоху.

Ключевые слова: товарный дефицит, съезды КПСС, письма граждан, категории распределения товаров.

Проблема тотального дефицита товаров широкого потребления в Советском Союзе в 1970-1980-е годы довольно многогранна. Наиболее подходящее определение слова «дефицит» (недостаток) – это нехватка, отсутствие какого-либо ресурса, другими словами, превышение доходов над расходами. Целью работы является обобщение исторических сведений и воспоминаний современников для поиска истинных причин возникновения товарного дефицита в 70-80-е гг. В начале исследования обратимся к анализу официальных данных из таблицы 1 [1].

Таблица 1 – Сводная таблица производительности товаров за период с 1970 по 1985-е гг.

Экономические показатели страны/ виды товаров широкого потребления	1970	1980	1985
Валовой общественный продукт (млрд. руб.)	643,5	1078,5	1383,6
Национальный доход (млрд. руб.)	289,9	462,2	578,5
Средняя заработная плата (руб.)	122	168,9	190,1
Общий объем продукции промышленности (млрд. руб.)	374,3	616,3	803,8
Обеспечение населения товарами и услугами			
Розничный товарооборот государственной и кооперативной торговли (млн. руб.)	155208	270547	324238
Продажа продовольственных товаров через государственную и кооперативную торговлю			
Мясо и мясопродукты, тыс. т	7231	10211	12359
Молоко и молочные продукты, тыс. т	24	30,9	36,9
Яйца, млрд. шт.	16,6	39,1	46,2
Хлебные продукты (в пересчете на муку) млн. т	32,2	37,9	38,9
Овощи, млн. т	7,7	11,8	13,7
Потребление продуктов питания (на душу населения в год; кг)			
Мясо и мясопродукты (включая сало и субпродукты в натуре)	47,5	57,6	61,7
Молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко)	307	314	325
Яйца, шт.	159	239	260
Хлебные продукты (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа, бобовые)	149	138	133
Овощи и бахчевые	82	97	102
Продажа товаров культурно-бытового и хозяйственного назначения через гос. И кооп. Торговлю (тыс. шт.)			
Телевизоры	5580	6523	8116
Радиоприемные устройства	5870	6634	6894
Стиральные машины	4135	3538	4487
Легковые автомобили	123	1193	1568
Обеспеченность городского и сельского населения предметами культурно-бытового и хозяйственного назначения длительного использования (на конец года; шт.)			
На 1000 человек населения:			
Телевизоры	143	249	293
Радиоприемные устройства	199	250	289
Стиральные машины	141	205	205
Легковые автомобили	6	30	45
Численность населения (тыс. чел)	241720	253339	276300
Военные расходы, млрд. руб.	29,2	48,9	63,4

Анализируя эти данные, можно заметить, что в годы «застоя» наблюдался рост показателей по всем направлениям. Однако заметно снижение показателей по хлебным и хлебобулочным изделиям» [2].

Другим наблюдением за итоговыми показателями показало, что по информации съездов СССР производил стали вдвое больше, чем США, а техники в 5 раз меньше [3]. Также Советский Союз превзошел Китай по производству хлопка практически вдвое, но тканей из него вдвое меньше [3]. Согласно официальным данным, 62-63% всей производимой в СССР техники была оборонного значения, 32% составляла продукция гражданского производственного машиностроения, а вот бытовой техники, социального назначения приходилось только 5-6%. Для получения ответа о причинах товарного дефицита важным будет увидеть это глазами непосредственных «получателей» ширпотреба. Важным источником реакции общества на события могут быть обращения населения к властям СССР. Ежемесячно в правительство приходили письма по проблемам снабжения продовольствием разного характера, одни хвалили советские магазины, другие жаловались на плохое обеспечение. Так, в письме кировского рабочего указывалось, что, если бы сфотографировать эти очереди, которые растянулись в длину на 3 квартала, может, вы тогда поверили, что о колбасах здесь и речи не идет [4].

В правительство регулярно поступали жалобы на плохое качество холодильников, телевизоров, пылесосов. Во многих письмах отмечается, что при наличии в магазинах

обширного количества всевозможных товаров, иной раз трудно приобрести необходимые вещи: их качество, фасоны, отделка не устраивают покупателей [5]. Так, в письме из Новгородской области за 1976 г. упоминалось, что товаров в продаже у нас стало достаточно, а вот то, собственно, что нужно и подешевле, такого нет... [6]. Приходили письма и о недостатках советской розничной торговли. Постоянно жаловались на перебои в торговле мясом, молоком, сыром, овощами, фруктами. Жаловались и на низкое качество продуктов. Люди сообщали и о больших трудностях в покупке промтоваров. Советские власти никак не могли ясно объяснить причины дефицита товаров. А сложившаяся международная обстановка не смогла, как следует, уверить граждан.

Помимо обращений населения к власти, немаловажным источником более детального изучения проблемы являются воспоминания граждан бывшего СССР и иностранных туристов. Так о ситуации в Ленинграде рассказывает британец Пол Ирвинг, житель г. Реддинг: описывая ситуацию о дефиците товаров, летом 80-го года, когда он с другом решили посетить Ленинград. Идя по улице, они заметили огромные очереди в магазины с фруктами и овощами. Люди выходили из магазинов с пакетами, полными апельсинов. Вскоре они поняли, что это были первые апельсины с тех пор, как приехали. Исходя из этого случая, он понял, что поставки товара нерегулярны. Полки магазинов были наполнены разнообразными товарами: овощами, хлебом, пирожными, разнообразными консервами. В мясе недостатка не было, но не помнил, чтобы видел свежую рыбу. В достатке были алкогольные и безалкогольные напитки, молочные продукты. Качество одежды было не лучшим, а цены высокими, в отличие от продуктов питания, которые были низкими. В магазинах были небольшие запасы одежды по сравнению с Западной Европой, но очередей за ней не было. Единственные длинные очереди, которые он видел, были в тот день, когда привезли апельсины... [7].

Положение в Москве было заметно лучше. Об этом рассказывает Корбут Л.Л.: О нехватке какой-либо продукции и речи идти не могло, было все «от А до Я». Прилавки продовольственных магазинов были не пустые, купить можно было все необходимое, чего душе угодно. Хозяйственные магазины не оставались в стороне. Самое главное было отменное качество, что более чем соответствовало цене. В обычные магазины очередей не было, чего не скажешь про те, где продавали что-либо импортное. За все время учебы была лишь проблема с качеством картофеля, который отставлял желать лучшего. Многие мои товарищи говорили ей, что у них нет в магазинах ковров и да, Москва тоже была не исключением. В целом всего хватало, жили и питались более чем достойно [7].

Иная ситуация складывалась в регионах страны. О проблеме дефицита товаров в Узбекской ССР вспоминает Ястребова В.К.: Вспоминая те годы, говорит, что дефицит был, на полках можно было лишь встретить висящую мышь и трехлитровые банку с соком. Закупалась она, в основном ездя по кишлакам покупая у них сельхоз продукцию (мясо, молоко, масло). Со временем качество продуктов и вещей заметно ухудшалось, ешь колбасу, а по ощущению будто бумагу, а вместо качественной одежды был, никуда не годящийся, ширпотреб. Необходимые товары доставали у спекулянтов, правда, чего это стоило... В столице республики ситуация было более-менее хорошая, чего нельзя сказать о деревнях и селах, где людей спасал лишь огород и скот. Телевизором уже было никого не удивить, а вот что было дефицитом – так это машины, очереди которых были длиннее, чем на квартиры.

Масштабы товарного дефицита сильно различались по регионам. В СССР каждый регион принадлежал к одной из «категорий снабжения», которых было четыре: особая, первая, вторая и третья. Также, имела место и четвёртая категория, к ней вовсе не была приписана категория снабжения. Крупные и курортные города, промышленные центры, а также союзные республики, такие как Литва, Латвия, Эстония, составляли особую и первую категорию снабжения. Из централизованного фонда жители именно этих центров имели право по более высокой ставке получать хлебобулочные изделия, муку, крупы, мясные и рыбные продукты, сахар, чай и т.д.. Тем самым Москва «покупала» лояльность и доверие республик Союза. [7] В то время для одних дефицит был большой проблемой, для других же – возможность

заработать. Советские люди находили возможности выхода из кризиса и недостатков необходимых товаров и продуктов через систему «блата» и «доставания».

Неизбежным становится образование подпольного рынка чековых сертификатов. Советский человек мог обменять их у спекулянтов на рубли. Спекулянты торговали как сертификатами, так и товарами, приобретенными за чеки.

Вместе со спекулянтами поддерживали подпольные отношения и фарцовщики. В СССР продукция, произведенная вне страны, крайне ценилась.

Народ активно занимался самообеспечением. Все «дефициты» закупали впрок.

Подводя итоги, мы можем выделить наиболее важные причины образования товарного дефицита.

1. Недостаток планирования выпуска товаров народного потребления;
2. Сокращение поставок импортных товаров широкого потребления;
3. Неравномерное распределение по отдельным регионам страны ширпотреба;
4. Реальное недовыполнение планов промышленными и сельскохозяйственными предприятиями, свидетельства чему приведены в сводной таблице в статье;
5. Заметное возрастание денежных доходов населения (эффект отложенного спроса), что также отражено в сводной таблице;
6. Низкое качество выпускаемой продукции (советские граждане купят и такое);
7. Запрет на свободную торговлю продукцией личных и подсобных хозяйств.

Рассмотрев некоторые аспекты проблемы товарного дефицита можно сказать, что командно-административная, плановая экономическая система не только не позволяла гибко реагировать на изменяющийся потребительский рынок, но не могла обеспечить граждан даже товарами первой необходимости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Народное хозяйство СССР за 70 лет: Юбилейный стат. ежегодник / Госкомстат СССР. – Москва : Финансы и статистика, 1987-766 с.
2. Продовольственная программа СССР / Сельская жизнь. – Москва, 25.05.1982.
3. Лопатников, С.Л. Застой в цифрах и фактах [Электронный ресурс] // LiveJournal: информ.- справочный портал. 2010. 12 января. URL: <https://jlm-taurus.livejournal.com/39366.html> (дата обращения: 10.12.2021).
4. Государственный архив Российской Федерации (далее - ГАРФ) Ф. — 5446. Оп. 99. Д. 1604.
5. ГАРФ Ф. — 5446. Оп. 99. Д. 1605.
6. ГАРФ Ф. — 5446. Оп. 104. Д. 1361.
7. Дефицит в СССР – как это было // Газета.Ру и Рамблер инфографика [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gazeta.ru/infographics/deficit/> (дата обращения 26.10.2021).

Analysis of the Situation with the commodity Deficit in the Soviet Union in the 1970s-1980s of the XX century According to the Testimony of Contemporaries and Based on the Analysis of Statistical Data

Nedorubov A.N.¹, Pivovarova A.A.², Shulzhik F.S.³

*Volgodonsk Institute of Engineering and Technology – branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",
Volgodonsk, Rostov Region, Russia*

¹*e-mail: batrakan@rambler.ru*

²*e-mail: nastapivovarova118@mail.ru*

³*e-mail: philip.shulzhik@yandex.ru*

Abstract – The study attempts to consider the problem of shortage of food and industrial goods in the USSR in the era of «developed socialism» based on the analysis of statistical data from open sources (reports of CPSU congresses) and the real reflection of this problem in the memories of ordinary Soviet citizens who lived in this era.

Key words: commodity deficit, CPSU congresses, citizens' letters, categories of goods distribution.

КОРРУПЦИЯ И ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ КОРРУПЦИОННОМУ ПОВЕДЕНИЮ В ОЦЕНКАХ СТУДЕНТОВ ВИТИ НИЯУ МИФИ

Ульрих А.А., Лобковская Н.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Актуальность формирования антикоррупционного поведения молодежи послужила основанием выбора темы социологического исследования, результатом которого стали рекомендации по выбору формата и содержания мероприятий для студентов по теме профилактики коррупции. Рассмотрены оценки студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ вопросов понимания коррупции и причастности противодействию коррупционному поведению.

Ключевые слова: коррупция, коррупционное поведение, противодействие коррупции, оценочное мнение, студенты, социологический опрос.

Коррупция является объектом повышенного внимания в силу очевидности ее разрушающих организационных, правовых, психологических последствий [1]. Кроме того, это распространенная тема исследований, которая раскрывалась и на студенческих конференциях. Например, в 2021 г. на XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая научная весна – 2021», (г. Волгодонск) раскрывалась тема коррупции в постпандемийной новой нормальности [2]. В связи с этим представляет интерес выяснение информированности студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ в отношении коррупции и ответственности за коррупционное поведение. В феврале-марте 2022 г. был разработан инструментарий и проведено анкетирование среди студентов первых-вторых (70%) и третьих-пятых (30%) курсов в рамках социологического опроса.

По результатам блока вопросов, касавшегося определений из ФЗ «О противодействии коррупции» [3], делаем вывод, что определение понятий «коррупция» и «взятка» студентам далось легко – 80% правильных ответов, однако, можно ли считать взяткой сувенир и подарок до 3-х тыс. руб. не знают почти 50% опрошенных, предположительно из-за непонимания содержательного наполнения понятия «сувенир» и незнания разрешенных границ подарка. Кроме того, студенты продемонстрировали понимание уголовной ответственности за коррупционное поведение – почти 89%, но с определением административной ответственности справились только 50% респондентов, возможно это достаточно сложный вопрос, требующий акцентирования и дополнительного рассмотрения.

Следующий блок вопросов касался индивидуального выбора студентов в смоделированных обстоятельствах. Абсолютное большинство – 90% – опрошенных готовы проявить настойчивость в противодействии коррупции – нравственные намерения по этому вопросу очевидны, но в случае вынуждающих обстоятельств 34% реализовали бы противоправное коррупционное поведение. Такое противоречие в ответах по данным вопросам – 10% (допускают в решении своей проблемы взятку) к 34% (в вынуждающих обстоятельствах реализовали бы коррупционное поведение – дали бы или приняли бы взятку) – объясняется, возможно, тем, что 1/3 опрошенных (как раз около 34%) считают коррупцию непреодолимым препятствием развития общества. Тогда понятно, что личные нравственные намерения отводятся на задний план («мало ли что я намерен делать нравственный выбор, система живет своими правилами...»), а в доминанте у почти 25% респондентов деструктивные установки. Одновременно 2/3 опрошенных считают, что коррупцию можно одолеть, и это вселяет оптимизм, так как есть надежда, что в будущем они будут нравственно стойкими в противодействии коррупционному поведению.

Оценка студентами нравственной ответственности человека и контролирующей роли государства в вопросе о главной причине коррупции говорит о сбалансированной позиции

респондентов, при этом большая часть опрошенных считает, что государство проявляет недостаточную жесткость за совершенные должностными лицами преступления. В связи с этим интересно мнение 87% респондентов, что коррупция тормозит развитие общества, но тем не менее 33% опрошенных не проинформировали бы специализированные органы о коррупционном поведении, если бы о таком им стало известно. Как это можно прокомментировать? Как уже было сказано, значительная часть студентов не верит, что коррупцию можно одолеть, т.е. корреляция очевидна – 33% «не проинформировали бы правоохранительные органы» и 32% «не верят в победу над коррупцией». Если ее нельзя одолеть, зачем сигнализировать?..

Несмотря на сомнения, относительно необходимости информировать о фактах коррупции и возможности искоренить коррупцию, студенты назвали наиболее эффективные способы борьбы с ней: ужесточение и неотвратимость наказания, открытость и подотчетность чиновников, создание в обществе атмосферы нетерпимости к коррупционному поведению, упрощение процедуры оформления документов и повышение заработной платы чиновников. Последнее – самый непопулярный ответ, наиболее выбираемый ответ – ужесточение законов о наказании за коррупцию, что говорит о поддержке студентами более жестких мер в отношении лиц, совершающих коррупционные преступления.

Завершающие вопросы об источниках информации о коррупции/антикоррупционных мерах и доверии им показали результаты, требующие более внимательного рассмотрения. Студенты берут информацию из Интернета и СМИ – лидирующие позиции, на втором месте – предметы социально-гуманитарного цикла и мероприятия в институте – кураторские часы, тематические встречи, на третьем месте – родители и друзья. Среди источников, которым респонденты доверяют больше всего, Интернет (приоритетом стала анонимность, а значит открытость позиций) и СМИ (их плюс – целенаправленность, минус – отсутствие диалога).

Таким образом, по результатам исследования можно сформулировать выводы: студенты показывают готовность к нравственному выбору и демонстрируют хороший уровень информированности в области профилактики коррупционного поведения, следовательно мероприятия ВИТИ НИЯУ МИФИ в целях формирования антикоррупционного сознания и предупреждения коррупционного поведения достаточно эффективны, однако необходимо в дискуссионном и более доверительном формате разбираться в деталях профилактики коррупционного поведения для формирования более ответственного нравственного выбора по заявленной проблеме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Гарбатович, Д.А.* Некоторые проблемы предупреждения коррупции (психологические, организационные, правовые аспекты) // Предупреждение коррупции в органах государственной власти Российской Федерации : сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции / под ред. Н.А. Петухова, Е.В. Рябцевой. – Симферополь : ИТ «АРИАЛ», 2020. – С 19-24.
2. *Калмыкова, Д.С.* Коррупция в постпандемийной новой нормальности / Д.С. Калмыкова // Студенческая научная весна – 2021 : сборник тезисов XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Волгодонск, 7–16 апреля 2021 г.: в 2 ч. Ч. II. – Москва : НИЯУ МИФИ ; Волгодонск : ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2021. – С. 51-53. – URL : https://viti-mephi.ru/sites/default/files/pages/docs/sbornik_sv-2021_vnutrenniy_viti.pdf.
3. *Федеральный закон «О противодействии коррупции»* от 25.12.2008 N 273-ФЗ // КонсультантПлюс. – URL : http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_82959/.

Corruption and Counteraction to Corruption Behavior in Evaluations of VITI NRNU MEPhI Students

Ulrikh A.A.¹, Lobkovskaya N.I.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: ulradelina@gmail.com*

²*e-mail: nadezhda-lobkovskaya@yandex.ru*

Abstract – The relevance of the formation of anti-corruption behavior of young people served as the basis for choosing the topic of sociological research, which resulted in recommendations on choosing the format and content of events for students on the topic of corruption prevention. The assessments of the students of the VITI National Research Nuclear University MEPhI on the issues of understanding corruption and involvement in counteracting corrupt behavior are considered.

Key words: corruption, corrupt behavior, countering corruption, evaluative opinion, students, sociological survey.

УДК 7.036.2

ДИАГНОСТИКА ХУДОЖЕСТВЕННО-ВИЗУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ-АТОМЩИКОВ ВИТИ НИЯУ МИФИ

Переходько С.С., Апанасенко К.С., Вальковский Н.М., Лобковская Н.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ВИТИ НИЯУ МИФИ), Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Рассматривается художественно-визуальная мобильность будущих специалистов атомной отрасли посредством диагностики восприятия двух популярных и чувственно противоположных направлений изобразительного искусства – импрессионизма и авангардизма. Основными методами исследования выбраны социологический опрос и фокус-группа. Разработаны проекты развития художественно-визуальной мобильности студентов.

Ключевые слова: художественно-визуальная мобильность, студенты, авангард, импрессионизм, визуальное восприятие, развитие.

Художественно-творческая деятельность человека раскрывается в многообразных формах, которые называют видами искусства. Искусство участвует в социализации личности, формирует человека во всей многогранности его духовно-нравственного и культурного потенциала, является неперенным условием профессионального становления как гуманитария, так и технического специалиста. Современный инженер – образованный и эрудированный человек, умеющий в беседе поддержать широкий круг тем. Он должен реализовывать себя во всех сферах, например, в художественном искусстве, которое позволит чувствовать себя полноценной и масштабной личностью.

Согласно исследованиям, большая часть людей лучше усваивает информацию посредством визуального восприятия [1]. Поэтому для диагностики художественно-визуальной мобильности студентов выбраны наиболее яркие направления изобразительного искусства – авангардизм и импрессионизм (рис. 1). Авангардисты (авангард – от французского «передовой отряд») старались максимально отойти от старых рамок и понятий, обновить знаковую систему изобразительного искусства, по-другому осознать его задачи, заявить о свободе художественного выражения, сотворить новое искусство для нового мира. Поиски новых форм и идей, попытка отделиться от консервативных мыслей, рассмотреть понятие «искусства» со всех сторон – главенствующая цель авангардизма и его направлений (кубизма, футуризма, экспрессионизма...). Импрессионизм (от французского «впечатление»), в свою очередь, утверждает неповторимость и мимолетность реального мира свежесть первого впечатления, и не требует сложных интерпретаций – чаще всего они радостны или приятны меланхоличны, настраивают на оптимистичный лад и, как минимум, не вгоняют в тоску. [2]

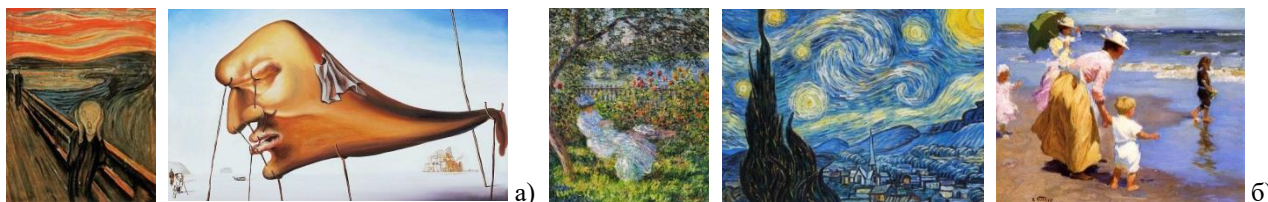


Рисунок 1 – Представленные для оценки картины импрессионизма и авангардизма: а) Эдвард Мунк «Крик», Сальвадор Дали «Сон»; б) Клод Моне «Алиса Ошеде в саду», Винсент Ван Гог «Звездная ночь», Эдуард Генри Потхаст «На пляже»

Исследование началось с разработки инструментария – обоснования и выбора темы, составления анкеты и сценария фокус-группы. Далее вариативно (в гугл-форме и на бумажном носителе) проведен опрос, полученные данные заведены в таблицы Excel, обработаны результаты двух фокус-групп (1-2 и 3-5 курсы специальности АЭС). После этого на основе аналитических данных предложены внутриуниверситетские мероприятия для развития художественного восприятия студентов.

Итак, посредством анкетного инструментария и фокус-группы была проведена диагностика художественно-визуальной мобильности студентов-атомщиков 1-5 курсов ВИТИ НИЯУ МИФИ по таким параметрам как эмоциональное состояние, ассоциативные чувства, заинтересованность и предпочтения при ознакомлении с картинами. Согласно результатам, 80% респондентов считают, что изобразительное искусство не утратило своей актуальности в современном динамичном обществе. Подавляющее большинство опрошенных (более 90%) назвали себя творческими личностями, хотели бы чаще бывать на выставках и в музеях. Половине респондентов – 56% – не понравились картины авангардистов, так как вызвали взволнованность, обеспокоенность, неприязнь и даже отвращение, что, скорее всего, объясняется сложностью и неоднозначностью интерпретаций направлений этого стиля изобразительного искусства. В отношении импрессионистов иная ситуация: абсолютное большинство респондентов – 92% – впечатлились их картинами и испытали радость, удивление, восхищение. Это достаточно просто прокомментировать – сюжетами картин являются сцены повседневной жизни, окружающие пейзажи, привычные истории. Коррелируют с результатами предыдущего вопроса следующие данные: 60% студентов отказались бы посетить выставку авангардистов, но с удовольствием пошли бы на выставку импрессионистов – 81%. Таким образом, респонденты эмоциональное предпочтение отдали картинам импрессионистов (рис. 2).

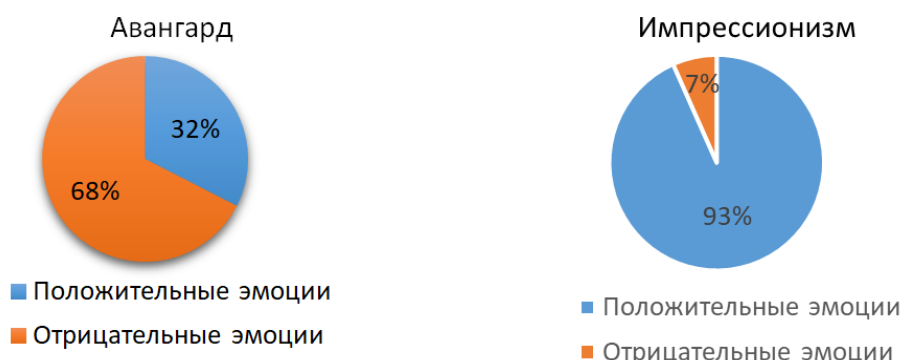


Рисунок 2 – Эмоциональное восприятие студентами картин направлений авангардизма и импрессионизма

По результатам исследования предложено:

1. У большинства опрошенных студентов направление авангард вызвало интеллектуальное напряжение и отторжение, при этом почти половина респондентов согласны пойти на выставку авангардистов, что означает готовность к преодолению трудностей визуального восприятия, осмысления и понимания, желание познавать новое и непривычное, а это может считаться свидетельством высокой художественно-визуальной мобильности. Для поддержания и развития интереса к изобразительному искусству

предлагается организовать и провести тематические мероприятия, посвященные разным стилям и направлениям, на которых все желающие – и студенты, и преподаватели – смогут больше узнать, лучше понять смысл картин, задать интересующие вопросы подготовленным ведущим и приглашенным художникам и специалистам.

2. Импрессионизм является направлением, помогающим студентам отвлечься от когнитивного напряжения, поэтому предлагается организовывать постерные выставки картин импрессионистов в рекреационных зонах ВИТИ НИЯУ МИФИ. Это даст зрителям – не только студентам, но и преподавателям, и работникам университета – заряд оптимизма, настрой на плодотворную работу и будет способствовать психологическому здоровью коллектива.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hagen, S. The Mind's Eye / University of Rochester. – URL : http://www.rochester.edu/pr/Review/V74N4/0402_brainscience.html.
2. Стили и направления в изобразительном искусстве / Статьи об искусстве // ART-KATALOG.COM. – URL : <http://www.art-katalog.com/ru/article/122>.

Diagnosis of Artistic and Visual Mobility of Nuclear Students VITI NRNU MEPHI

Perekhodko S.S.¹, Apanasenko K.S.², Valkovsky N.M.³, Lobkovskaya N.I.⁴

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: perekhodkosofia@mail.ru*

²*e-mail: mrast05@mail.ru*

³*e-mail: nv1600@mail.ru*

⁴*e-mail: nadezhda-lobkovskaya @yandex.ru*

Abstract – The artistic and visual mobility of future specialists in the nuclear industry is considered by diagnosing the perception of two popular and sensually opposite areas of fine art impressionism and avant-garde. Sociological survey and focus group were chosen as the main research methods. Projects for the development of artistic and visual mobility of students have been developed.

Key words: artistic and visual mobility, students, avant-garde, impressionism, visual perception, development.

УДК 57.08:614.2

БИОТЕХНОЛОГИИ И ЦИФРОВОЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕ

Авилов Е.М., Дотков В.В., Захарова Л.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В наши дни наблюдается резкий рост инвестиций в сферы биотехнологий и генной инженерии. Замена устаревших решений в различных отраслях на производные биотехнологий может не только положительно сказаться на современной экономике, но и помочь решить глобальные проблемы экологии и медицины. В то же время на фоне пандемии COVID-19 возросла необходимость внедрения методов цифрового здравоохранения, что в совокупности с использованием биотехнологий может ускорить развитие медицины в мире.

Ключевые слова: биотехнологии, цифровое здравоохранение, медицина.

Biotechnologies are one of the leading scientific and practical directions of the XXI century, as evidenced by the interest of developed countries leaders in promoting this industry. In addition, there is an increase in investments in the field of genetic engineering by various commercial firms, one way or another unrelated to medicine [1].

The purpose of this work is to analyze the areas of biotechnology and digital healthcare from the side of benefits for modern medicine, ecology and agro-industrial complex, as well as benefits for the market and prospects for investment. At the same time, the task is to find out the reasons for the acute shortage of personnel in this area.

The biotechnology market is one of the fastest growing in the world. Biotechnologies now occupy the third place by capitalization among the leading sectors of the global economic system, behind banking and oil and gas.

The leaders in the size of the biotechnology market are states from developed countries, such as the USA, China and European countries. For example, Sweden is planning to switch entirely to biofuels in the next 10 years in order not to depend on oil suppliers in this regard.

To stimulate the development of renewable energy sources, the legislation tightens regulations and sanctions for organic pollution, including requirements for owners of landfills that emit methane. With the help of such measures, the useful utilization of biomass is motivated.

Russia lags significantly behind the leading countries in terms of the development of biotechnology, primarily in terms of the development of industrial biotechnology itself. There are practically no biotechnological productions of pharmaceutical substances, ingredients for the food industry, raw materials for the chemical industry and motor biofuels. Modern biotechnologies are poorly implemented in agriculture, mining, and energy.

However, according to the conducted research and opinion polls, it was found out that the development of this direction in Russia is hampered by a low influx of scientific and pedagogical personnel and an insufficient level of young specialists training [2].

If this problem is solved, in 5-10 years, many new professions in the field of biotechnology and biomedicine may appear in our country. Among them are system biotechnologists, architects of living systems, urban ecologists and biopharmacologists. Specialists in these fields will help scientists to perform tests more efficiently and, most importantly, will begin to introduce useful and environmentally friendly biomaterials instead of artificially synthesized drugs.

In the field of medicine, biotechnologists are engaged in the creation of drugs for the treatment of serious diseases related to oncology, ophthalmology and virology. Biomedics are engaged in the development of new medicines, the cultivation of stem cells for the restoration of damaged tissues and organs, the study of aging processes and malignant transformation of cells.

The quality of the biotechnologies and genetic engineering use in medicine, in turn, depends on the competent implementation of digital healthcare methods in society. This industry received significant development during the COVID-19 pandemic, when the potential of using digital technologies in science and medicine was maximized [3].

The use of electronic medical records, contact tracking for the purpose of monitoring outbreaks and providing online consultations have been used everywhere for a long time. The use of digital healthcare in this way ensures absolute continuity of medical care and guarantees safety for both medical professionals and patients.

At the same time, a set of digital healthcare measures and the improvement of biotechnologies will bring the quality of medical services to a new level.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Биотехнологии — это новые IT». Почему все спешат вкладывать в медицину // РБК Инвестиции [Электронный ресурс]. – URL: <https://quote.rbc.ru/news/article/5f902fd79a79473912b6fb30> (дата обращения: 18.03.2022).
2. Биотехнологии: потребность организаций в научных кадрах и компетенциях // Институт статистических исследований и экономики знаний [Электронный ресурс]. – URL: <https://issek.hse.ru/news/206184802.html> (дата обращения: 18.03.2022).

3. Преобразование системы медицинского обслуживания и расширение его доступности // Всемирная организация здравоохранения. Европейское региональное бюро [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.euro.who.int/ru/health-topics/Health-systems/digital-health/news/news/2020/9/digital-health-transforming-and-extending-the-delivery-of-health-services> (дата обращения: 18.03.2022).

Biotechnologies and Digital Healthcare

Avilov E.M.¹, Dotkov V.V.², Zakharova L.V.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute, the Branch of the National Research Nuclear University «MEPhI»,
Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: dpsore@gmail.com*

²*e-mail: vdotjam@gmail.com*

Abstract – At present, there is a sharp increase in investments in the fields of biotechnology and genetic engineering. Replacing outdated solutions in various industries with biotechnological derivatives can not only have a positive impact on the modern economy, but also help solve global environmental and medical problems. At the same time, against the background of the COVID-19 pandemic, the need for the introduction of digital healthcare methods has increased, which together with the use of biotechnologies can accelerate the development of medicine in the world.

Key words: biotechnologies, digital healthcare, medicine.

УДК 329.18

ФАШИЗМ КАК ВЫРАЖЕНИЕ РАДИКАЛИЗАЦИИ ОБЩЕСТВЕННОГО СОЗНАНИЯ

Худотеплова К.И., Калмыкова Д.С., Попова Т.С.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В статье рассмотрены проблемы и причины возрождения фашистской идеологии. Последователи радикально настроенного течения, сумев перенять опыт своих предшественников, предписывают новые черты своей идеологии, которые влияют на обстановку в мире. Также раскрыты особенности неонацистской идеологии и ее влияние на сложившуюся обостренную ситуацию в обществе, а также методы борьбы России с проявлениями радикально настроенных движений.

Ключевые слова: нацизм, фашизм, неонацизм, идеология, расизм, геноцид.

Термины «фашизм», «нацизм», «геноцид» всегда были ярлыками, описывающими сложный период в истории человечества. Но события сегодняшних дней дают основания для научных дебатов. К общественному удивлению, формирование фашистских политических группировок в Италии началось задолго до 1922 г.: появление «Союза борьбы», по-другому именуемого «Fasci di combattimento», под предводительством Бенито Муссолини зафиксировано в марте 1919 г.; «Германскую рабочую партию», на тот момент небольшую националистическую группировку, возглавил мюнхенский слесарь Антон Дрекслер в январе 1919 г.; ефрейтор Адольф Гитлер, закончив армейские курсы «офицеров по пропаганде», стал единомышленником будущей праворадикальной партии в сентябре 1919 г.

Нацисты для реализации своих политических целей успешно развивали в сознании людей гнев и недовольство. Лозунгами Гитлера, которые пришлось в то время многим по душе, были обещания людям «свободы и хлеба, работы и хлеба». Нацисты никогда не раскрывали подробностей того, как им удастся этого добиться, но люди без колебаний верили

им на слово. Этот факт объясняется тем, что во время переживаний экономических трудностей, кризиса, люди охотно голосуют за обещания, и никто не решится выступить против таких инициатив. Гитлеровцы сумели присоединить к себе и миллионы немецкой молодежи еще задолго до того, как это стало обязательным. По историческим сведениям, уверенность Гитлера в осуществлении военных действий подкреплялась стремлением немцев защитить свои семьи, но никак нежеланием захватить новые территории. С помощью манипулятивных приемов внушения фашисты привили немецким гражданам ненависть к евреям и желание их истребления [1].

События XXI в., происходящие на юго-востоке Украины, и те идеологические процессы, которые начали свое развитие в этой стране, указывают на то, что угроза возрождения и реабилитации фашизма очевидна. Нам всем хотелось бы верить, что СССР уничтожил существование и распространение данной идеологии, но последователи Гитлера нашли способ воплотить свои мотивы и идеи, в наше время спустя более 75 лет. Угроза сложившейся ситуации заключается в том, что эти идеи начинают приживаться и развиваться в юных умах современного поколения.

Прошел не один десяток лет, общество приобрело новые специфические особенности, которые, скорее всего, оказали влияние на форму и содержание нацистской идеологии, поэтому существует общественная и научная потребность вновь заниматься его изучением. Крах нацистской Германии давно окликается просто «эхом» в истории человечества, но те события по-прежнему продолжают существовать в виде призмы, через которую мир смотрит на слово «фашизм». Современный мир характеризует проявление фашизма как любые движения, имеющие крайне радикальный характер и провозглашающие националистические лозунги. А само слово «фашист» превратилось в некий штамп, обретя новые границы своего смысла. На протяжении долгого времени взаимосвязь и взаимозависимость двух радикально настроенных идеологий XX в. тесно закрепилась. Итогом этого слияния стало появление идентичных, объединяющих черт фашизма и нацизма таких, как «шовинизм», «тоталитаризм», «вождизм», отсутствие демократии и плюрализма мнений, опора на однопартийную систему и карательные органы.

Не смотря на победоносный разгром нацистской Германии в настоящее время появилось немало неонацистских организаций, имеющих свою идеологию и различные пути развития. Научные труды историков-исследователей гласят, что в таких странах как Италия, Франция, Бельгия, Венгрия, Румыния, Япония, Аргентина активно развивается деятельность фашистских движений, которые исповедуют сходные принципы: авторитаризм, социальный дарвинизм, элитаризм, одновременно отстаивая антисоциалистические и антикапиталистические позиции [2].

Процесс современной фашизации Запада основан на воплощении фашистского опыта. Неофашисты активно применяют в своей идеологической практике не только портреты фашистских и нацистских вождей, но и геноцидную деятельность. Данная трактовка подтверждается событиями недавних лет, когда в 2014 г. города Донбасса были подвержены расстрелу укрофашистами, а мирный народ именуем «недочеловеками» по необоснованным причинам.

Современность раскрывает понятие неофашизма как термин, который применяется для обозначения праворадикальных организаций и движений во многих государствах мира, которые в политическом и идейном отношении являются преемниками фашистских организаций, распущенных после Второй Мировой войны. Ценности неофашизма построены на наследии фашистской идеологии, которое не терпит гуманизм, культивирует иррационализм, использует фашистскую атрибутику (свастика, чёрная униформа и др.) и ритуалы (приветствия посредством выброшенной вперед руки, факельные шествия и др.).

Государство не бездействует и пытается урегулировать ситуацию по возникновению и распространению фашизма. Поэтому в начале апреля 2019 г. Госдумой Российской Федерации был принят «Закон об уголовной ответственности за публичную реабилитацию нацизма», основой которого является непрекословное значение приговора Нюрнбергского трибунала как

наиболее важного и единственного в своем роде правового акта в международном масштабе, заключенного по итогам Второй Мировой войны и не подлежащего пересмотру.

В нашей стране запрещено проявление нацистских настроений, более того это преследуется законом. Сегодня чрезвычайно важно и необходимо заложить в сознании всего человечества тот факт, что фашизм не является метафорой, как казалось ранее, он становится реальной угрозой в современных условиях. Осознание опасности данной идеологии позволит облегчить процесс борьбы с подобным явлением. И тогда массовые дискуссии на темы, связанными с фашистскими практиками, перестанут быть актуальными, а любое проявление антигуманных настроений будет уголовно наказуемым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Князев, А.В. Фашизм и неофашизм как явление в оценках российских ученых / А.В. Князев // Вестник научных конференций. – 2021. – № 11-4(75). – С. 60-62.
2. Компаниец, В.А. Фашизм - причины появления праворадикальной идеологии в обществе / В.А. Компаниец, Н.Н. Зайцев // Современная школа России. Вопросы модернизации. – 2021. – № 3-2(36). – С. 146-148.

Fascism as an Expression of Radicalization of Public Consciousness

Khudoteplova K.I.¹, Kalmykova D.S.², Popova T.S.³

Volgodonsk Engineering and Technical Institute - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",

Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹ e-mail: kkhudoteplova@mail.ru

² e-mail: diana.kalmickova2001@mail.ru

³ e-mail: tanya930@rambler.ru

Abstract – The article discusses the problems and causes of the revival of fascist ideology. Followers of a radical trend, having managed to adopt the experience of their predecessors, prescribe new features of their ideology that affect the situation in the world. The features of neo-fascist ideology and its influence on the current aggravated situation in society, as well as the methods of Russia's struggle against manifestations of radical movements are also revealed.

Key words: Nazism, fascism, neo-fascism, ideology, racism, genocide.

УДК [351.84+658.3]: 621.039.5

КУЛЬТУРА БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ДОСТИЖЕНИЯ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ЯДЕРНОМ РЕАКТОРЕ

Лей В.А., Фролова М.А., Потапчук А.Ю.

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Севастопольский государственный университет», Севастополь, Республика Крым, Россия*

В данной статье рассматриваются основные аспекты по обеспечению культуры безопасности на ядерном реакторе, систематизированы сведения в области культуры безопасности, рассмотрены компоненты обеспечения безопасности исследовательского ядерного реактора.

Ключевые слова: исследовательский ядерный реактор, культура безопасности, безопасность исследовательского ядерного реактора, ядерная безопасность, атомные электростанции, эксплуатационные пределы, условия работы, эксплуатация реактора.

Впервые термин «культура безопасности» представлен в «Итоговом докладе Международной консультативной группой по ядерной безопасности о совещании по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле», опубликованном Международным агентством по атомной энергии (далее – МАГАТЭ), как Серия изданий по безопасности, № 75-INSAG-1, в 1986 году [1], а затем в «Основных принципах безопасности атомных электростанций», в качестве Серии изданий по безопасности, № 75-INSAG-3, изданных в 1988 году [2]. Публикация указанных докладов привела к тому, что вновь введенный термин «культура безопасности» все чаще стал применяться в речи специалистов и в литературном обороте как неотъемлемая часть обязательного обеспечения безопасности реакторов. При этом трактовка самого понятия оставалось открытым для пояснения. Кроме того, не было никаких методических указаний по вопросу оценки культуры безопасности. Международная консультативная группа по ядерной безопасности (далее – МКГЯБ) в своих публикациях предложила применять термин в следующей интерпретации:

«Культура безопасности – набор характеристик и особенностей деятельности организаций и поведения отдельных лиц, который устанавливает, что проблемам безопасности объектов использования атомной энергии, как обладающим высшим приоритетом уделяется внимание, определяемое их значимостью» [1].

Предположение по трактовке термина МКГЯБ базируется на том, что недостаточно механически выполнять должностные обязанности, то есть ограничиваться механическими действиями. Культура безопасности может быть реализована только при наличии в производящемся действии двух компонентов:

- определение политики организации и действий руководителей;
- проявление в реакции отдельных лиц, работающих в этих рамках.

Однако, успешная реализация принципа возможна только при приверженности и компетентности, определяемых обоими компонентами.

МАГАТЭ, в свою очередь, также способствует формированию и расширению внедрения термина культура безопасности в своих публикациях:

- «Культура безопасности». Серия изданий по безопасности, №75-INSAG-4. Данный труд акцентирует важность реализации культуры безопасности еще на уровнях политики, действий руководителей и поведения отдельных лиц организации [3];

- в публикации № 11 Серии докладов МАГАТЭ по безопасности [4] поясняется, что «культура безопасности сама по себе является подмножеством культуры организации в целом, в то время как последняя содержит в себе сочетание общих ценностей, установок и образцов поведения, придающее данной организации ее особый характер»;

- доклад INSAG-13 в дополнение вышесказанного указал на важность организационных вопросов, так как они лежат в основе высокой культуры безопасности [5];

- «Ключевые вопросы практики повышения культуры безопасности». Серия INSAG №15. Данный доклад раскрывает не только основу формирования высокой культуры безопасности, но и содержит рекомендации всем заинтересованным лицам [6].

Среди объектов повышенной опасности, как для окружающей среды, так и для человека в отдельной категории стоят атомные электростанции и исследовательские ядерные реакторы (далее – ИЯР). Именно поэтому обеспечение безопасности таких объектов – одно из главных требований к ним [7].

Безопасность ИЯР состоит из двух видов: общепромышленной (электробезопасности, пожаробезопасности, безопасности при работе с ядовитыми веществами, сосудами с повышенным давлением и т.д.) и специальной безопасности, присущей только ядерным объектам (ядерная безопасность, радиационная безопасность, физическая защита, теплотехническая безопасность и экологическая безопасность) [8]. Компоненты обеспечения ядерной безопасности ИЯР представлены на рисунке 1 [9]:



Рисунок 1 – Компоненты обеспечения ядерной безопасности

Компоненты обеспечения ядерной безопасности включают:

- выполнение норм и правил безопасности и требований проекта ИЯР;
- качество и полнота экспериментальных исследований нейтронно-физических характеристик при:
 - первом физическом пуске ИЯР;
 - энергетическом пусках ИЯР;
 - формирование культуры безопасности:
 - приверженность безопасности, осознание безопасности ИЯР жизненно важным делом;
 - создания системы поощрений и наказаний лиц, стимулирующей открытость действий персонала, мотивация осознания важности безопасности посредством действенных методов управления;
 - надзор, включающий в себя систему самооценок и проверок;
 - готовность реагировать на критическую позицию отдельных лиц;
 - понимание персоналом своих прав и обязанностей.
- система организационно-технических мероприятий, минимизирующих вероятность и последствия ошибок персонала и отказов оборудования при эксплуатации ИЯР в режиме пуска и работы на мощности и в других режимах.

Реализация культуры безопасности влечет за собой обеспечение стабильных условий труда и устойчивое состояние социально-психологической среды на рабочих местах. Для формирования культуры безопасности необходимо создать атмосферу ответственности и осознания роли каждого работника на всех уровнях организационной структуры. Принципы приоритета безопасности должны восприниматься каждым работником как личные моральные нормы.

Обеспечение ядерной безопасности на исследовательском ядерном реакторе возможно только при наличии приверженности персонала культуре безопасности, которая требует высокой организационной культуры, четкого определения обязанностей каждого работника, распределения обязанностей между участниками технологических процессов и их профессионального исполнения, точности и персональной ответственности в вопросах, связанных с безопасностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Итоговый доклад о совещании по рассмотрению причин и последствий аварии в Чернобыле. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 1986.
2. Основных принципах безопасности атомных электростанций / Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 1988.

3. Культура безопасности/Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 1991.
4. Культура безопасности/ Серия Докладов о безопасности № 11 Международной консультативной группы по ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 1998 год.
5. Менеджмент эксплуатационной безопасности на атомных электростанциях / Серия Докладов о безопасности № 13 Международной консультативной группы по ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 1999 год.
6. Ключевые вопросы практики повышения культуры безопасности /Доклад Международной консультативной группы по ядерной безопасности. Международное агентство по атомной энергии, Вена, 2015.
7. Андросов, М.В. Экологическая безопасность в области использования атомной энергии // Труды Института государства и права Российской академии наук, г. Москва, 2010 г. № 1.
8. Урусов, А.Б. Аспекты экологических проблем как следствие эксплуатации атомных электростанций // Международный журнал гуманитарных и естественных наук, г. Карачаевск, 2021 г. № 47. С. 47.
9. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии «Правила ядерной безопасности импульсных исследовательских ядерных реакторов (НП-048-03)», (утв. постановлением Госатомнадзора России от 31 декабря 2003 г. № 9).

Safety Culture as an Element of Achieving Nuclear Safety at a Research Nuclear Reactor

V.A. Ley¹, M.A. Frolova², A.Yu. Potapchuk³

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Sevastopol State University", Sevastopol, Republic of Crimea, Russia, 299015

¹ORCID iD: 0000-0002-8806-0168

¹e-mail: VALey@sevsu.ru

²ORCID iD: 0000-0003-4178-2179

WoS Researcher ID: 5256-3052

²e-mail: frolova-85@mail.ru

³ORCID iD: 0000-0002-2376-763X

³e-mail: sasha.shipecheva@gmail.com

Abstract – This article discusses the main aspects of ensuring a safety culture at a nuclear reactor, systematizes information in the field of safety culture, and the components of ensuring the safety of a research nuclear reactor are considered.

Key words: research nuclear reactor, safety culture, safety of research nuclear reactor, nuclear safety, nuclear power plants, operational limits, operating conditions, reactor operation.

УДК 316.75

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ОБОБЩЕННОЙ МОДЕЛИ КУЛЬТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА И НАСЕЛЕНИЯ ЗОНЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

Евдошкина Ю.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной статье предпринимается попытка сконструировать социологическую модель культуры безопасности в сфере атомной энергии. Данная модель создается на основании сопоставления посредством анализа видовых и содержательных признаков трех рамочных понятий "культура", "безопасность", "объект использования атомной энергии". В результате сопоставления данных понятий выявляются особенности предметных рамок социологии культуры, в рамках которых для конструирования модели берутся только те признаки, что содержат в себе необходимый потенциал

и предметные возможности для органичного соединения понятий, давно и успешно разрабатываемых в иных, помимо социологии, дискурсивных практиках.

Ключевые слова: "культура", "безопасность", "объект использования атомной энергии", ценности, социальные нормы, стереотипы, массовое сознание, АЭС, социальная безопасность.

В обеспечении безопасности в атомной отрасли особая роль отводится человеческому фактору [1]. Так, средства массовой информации пестрят сообщения о ненадежности данного объекта, неисправности технического оборудования, использовании при проектировке контрафактных деталей, несоответствующих техническим требованиям и, как следствие, скорой близости техногенной катастрофы для всего региона Юга России. Какая-то часть из этих сообщений, как устанавливают проверки, действительно, соответствуют истине, но, в значительной степени, они являются отражением многочисленных предубеждений и предрассудков, обусловленных отсутствием в социуме соответствующей культуры безопасности в сфере атомной энергетики. В данной статье мы ставим перед собой цель определить три рамочных понятия для нашей проблематики: "культура", "безопасность", "объект использования атомной энергии", и выявить возможные связи между ними.

Можно согласиться с позицией М.А. Ярматовой, согласно которой в "социологии под культурой в широком смысле этого слова понимают специфическую, генетически не наследуемую совокупность средств, способов, форм, образцов и ориентиров взаимодействия людей со средой существования, которую они вырабатывают в совместной жизни для поддержания определённых структур деятельности и общения. В узком смысле культура практикуется в социологии как система коллективно разделяемых ценностей, убеждений, образцов и норм поведения, присущих определенной группе людей" [2]. В этом определении для нас важнейшим является понимание того, что культура в социологии это, прежде всего, комплекс социорегулятивных компонентов, которые определяют правила игры для социальных акторов, отражают их место в системе социальных отношений, привязывают особенности социального действия к сложившимся и устойчивым практикам социальных интеракций [3].

Что касается стереотипов, то они в основном выполняют здесь отрицательные функции, способствуя проникновению в массовое сознание устойчивых предрассудков и предубеждений в адрес "мирного атома" [4]. Вторым рамочным понятием в нашей социологической модели выступает "безопасность". Под ней обычно понимают состояние защищенности основных жизненно важных интересов личности, общества, государства. По мнению Е.А. Цыглаковой, социологией безопасности является "отрасль социологического знания, интегрирующая в себя прикладные аспекты политических, социальных, военных, экономических, технических, гуманитарных наук, делающая своим предметом разнообразные факторы риска, угрожающие обществу и личности, а также сущность, методы, формы и средства обеспечения безопасности личности и общества в условиях комплексного взаимодействия всех этих факторов" [5]. Специфика социологии безопасности проявляется в том, что состояние защищенности должно быть обеспечено по многочисленным и разнообразным социальным аспектам, из которых складывается общество: право, экономика, политика, семья, экология и т.п. Общество состоит из людей, в социологическом понимании – социальных акторов. Однако люди, как социальные акторы, обладают не только социальными свойствами, но и биологическими. Именно в этой дуалистичности природы человека проявляются и жизненно важные интересы: они могут иметь как биологические основания, так и социальные [6]. Здесь можно вспомнить об иерархии потребностей, отражающей особенности социальных и биологических свойств человеческой личности.

Человек, когда проходит этапы социализации, овладевает общечеловеческой культурой, одновременно усваивает элементы культуры безопасности. В содержание культуры традиционно входят знания, ценности, нормы, обычаи, традиции т.д. Культура безопасности имеет своим основанием, прежде всего элементы духовной жизни общества [7].

Подводя итог, обратим внимание на некоторые возможные взаимосвязи между теми тремя понятиями, которые мы представили в данной работе. Социологическая модель культуры безопасности в сфере атомной энергии конструируется сообразно следующей логике. Под культурой с точки зрения социологической предметности мы понимаем устойчивые практики регуляции социального взаимодействия, проявляющиеся в социальных нормах, ценностях, стереотипах, ролях и традициях. Безопасность можно представить как состояние защищенности жизненно важных интересов в различных сферах функционирования социума. Культура безопасности – это когнитивные и аффективные проявления в нормах, ценностях, стереотипах, ролях и традициях, связанные с наличием в социуме определенной группы рисков. Культура безопасности в сфере атомной энергии представляет собой зафиксированное в основных регулятивных элементах культуры отношение к объектам, производящим и использующим атомную энергию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руденко В. А. К истории понятия "культура безопасности" // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – № 3 (12). – С. 100-104.
2. Ярматова М. А. Социология культуры // Молодой ученый. 2016. №8.
3. Докучаев И. И. Предмет социологии в системе социально-гуманитарного знания и наук о культуре // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2015. №3.
4. Ковалев В. В. Роль и значение аксиологических стереотипов для формирования устойчивости развития социальных институтов российского общества // Гуманитарий Юга России. 2015. №1.
5. Социология безопасности: учеб. пособие для студентов пед. вузов / авт.-сост. Е. А. Цыглакова. Балашов: Николаев, 2009.
6. Нагайцев В.В. Новые угрозы социальной безопасности населения современного российского региона // Социология в современном мире: наука, образование, творчество: Сб. статей. Вып. 5 / под ред. О. Н. Колесниковой, Е. А. Попова. Барнаул: Изд-во Алтайского гос. ун-та, 2013.
7. Руденко В. А., Евдoshкина Ю. А. Культура безопасности в контексте общечеловеческой культуры // Глобальная ядерная безопасность. – 2012. – № 4 (5). – С. 88-91.
8. Кузнецов Н. Ф. Социология безопасности. М.: МГУ, 2007.

Sociological Model of Safety Culture in the Field of Nuclear Power: Analysis of Framework Concepts

Evdoshkina Y.A.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia
e-mail: YAEvdoshkina@mephi.ru*

Abstract – This article attempts to construct a sociological model of safety culture in nuclear energy. This model is created on the basis of the comparison through the analysis of specific and informative features three framework concepts "culture", "safety", "the object of use of atomic energy". As a result of comparison of these concepts with the peculiarities of the subject of sociology of culture, in which design models are only those characteristics that contain the necessary potential and substantial opportunities for organic connections of concepts, which has been successfully developed in other than sociology, discursive practices.

Key words: "culture", "safety", "the object of use of atomic energy", values, social norms, stereotypes, mass consciousness, nuclear power, social security.

УДК 608.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ПНР ОБОРУДОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ SAM ЗДАНИЯ 20УМА ПРИ ВВОДЕ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ЭНЕРГОБЛОКА № 2 БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Горин А.С., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной статье описана оптимизация ПНР оборудования систем вентиляции. Результаты обследования показывают сокращения Состав диагностического сопровождения оборудования в объеме задач ПНР и ввода в эксплуатацию энергоблоков АЭС: опережающий контроль технического состояния оборудования до передачи его в наладку, выявление дефектов и несоответствий оборудования. Разработка и внедрение автоматизированных форм учёта, анализа и обработки диагностических параметров и результатов контроля. Контроль и регистрация первичных результатов и параметров технического состояния оборудования.

Ключевые слова: состав диагностического сопровождения, вибрационный контроль вентиляционных агрегатов системы SAM, балансирование вентиляционных агрегатов системы SAM, сокращение времени протекания процесса.

Состав диагностического сопровождения оборудования в объеме задач ПНР и ввода в эксплуатацию энергоблоков АЭС:

- Опережающий контроль технического состояния оборудования до передачи его в наладку. Выявление дефектов и несоответствий оборудования.
- Разработка и внедрение автоматизированных форм учёта, анализа и обработки диагностических параметров и результатов контроля.
- Контроль и регистрация первичных результатов и параметров технического состояния оборудования
- Мониторинг технического состояния, контроль работоспособности и правильности функционирования оборудования по Методикам и МУ.
- Разработка и внедрение алгоритмов прогнозирования периода безопасной эксплуатации оборудования;
- Разработка и формирование диагностических паспортов оборудования.
- Положительные результаты диагностического сопровождения ПНР ЭБ Белорусской АЭС.
- Виброобследование и виброналадка [1].

Виброобследованию подвергались 100% насосных и вентиляционных агрегатов энергоблока и общеблочных объектов, при этом каждый насосный агрегат РО и ТО обследовался по 20-25 раз за весь период работы энергоблока под нагрузкой.

Виброналадке подвергались до 50% насосов и 95% вентагрегатов.

Виброобследование заканчивается выявлением, идентификацией дефекта и выдачей соответствующего заключения и рекомендаций. После этого начинается процесс виброналадки, суть которой заключается в вибродиагностическом сопровождении процесса устранения дефектов до полного установления соответствия вибросостояния агрегата заводским требованиям и нормативам.

Выявляемые дефекты являются суть ошибок проектирования, дефектов изготовления и монтажа. Устранением дефектов должны заниматься те структуры, которые инициировали дефект.

Согласно п.7.1 ГОСТ 31350-2007 «Вибрация. Вентиляторы промышленные. Требования к производимой вибрации и качеству балансировки» и ГОСТ ИСО 1940-1 изготовитель несёт ответственность за проведение балансировки вентиляторов

По своей сути виброобследование и виброналадка являются монтажными операциями, задача которых сдать агрегат в наладку, т.е. показать, что агрегат соответствует нормативным и заводским требованиям. Задача вибродиагностического сопровождения ПНР – контроль данного соответствия и выявление дефектов, даже на ранних стадиях развития для того, чтобы оценить и спрогнозировать влияние выявленных дефектов на вибрационную надёжность агрегата [2].

Отсюда вытекает повышенное требование к квалификации специалистов АТЭ по ВД методу контроля – уровень не ниже II с правом выдачи заключения.

Предлагаемая в дальнейшем схема взаимодействия с генподрядчиком при сдаче-приёмке вибросостояния агрегатов представлена на рисунке 1.

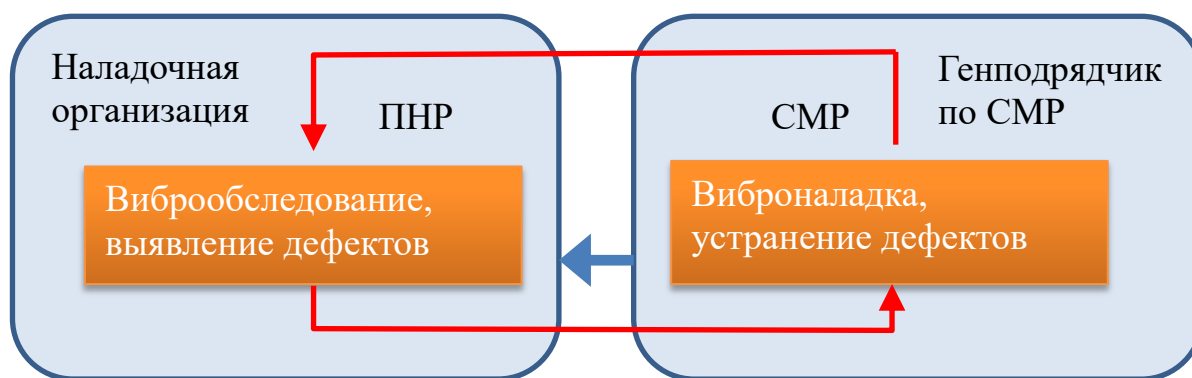


Рисунок 1 – Схема Оптимизации ПНР

Такая схема взаимодействия с Генеральным подрядчиков по СМР АО «НИАП» была реализована на энергоблоке №3 Ростовской АЭС при виброналадке турбоагрегата К-1100-60/1500-2М. НИАЭП устранил выявленные при виброобследовании дефекты с привлечением завода-изготовителя ТА-3 ОАО «Турбоатом», который, в свою очередь, выполнил ряд балансировочных работ и корректирующих мероприятий по развороту РНД1 относительно РНД2.

Наладочная организация в лице АО «Атомтехэнерго» выполняла виброобследование, анализ вибросостояния и виброналадку, измеряла амплитудно-фазовые характеристики и выдавала рекомендации по установке балансировочных грузов.

После того, как ВМ энергоблока были приняты в наладку и работали под нагрузкой на этапе опытно-промышленной эксплуатации энергоблока, АО «Атомтехэнерго» проводило виброобследование ВМ вплоть до сдачи ЭБ в промышленную эксплуатацию.

При этом все полученные результаты должны будут вноситься в диагностические паспорта ВМ и в автоматизированную систему форм учёта, анализа и обработки диагностических параметров и результатов вибродиагностики ВМ энергоблоков АЭС.

Дисбаланс остаточной массы в любом вращающемся механизме силы, который приходится на подшипники и фундаментальный блок, когда он вращается с характерной скоростью. Чтобы свести к минимуму силы, необходимо провести балансировку для ограничения неуравновешенной массы, обратившись к процедуре динамической балансировки. В результате происходит балансировка вращающихся узлов, состоящих из таких деталей, как долговечное колесо, вал, втулки и шпонки, высокие в соответствии со стандартом.

Срыв сроков ввода в эксплуатацию энергоблока №2 Белорусской АЭС-2, отставание от графика ввода в эксплуатацию 2-го уровня:

1. Длительные временные затраты на последовательное выполнение операций по причине неудовлетворительного вибрационного состояния оборудования.

2. Простой оборудования из-за длительного устранения причин повышенной вибрации и потери времени по устранению дефектов с привлечением заводов-изготовителей.

Во время работы было обнаружено что дополнительные затраты при проведении повторных испытаний происходят из заводских дефектов.

Внедрение данной методики сокращает время протекания процесса. От акта готовности оборудования системы SAM до анализа полученных данных при двух повторных испытаниях уходит в 720 часов (90 дней). Выявленные несоответствия приводят опять к 1-му шагу. Ожидания устранения замечаний в среднем 592 часа.

Тем не менее, к решению по устранению временных издержек привело именно создание комплексных бригад. При совместном проведении испытаний по виброобследованию и балансировке удалось выявить несоответствия на более раннем этапе, что позволяет выйти на 520 часов (65 дней), то есть на 200 часов меньше предыдущего результата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андришечко С.А., Васильев Б.Ю.: ВВЭР-1200: эволюция классики, 2020. – 672 с.
2. Носов, В. В. / Санкт-Петербург: Диагностика машин и оборудования, 2012. – 384 с.

Optimization of the Commissioning of the Ventilation System Equipment SAM Building 20UMA During Commissioning Power Unit No. 2 BelNPP

Gorin A.S.¹, Abidova E.A.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹ e-mail: Stk.gorin@yandex.ru

² e-mail: aabidova@mephi.ru

Abstract – This article describes the optimization of the commissioning of equipment for ventilation systems. The results of the survey show reductions in the composition of the diagnostic support of equipment in the scope of the tasks of commissioning and commissioning of NPP power units: advanced control of the technical condition of the equipment before it is handed over for commissioning, identification of defects and inconsistencies in the equipment. Development and implementation of automated forms of accounting, analysis and processing of diagnostic parameters and control results. Control and registration of primary results and parameters of the technical condition of the equipment.

Key words: composition of diagnostic support, vibration control of ventilation units of the SAM system, balancing of ventilation units of the SAM system, reduction of the process time.

ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ LABVIEW ДЛЯ РЕЗЕРВНОЙ ДИЗЕЛЬ-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Дуров В.А., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Резервная дизель-электрическая станция является одной из важнейших частей системы безопасности реакторных установок. Резервная дизель-электрическая станция подвергается различным видам изнашивания, что с течением времени приводит к возникновению различного рода отказов. Поэтому, особо важно провести качественное диагностирование.

Стратегия ГК Росатом направлена на уменьшение времени ремонта оборудования АЭС. Это достигается внедрением комплекса систем технического диагностирования состояния.

Ключевые слова: диагностика резервной дизель-электрической станции, диагностический комплекс, методы диагностирования, возможные дефекты, ремонт по текущему состоянию, чувствительность.

В работе предлагается система диагностирования и мониторинга основных параметров РДЭС.

На основе проведения планово-предупредительных ремонтов были выявлены основные дефекты и способы их контроля.

На основе рассмотренной документации можно сказать, что безопасная работа РДЭС и АЭС во многом зависит от качества ремонта и диагностирования.

В данной работе я повышу качество и скорость диагностирования генератора на РДЭС за счет разработки комплекса программ, который автоматизирует получение расчетных значений уровня вибрации синхронных электрических машин, в результате чего получаем сокращения срока проведения ремонта.

Для каждого вида передаваемых данных с датчиков был получен анализ его сигналов и характеристик.

Результатом работы является создания комплекса для диагностики и мониторинга параметров и характеристик асинхронных электрических машин на резервной дизель-электрической станции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Штерн, В. И. Эксплуатация дизельных / В. И. Штерн. – Москва, 2001. – 46 с.
2. Кислицин, А. Л. Синхронные машины / А. Л. Кислицин. – Ульяновск : УлГТУ, 2000. – 108 с.
3. Шубов, И. Г. Шум и вибрация электрических машин / И. Г. Шубов. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1986. – 202 с.

LabVIEW-based Diagnostic System for a Backup Diesel-Electric Station

Durov V.A.¹, Abidova E.A.²

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹ e-mail: durov.vlad2015@yandex.ru

² e-mail: e-abidova@mail.ru

Abstract – The backup diesel-electric station is one of the most important parts of the safety system of reactor installations. The backup diesel-electric station is subjected to various types of wear, which over time leads to various kinds of failures. Therefore, it is especially important to conduct a qualitative diagnosis. The strategy of Rosatom State Corporation is aimed at reducing the repair time of NPP

equipment. This is achieved by the introduction of a complex of systems for technical diagnostics of the condition.

Key words: diagnostics of a backup diesel-electric station, diagnostic complex, diagnostic methods, possible defects, repair according to the current state, sensitivity.

УДК: 621.646

МЕТОДИКА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ПРИВодОВ АРК И ЛШП

Абидова Е.А., Ершов А.Н., Суслов Е.С.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной работе была рассмотрена методика диагностирования состояния приводов АРК и ЛШП, реализованная при помощи вычисления огибающей токового сигнала, вычисления огибающей виброакустического сигнала и вычисления амплитудно-частотного спектра. Методика диагностирования состояния приводов с помощью анализа огибающей токового и виброакустического сигнала является эффективной мерой для точного определения состояния привода и его дефектов, если таковые имеются.

Ключевые слова: АРК, ЛШП, виброакустический сигнал, огибающая токового сигнала.

Приводы АРК и ЛШП являются одними из важнейших элементов безопасности активной зоны атомной станции, так как они обеспечивают быстрое прекращение ядерной реакции в случае аварии, автоматическое регулирование и компенсацию изменений реактивности. Используемые сейчас методы имеют изъяны, дающие неточности во время измерений или накладывающие на них ограничения.

Огибающая токового сигнала вычисляется методом среднеквадратических значений (СКЗ). Для обработки результатов таким методом необходимо иметь массив мгновенных значений тока и число точек, которые являются полушириной окна для вычисления СКЗ. Аналогичным способом вычисляется огибающая виброакустического сигнала. После получения результатов оцениваются значения коэффициентов пульсации в фазах электродвигателя и динамические характеристики приводов.

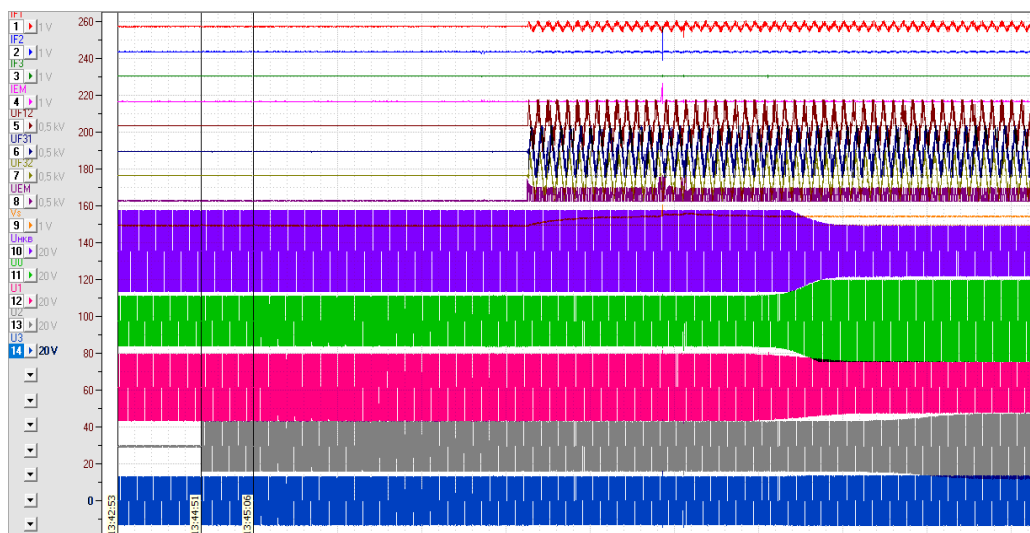


Рисунок 1 – вид сигналов привода АРК в программе PowerGraph

В процессе проведения диагностического обследования могут быть выявлены следующие дефекты:

1. Затираание рейки в направляющих роликах привода АРК;
2. Нарушение резьбового соединения блока перемещения;
3. Разворот рейки привода АРК;
4. Разрушение подшипника скольжения линейного шагового привода;
5. Дефект в обмотке катушек;
6. Скорость перемещения якоря органа регулирования привода в автоматическом режиме;
7. Повышенное трение привода ЛШП.

При диагностике приводов ЛШП и АРК, используется метод вычисления огибающей виброакустического сигнала, результат обработки которого позволяет анализировать низкочастотные и высокочастотные составляющие сигнала для анализа состояния приводов. Помимо этого, во время диагностики линейного шагового привода, анализ динамических характеристик, которыми для него являются скорость перемещения якоря органа управления привода в каждой зоне при выполнении команды «Вверх» и «Вниз» при автоматическом режиме и скорость перемещения якоря органа управления привода в каждой зоне. Информация, полученная во время прошлого диагностического обследования приводов, хранится в базах данных и может быть использована для прогнозирования состояния приводов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аркадов Г.В., Павелко В.И., Финкель Б.М. Системы диагностирования ВВЭР. – М.: Энергоатомиздат, 2010 – 391 с.
2. Малышев Р.Ю., Хайретдинов В.У. Особенности контроля термомеханической нагруженности оборудования РУ при вводе в эксплуатацию энергоблока №4 Калининской АЭС / Материалы конференции «Обеспечение безопасности АЭС с ВВЭР, ОКБ «Гидропресс», Подольск, 28-31 мая 2013 г.

The method of diagnosing the condition of the drives of the ARC and LSD

Abidova E.A.¹, Ershov A.N., Suslov E.S.

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹*e-mail: e-abidova@mail.ru*

Abstract – In this paper, a technique for diagnosing the state of the drives of the ARC and LSD was considered, implemented by calculating the envelope of the current signal, calculating the envelope of the vibroacoustic signal and calculating the amplitude-frequency spectrum. The method of diagnosing the condition of drives by analyzing the envelope of the current and vibration acoustic signal is an effective measure for accurately determining the condition of the drive and its defects, if any.

Key words: ARC (emergency, regulation, compensation) drive, LSD (linear stepper drive), vibroacoustic signal, current signal envelope.

ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ПРИВодОВ АВАРИЙНЫХ, РЕГУЛИРУЮЩИХ, КОМПЕНСИРУЮЩИХ В СОСТАВЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДЛЯ ВВЭР-440

Янкович Д.А., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной статье изучаются существующие методы диагностического обследования приводов Системы Управления и Защиты (СУЗ) типа АРК для обеспечения безопасной и качественной работы АЭС. Основными задачами данной работы являются: анализ дефектов привода СУЗ типа АРК, изучение методик обработки результатов диагностического обследования, контроля ресурсных характеристик, анализа диагностического обследования приводов СУЗ типа АРК. Работа направлена на повышение безопасности, повышение КИУМ за счёт качественной оперативной диагностики оборудования СУЗ. Актуальность данной работы обусловлена тем, что объект диагностирования является важным для безопасности.

Ключевые слова: диагностика, сигналы, регистрация, безопасность, дефекты, огибающая, динамические характеристики.

В данной работе использована методика определения дефектов и неисправностей по звуковым и ультразвуковым сигналам [1].

Привод АРК является частью исполнительного механизма СУЗ водо-водяного реактора под давлением типа ВВЭР-440 и предназначен для пуска, регулирования мощности, компенсации избыточной реактивности и остановки реактора путем введения в активную зону или выведения из неё кассет АРК.

Для определения технического состояния приводов СУЗ в условиях испытательного стенда и для определения остаточных ресурсных характеристик приводов СУЗ используется автоматизированная Комплексная Информационная Система контроля технического состояния и ресурсных характеристик приводов СУЗ энергоблоков РУ ВВЭР-440 (КИС СУЗ).

Контроль технического состояния приводов СУЗ типа АРК основывается на регистрации и анализе электрических сигналов тока и межфазного напряжения, снимаемых со статорной обмотки электродвигателя привода в процессе выполнения функции передачи крутящего момента от электродвигателя через редуктор на рейку, в режиме, в котором чередуется ход привода, стоянка под током в тормозном режиме и обратный ход.

Для анализа дефектов привода АРК используют методику экспресс-диагностики, с использованием критериев согласно требованиям ГОСТ 27.002-2015 [2].

Для обработки сигналов, полученных в результате диагностического обследования, применяется множество различных методов.

Огибающая токового сигнала вычисляется методом Среднеквадратических Значений (СКЗ) в результате обработки массива мгновенных значений тока (фазового тока – IF1, IF2, IF3). Огибающие сигналов тока IOGIB1, IOGIB2, IOGIB3 представлены на рисунке 1.

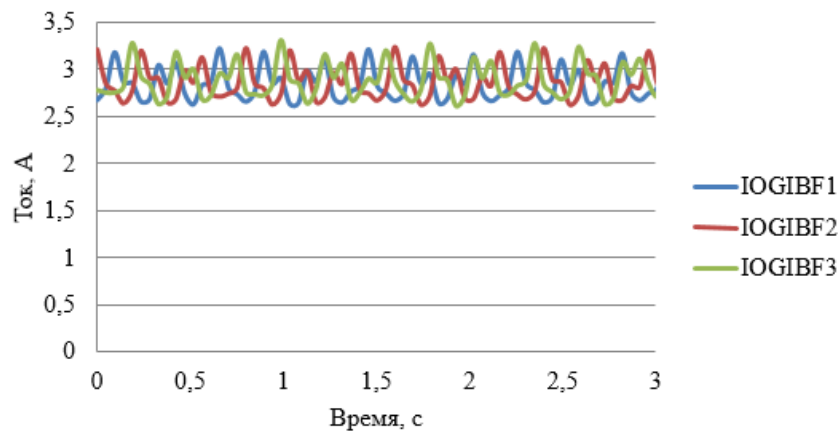


Рисунок 1 – Огибающие сигналов тока

Данная методика обеспечивает обработку массива мгновенных значений токов в фазах электродвигателя сигнала с целью вычисления коэффициента пульсаций токов в фазах электродвигателя IPL. Огибающая виброакустического сигнала VOGIB вычисляется в результате обработки массива мгновенных значений виброакустического сигнала - VIBRO.

Результатом обработки является массив VOGIB – огибающая виброакустического сигнала (рисунок 3). Аналогично для массивов мгновенных значений виброперемещения, виброскорости, виброускорения.

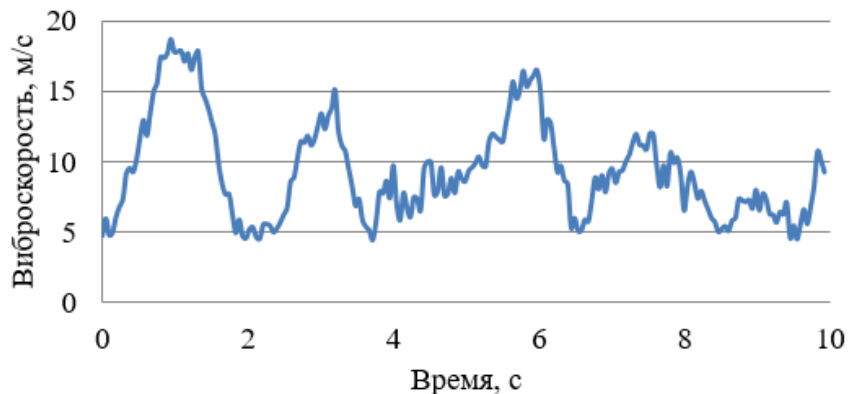


Рисунок 3 – Огибающая виброакустического сигнала

Методика вычисления амплитудно-частотного спектра предназначена для вычисления спектров исходных сигналов и их огибающих. Массив входных данных преобразуется в амплитудно-частотный спектр. На рисунке 5 приведен пример спектра виброакустического сигнала.

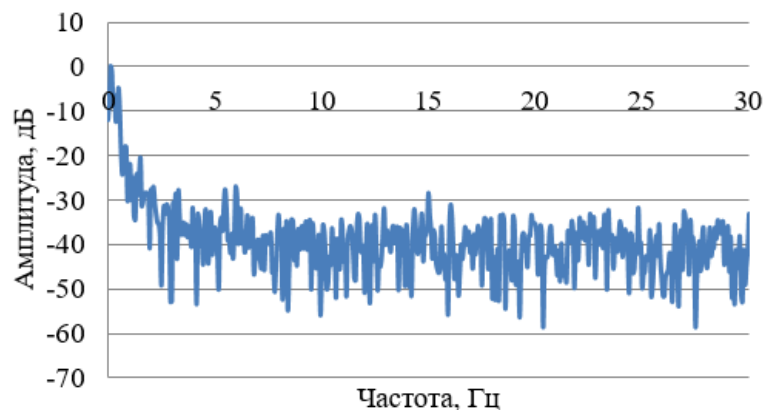


Рисунок 5 – Спектр виброакустического сигнала

Методика определения динамических характеристик привода АРК (режим АР) реализуется для определения скорости перемещения рейки привода в каждой зоне при выполнении команды «Вверх» и «Вниз» при режиме АР и контроля скорости перемещения рейки привода в каждой зоне.

Методика определения динамических характеристик привода АРК (режим АЗ) направлена на определение времени перемещения рейки привода от ВКВ до НКВ при выполнении команды АЗ. При этом выполняется контроль времени разгона τ рейки привода разгона рейки привода до скорости 200 мм/с.

Для определения и оценки динамических характеристик привода АРК при работе в режиме АР и режиме АЗ выполняется расчет и анализ скорости перемещения рейки привода в каждой зоне от ВКВ до НКВ с построением графика перемещения. Скорость перемещения рейки привода в зоне в режиме АР должна быть в пределах 20 ± 1 мм/сек [3].

Алгоритм методики спектрального анализа предназначен для оценки амплитуд на частотах вращения выходного вала электродвигателя и электропривода, кинематических пар электродвигателя и редуктора электропривода в огибающих виброакустического сигнала и сигнала тока (рисунок 6).

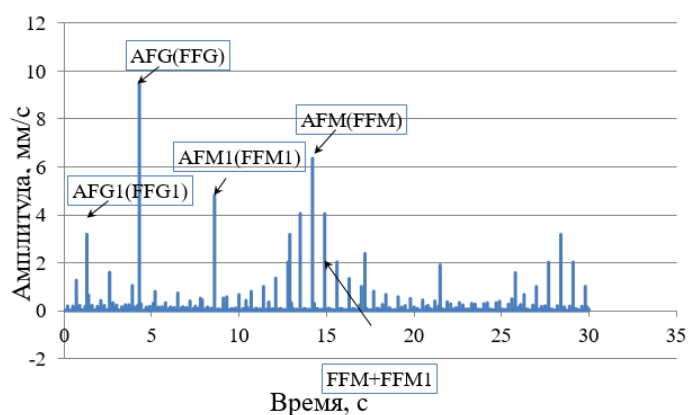


Рисунок 6 – Спектральный анализ сигнала привода АРК

В настоящей работе была изложена основная информация о диагностическом обследовании приводов СУЗ типа АРК. Для приводов СУЗ типа АРК использование методов спектрального, кепстрального, вейвлет-анализа, а также метода фазовых портретов позволит существенно повысить глубину поиска дефектов по сравнению со штатными методиками контроля. Своевременное диагностирование позволяет установить наличие дефектов на ранних стадиях их появления. Это даёт возможность предупреждения развития дефекта и предотвращения возможного ущерба. Высокая степень автоматизации методов (использование различного программного обеспечения) позволяет с большей эффективностью собирать, анализировать, хранить данные, полученные в ходе диагностирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абидова Е.А., Белоус М.А., Хегай Л.С., Чернов А.В. Методика диагностирования состояния электромеханических приводов систем управления и защиты реакторной установки // Инженерный вестник Дона: электрон. науч. журн, 2017. - № 4. - Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4493>;
2. ГОСТ 27.002-2015 «Надежность в технике» [Текст].
2. ГОСТ 10169-77 «Машины электрические трехфазные синхронные. Методы испытаний» [Текст].

Diagnostic Survey of Emergency, Control and Compensating Drives as Part of the CPS Actuator for WWER-440

Yankovich D.A.¹, Abidova E.A.²

Abstract – This article studies the existing methods of diagnostic examination of CPS drives of the ECC type to ensure the safe and high-quality operation of nuclear power plants. The main objectives of this work are: analysis of defects in the CPS drive of the ECC type, study of methods for processing the results of a diagnostic examination, control of resource characteristics, analysis of the diagnostic examination of CPS drives of the ECC type. The work is aimed at improving safety, increasing the capacity factor due to high-quality operational diagnostics of CPS equipment. The relevance of this work is due to the fact that the object of diagnosis is important for safety.

Key words: diagnostics, signals, registration, safety, defects, envelope, dynamic characteristics.

УДК 311.42

ЗАВИСИМОСТЬ УРОВНЯ УСПЕВАЕМОСТИ СТУДЕНТОВ ОТ РЕЗУЛЬТАТОВ ЕГЭ

Белова Е.П.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Данная работа посвящена определению зависимости успеваемости студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ на протяжении обучения от их результатов ЕГЭ по профильным и непрофильным предметам с использованием методов корреляционного анализа (линейный коэффициент корреляции Пирсона) в программе Microsoft Excel. Результаты исследования могут быть использованы при планировании образовательного процесса в вузе, учета подготовленности абитуриентов к изучению дисциплин.

Ключевые слова: успеваемость студентов, ЕГЭ, корреляция, корреляционный анализ, коэффициент корреляции Пирсона, статистика.

Цель исследования: оценить зависимость результатов успеваемости студентов в вузе от результатов вступительных испытаний в форме ЕГЭ. Тем самым определить на сколько результат ЕГЭ отражает готовность студентов к обучению в вузе.

Для проведения исследования использовалась следующая информация: обезличенные сведения из базы данных о приеме и о результатах промежуточной аттестации студентов за 2017-2020 года. В исследовании использовались данные тех студентов, которые сдавали ЕГЭ и не были отчислены за рассматриваемый период. Они были преобразованы таблицу с суммой баллов ЕГЭ и средним баллом (по стобалльной шкале) за каждую сданную сессию. Для идентификации студентов используется номер зачетной книжки.

Для определения наличия и величины связи между выборками используется корреляционный анализ. В данном случае для вычисления линейной корреляции между двумя выборками использовался линейный коэффициент корреляции Пирсона [1], рассчитанный по формуле 1 [2]:

$$r = \frac{COV_{xy}}{S_x S_y} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum (X_i - \bar{X})^2 \sum (Y_i - \bar{Y})^2}}, \quad (1)$$

где COV_{xy} – ковариация,

S_x, S_y – стандартное отклонение.

Результаты проверены на достоверность при помощи преобразования Фишера [2].

Был вычислен коэффициент корреляции суммарного балла ЕГЭ со средним баллом сессии, полученные результаты по годам приведены в таблицах 1 – 4. Графики зависимости полученных коэффициентов корреляции о номера сессии представлены на рисунках 1 – 3. Год указывает год поступления.

Таблица 1 – 2020 год

Номер сессии	1
Коэффициент корреляции r	0,569

Таблица 2 – 2019 год

Номер сессии	1	2	3
r	0,578	0,474	0,476

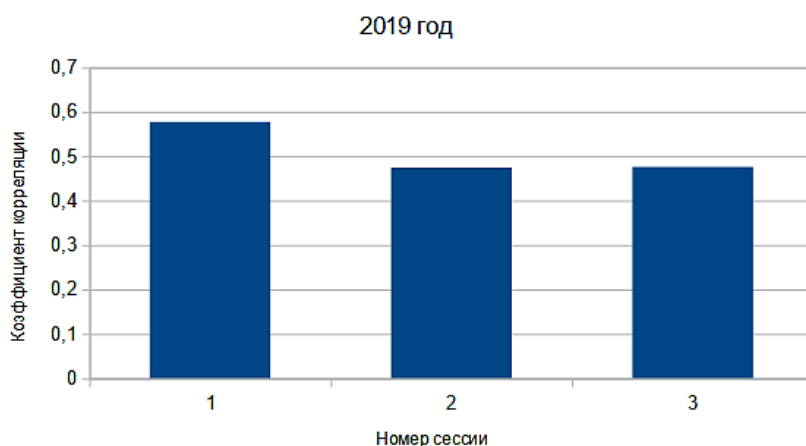


Рисунок 1 – 2019 год

Таблица 3 – 2018 год

Номер сессии	1	2	3	4	5
r	0,497	0,294	0,266	0,353	0,264

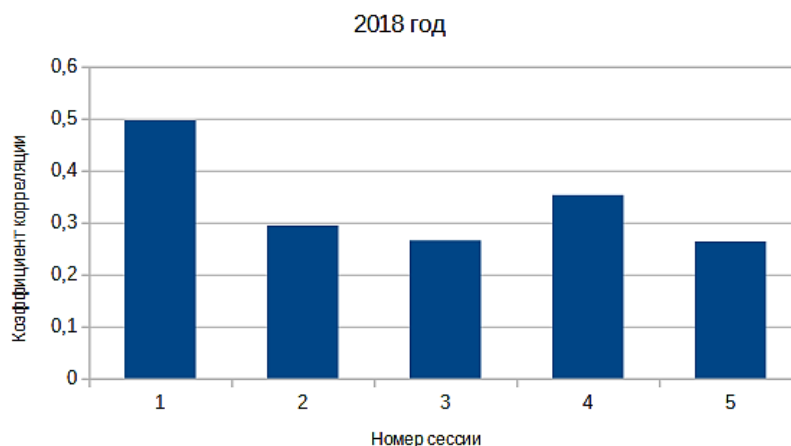


Рисунок 2 – 2018 год

Таблица 4 – 2017 год

Номер сессии	1	2	3	4	5
r	0,483	0,478	0,4703	0,268	0,354

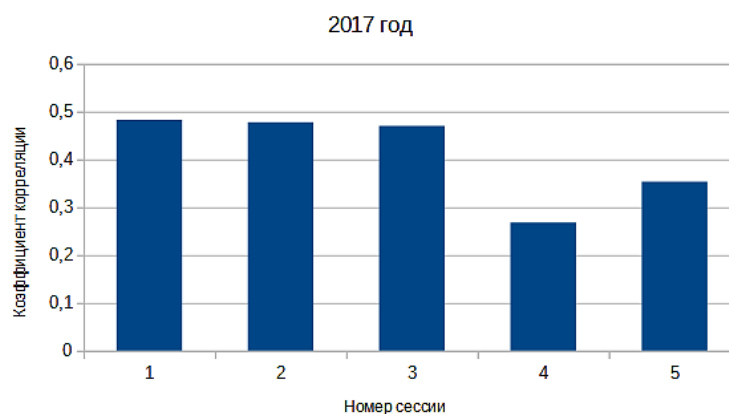


Рисунок 3 – 2017 год

Для 2020 года дополнительно проведён анализ в разрезе дисциплин: вычислен коэффициент корреляции результатов первой сессии в баллами ЕГЭ по математике, физике и русскому языку (в этом случае не использовались данные студентов специальности «Экономика», так как они сдают обществознание). Результаты приведены в таблице 5.

Таблица 5 – 2020 год по дисциплинам

Название предмета	Физика	Математика	Русский язык
Коэффициент корреляции r	0,572	0,442	0,359

Вывод: значимая корреляция (в диапазоне 0,58-0,48, что соответствует средней корреляции по шкале Челдока [3]) присутствует только на 1й сессии, после чего падает до незначимых величин, что объясняется тем фактом, что многие предметы 1го семестра являются продолжением школьных дисциплин. Анализ корреляции по дисциплинам демонстрирует, что максимальная корреляция с ЕГЭ по физике, так как она является профильной для практически всех рассмотренных специальностей. Полученные результаты говорят о том, что успешность студента в вузе не определяется его результатами на вступительных экзаменах. Причины этого, возможно следует искать в организации подготовки к ЕГЭ.

Заключение: на данный момент анализ по всем студентам очной формы обучения, в дальнейшем мы будем проводить более подробный анализ по направлениям подготовки и регионам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статистика и котики / В. Савельев. – Москва : Издательство АСТ, 2018. – 192 с.
2. Линейный коэффициент корреляции Пирсона — [statanaliz.info](https://statanaliz.info/statistica/korrelyaciya-i-regressiya/linejnyj-koefficient-korrelyacii-pirsona/) // [statanaliz.info](https://statanaliz.info/statistica/korrelyaciya-i-regressiya/linejnyj-koefficient-korrelyacii-pirsona/) URL: <https://statanaliz.info/statistica/korrelyaciya-i-regressiya/linejnyj-koefficient-korrelyacii-pirsona/> (дата обращения: 17.03.2022).
3. Как рассчитать коэффициент корреляции в Excel - ПК Консультант // ПК Консультант - Сайт о настройке устройств. URL: <https://ipt-miit.ru/prochee/kak-rasschitat-koeffitsient-korrelyatsii-v-excel.html> (дата обращения: 18.03.2022).

Dependence of Student Performance on Use Results

Belova E.P.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region, Russia
e-mail: miss.liza.belova@yandex.ru*

Abstract – This work is devoted to determining the dependence of the progress of students of the VITI NRNU MEPhI during their studies on their USE results in specialized and non-core subjects using the

methods of correlation analysis (Pearson's linear correlation coefficient) in the Microsoft Excel program. The results of the study can be used in planning the educational process at the university, taking into account the preparedness of applicants for the study of disciplines.

Key words: academic performance of students, correlation, correlational analysis, Pearson correlation coefficient, statistics.

УДК 608.2

ПОДХОДЫ К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ В ФИЛИАЛЕ АО «АЭМ-ТЕХНОЛОГИИ» «АТОММАШ»

Боярчук Н.В., Хухлаев Д.Г.

Филиал АО "АЭМ-технологии" "Атоммаш", Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В машиностроении важную роль играет контроль качества поставляемой и изготавливаемой продукции. Одним из его элементов является входной контроль. В данной работе проведен анализ оптимизации процесса входного контроля в филиале АО «АЭМ-технологии» Атоммаш на предмет сокращения несоответствий в отчетной документации.

Ключевые слова: входной контроль, ВК-1, ВК-2, верификация, несоответствия, система менеджмента качества, дефекты, отклонения, товарно-материальные ценности (ТМЦ)

Входной контроль – один из основных элементов системы менеджмента качества предприятия. В соответствии с п. 8.4.1 ISO 9001:2015 целью входного контроля является обеспечение соответствия процессов, продукции и услуг, поставляемых внешними поставщиками, заявленным требованиям [2].

Содержание понятия «контроль» со временем становится шире. Так, в словаре В. Даля контроль – учет, проверка счетов, отчетности; присутственное место, занимающееся проверкой счетов. В словаре С. И. Ожегова – это проверка, а также наблюдение с целью проверки [3].

В Большом экономическом словаре А.Н. Азрилияна контроль – это система наблюдений и проверки соответствия процесса функционирования управляемого объекта принятым управленческим решениям, выявление результатов управленческих воздействий на управляемый объект [4].

Различными авторами понятие «контроль» трактуется неоднозначно. Все существующие современные определения категории «контроль» характеризуют его в различных аспектах: как процесс, как деятельность, как информационные потоки, а также как деятельность по снижению рисков. Это, очевидно, не столько отражает стремление дать универсальную трактовку понятия контроля, сколько является следствием подхода к данному вопросу с точки зрения интересов представителей различных научных направлений: философии, теории управления, политики, права, кибернетики и др. Самым распространенным определением контроля является утверждение о том, что контроль это функция управления, которая представляет собой осуществляемый субъектом управления комплекс мер наблюдения за подготовкой, принятием и ходом реализации управленческих решений, а также проверки фактического состояния объекта управления.

На предприятии «Атоммаш» принята «двухуровневая» Верификация закупаемой продукции, состоящая из двух этапов:

Первый этап ВК-1 – проверка соответствия сопроводительной документации на поставляемый товар и его визуально-измерительный контроль, заявленным требованиям;

Второй этап ВК-2 – проверка соответствия поставляемого материала требованиям конструкторской документации.

В статье рассмотрены элементы первого этапа входного контроля и сформулированы принципы оптимизации данного процесса на основе анализа количества и вида несоответствий отчетной документации на ТМЦ.

К элементам первого этапа входного контроля относится:

- комплектность сопроводительной документации на соответствие техническому заданию и договора поставки;
- визуально-измерительный контроль (маркировка, количественный учет, геометрия, работоспособность и т.п.);
- соответствие сертификатных данных документов по стандартизации в зависимости от указанного в журнале предъявления ГОСТа на поставку товарно-материальных ценностей;
- наличие и качество печатей и подписей;

Анализ количества извещений о возврате за 2020 год показал, что из выявленных 653 несоответствий:

- 305 связаны с ошибками в оформлении документации;
- 235 связаны с дефектами металла;
- 113 прочие несоответствия, которые затруднительно выделить в отдельную группу.

Длительность устранения несоответствий, связанных с дефектами металла – составляет 25 дней.

Длительность устранения несоответствий и ошибок в документах составляет – 32 дня.

При детальном рассмотрении извещений о возврате за 2020 год было выявлено, что наибольшую долю несоответствий составляют ошибки в документации, которые в свою очередь длительно устраняются ввиду их незначимости.

Основной причиной возникновения несоответствий в отчетной документации по качеству связанных с ошибками в оформлении документации является отсутствие интеграции всех исходных данных из-за чего происходит излишнее дублирование информации

В ходе проведения входного контроля, контролеру необходимо запросить у инженера по закупкам техническое задание и перечень входного контроля, а также зарегистрировать сертификаты качества в различных видах учета информации. В случае несоответствия необходимо выписать извещение о возврате, а также зарегистрировать и отправить участникам.

Для того чтобы оптимизировать процесс входного контроля целесообразно использовать специализированное программное обеспечение. Рассмотрим пример электронного документооборота по ВК на примере программы 1С:Предприятие. Внедрение электронного документооборота позволяет сократить затраты времени на регистрацию сертификатов и извещений о возврате в различных видах учета информации, на запросы тех.задания и перечня входного контроля. Интерфейс подобной программы приведен на рисунке 1.

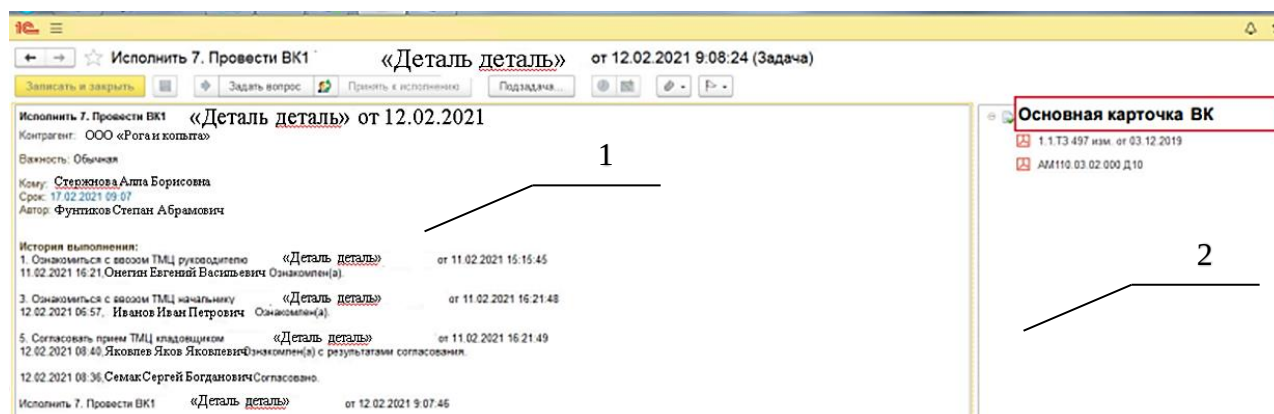


Рисунок 1 – Интерфейс программы

Блок 1 «Задача и контроль». В данном блоке указаны:

- контрагент;
- автор поручения;
- исполнители;
- согласующие лица.

Блок 2 «Основная карточка ВК». В данном блоке размещаются необходимые документы для проведения входного контроля.

В рамках решения одной задачи исполнители могут вносить на рассмотрение замечания, которые устраняются на этапе данного согласования. Все корректировки по результатам согласования отображаются в отчетном документе блока 2.

Практическое применение специализированного программного обеспечения в условиях филиала АО «АЭМ-технологии «Атоммаш» позволяет:

- оптимизировать процесс входного контроля в части значительного снижения несоответствий отчетной документации;
- сформировать сквозной поточный коммуникационный канал на всем протяжении ведения отчетной документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нормативная и техническая документация Филиала АО "АЭМ-технологии" "Атоммаш"
2. ISO 9001:2015 Система менеджмента качества. Требования.
3. Ожегов С. И. Словарь русского языка. Ок. 53000 слов / С.И. Ожегов; Под общ. красной. проф. Л.И. Скворцова. – 24-изд., испр. – М.: ООО «Издательство «Оникс»»; ООО «Издательство «Мир и образование»»; ООО «Издательство «Астрель»», 2011. – 1200 с.
4. Большой экономический словарь./ Под ред. А.Н. Азриляна. – 6-е изд., доп. – М.: Институт новой экономики, 2004. – 1376 с.
5. Гумеров, А. В. Совершенствование системы входного контроля качества промышленного предприятия / А. В. Гумеров. — Текст : непосредственный // Актуальные вопросы экономических наук : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Уфа, октябрь 2011 г.). — Уфа : Лето, 2011. — С. 88-90. — URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/11/1071/> (дата обращения: 18.03.2022).

Approaches to Optimizing the Process of Input Control in the Branch of Jsc "Aem-Technologies" "Atomash"

Boyarchuk N.V.¹, Khukhlaev D.G.²

*Branch of JSC "AEM-technologies" "Atomash", Volgogradsk,
Volgogradsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: boiar4uck.natali@yandex.ru*

Abstract – In mechanical engineering, quality control of supplied and manufactured products plays an important role. One of its elements is the input control. In this paper, an analysis of the optimization of the input control process in the branch of JSC "AEM-technologies" Atomash was carried out in order to reduce inconsistencies in the reporting documentation.

Key words: input control, VK-1, VK-2, verification, inconsistencies, quality management system, defects, deviations. inventory items (goods and materials).

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПАНИИ В УСЛОВИЯХ СТРЕМИТЕЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Долгачев В.А., Очкур Г.В.

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Балаково, Саратовская обл., Россия

Цифровая трансформация позволяет организации реагировать на постоянные изменения ситуации на рынке. Она является мощным инструментом для компаний, которые хотят найти недостатки в организационной структуре, оптимизировать бизнес-процессы, протекающие в организации и увеличить прибыль. В статье приведены основные этапы проведения цифровой трансформации на примере организации, осуществляющей торговлю.

Ключевые слова: цифровая трансформация, информационные технологии, оптимизация бизнес-процессов.

В современном мире появляется все больше компаний и организаций, конкурирующих между собой за рынок. Одним из главных критериев соперничества является снижение затрат на итоговый продукт, и как следствие, снижение стоимости продукции и привлечение большего числа клиентов. Чтобы снизить цену многие предприятия выбирают цифровую трансформацию своего бизнеса.

Цифровая трансформация - масштабный процесс, когда происходит преобразование бизнес-процессов всей компании при помощи цифровых решений. Данный подход включает в себе применение новых технологий и, при необходимости, новых методов в управлении и ведении ключевых процессов организации.

Цифровая трансформация состоит из нескольких этапов:

- Анализ. Необходимо проанализировать деятельность компании, найти слабые и сильные стороны.
- Моделирование. Создать схемы бизнес-процессов, составить план решения проблем и слабых сторон организации.
- Проектирование. Требуется составить техническое задание, в котором будут описаны все необходимые действия и возможные сложности при реализации трансформации.
- Разработка. Оптимизация существующих процессов путем внедрения новых информационных технологий для решения профессиональных задач.
- Документирование. Создание инструкций для работы с новыми технологиями и устранения частых ошибок.
- Внедрение. Проведение инструктажа с работниками для правильной и корректной работы.

Результатом цифровой трансформации является внедренный программный продукт, который ускоряет работу компании и снижает издержки бизнес-процессов.

Одним из востребованных видов деятельности в современном мире бизнеса является оптовая и розничная торговля, поэтому цифровая трансформация данной отрасли видится очень актуальной.

Для примера проведения процедуры цифровой трансформации рассмотрим компанию, которая занимается продажами товара для клиентов. Ассортимент продаваемых товаров ограничим техническими маслами и антифризом различных фирм.

На первом этапе трансформации необходимо провести анализ деятельности компании, составить PEST и SWOT-анализ. PEST анализ – это инструмент стратегического анализа, предназначенный для выявления политических, экономических, социальных и технологических факторов внешней среды организации, которые оказывают влияние на ее

деятельность. PEST-анализ проводится с целью лучшего понимания внешнего окружения компании, выявления тех благоприятных факторов, которые являются возможностями развития, и негативных факторов, которые его ограничивают. Особенное значение PEST-анализ имеет для среднего и крупного бизнеса, когда компания постоянно находится под давлением конкурентов. Только постоянный мониторинг внешнего окружения позволяет защитить компанию от критических ошибок [1].

Целью SWOT-анализа является формирование потенциальных стратегических направлений развития предприятия с помощью, полученной в ходе его проведения информации о сильных и слабых сторонах компании. Он позволяет находить варианты для успешного осуществления организацией эффективной деятельности и развития.

В таблицах 1 и 2 приведен пример PEST и SWOT анализа [2].

Таблица 1 – PEST анализ компании, которая занимается продажами товара

Политические		Экономические	
Фактор	Значение	Фактор	Значение
Повышение степени государственного регулирования в отрасли	0,2	Падение цен на машинное масло	0,2
Бюрократизация и высокий уровень коррупции	0,1	Изменение уровня инфляции	0,13
Свобода независимости рекламных агентств	0,06	Уровень безработицы, размер и условия оплаты труда	0,06
Положения национального налогового права подвержены частым изменениям (тарифы и льготы)	0,25	Возрастающая конкуренция	0,17
		Стоимость энергетических, сырьевых и коммуникационных ресурсов	0,3
Социально-культурные		Технологические	
Фактор	Значение	Фактор	Значение
Темпы роста населения	0,017	Необходимость использования машинного масла в любых машинах	0,05
Непопулярность аграрных профессий	0,05	Уровень инноваций в отрасли	0,13
Представление компании в СМИ и интернете	0,06	Законодательство в области технологического развития отрасли	0,2
Положительное отношение к импортным товарам	0,15	Развитие и проникновение интернета, развитие мобильных устройств	0,2

Таблица 2 – SWOT анализ компании, которая занимается продажами товара

Сильные стороны		Слабые стороны	
Рейтинг	Параметр	Рейтинг	Параметр
1	Отлаженная сбытовая сеть	1	Малая известность компании
2	Широкий ассортимент машинных масел	2	Узкий круг потребителей
3	Высокий контроль качества	3	Зависимость от качества производства поставщиков
4	Ориентированность на потребителя	4	Используются стандартные методы продвижения продуктов
5	Персонал отдела продаж владеет полной информацией о товаре	5	Низкий уровень сервиса (дополнительные услуги)
Возможности		Угрозы	
Рейтинг	Параметр	Рейтинг	Параметр
1	Совершенствование рекламных технологий продвижения машинных масел	1	Повышение степени государственного регулирования в отрасли
2	Появление новых поставщиков машинных масел	2	Сбои в поставках
3	Расширение ассортимента возможных товаров	3	Рост темпов инфляции
4	Возможность обслуживания дополнительных групп потребителей	4	Из-за роста конкуренции доля на рынке может снизиться

На втором этапе для анализа и синтеза бизнес-процессов компании проводится их моделирование с помощью методологии функционального моделирования IDEF0. В качестве примера можно рассмотреть один из множества бизнес-процессов, протекающих в организации. Контекстная диаграмма процесса «Оформление заказа» изображена на рисунке 1, а диаграмма декомпозиция на рисунке 2.

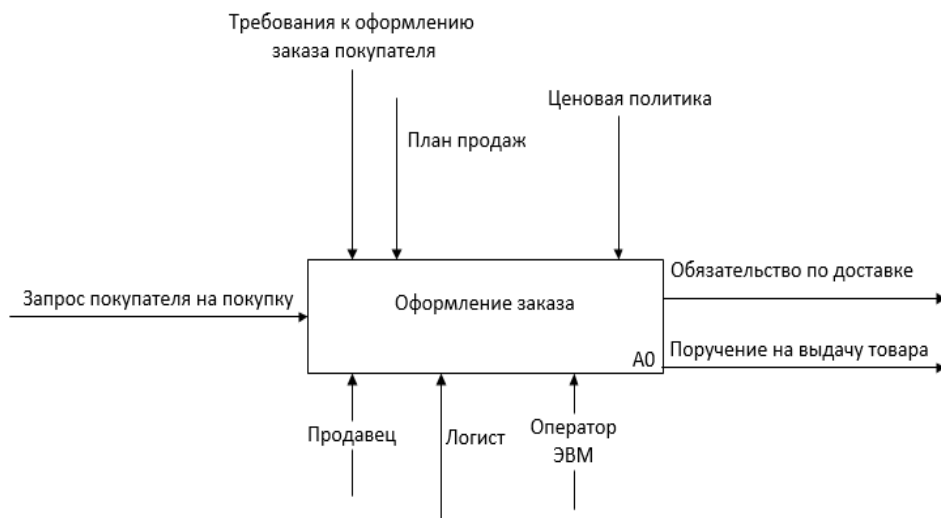


Рисунок 1 – Контекстная диаграмма бизнес-процесса компании «Cool-stream»

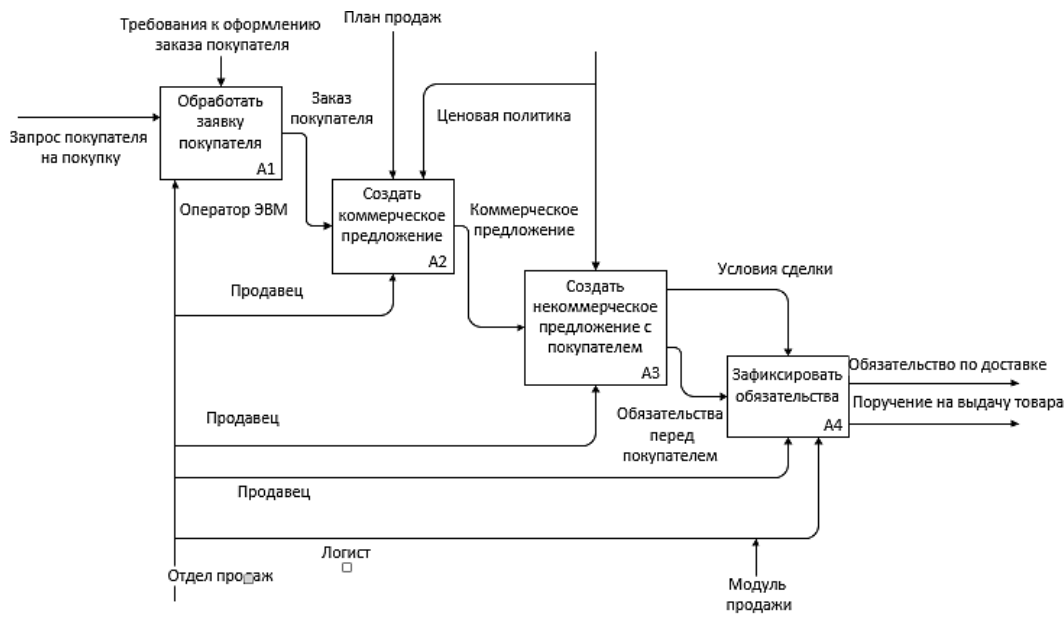


Рисунок 2 – Диаграмма декомпозиция бизнес-процесса «Оформление заказа»

Проведенный на первом и втором этапах анализ позволит обнаружить различные проблемы в организации протекающих бизнес-процессов. Для устранения проблем возможны различные варианты решения: создание единой базы данных, которая будет в себя включать данные о покупателях, о товарах, о продажах; создание Интернет-представительства магазина.

Следующим шагом создается техническое задание, в котором описываются сроки создания программного продукта, его характеристики, а также необходимая документация к нему.

С помощью программ имитационного моделирования, таких, например, как GPSS World или AnyLogic, есть возможность проверить эффективность предлагаемых к внедрению технологий. Моделирование работы новой информационной системы организации может показать, какие параметры бизнес-процессов после внедрения информационного продукта в

деятельность компании изменяются. Серия мельчайших изменений в правильном направлении может привести к огромному результату.

Завершающими этапами трансформации являются разработка программного продукта и его внедрение в деятельность компании.

Таким образом, цифровая трансформация является мощным инструментом, позволяющим полностью изменить работу организации. С ее помощью можно решить проблемы, которые влияли на все бизнес-процессы как изнутри организации, так и из вне. Результаты трансформации позволяют увеличить эффективность работы в десятки раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилкина, Ю. В. Стратегический менеджмент: учебно-методическое пособие / Ю. В. Данилкина, А. О. Яковлева. — Москва: РТУ МИРЭА, 2021. — 82 с.
2. Новожилов, А. М. Маркетинговые исследования и ситуационный анализ: учебное пособие / А. М. Новожилов. — Москва: РУТ (МИИТ), 2019 — Часть 3 — 2019. — 72 с.

Digital Transformation of the Company in the Context of Rapidly Changing Environmental Factors

Dolgachev V.A., Ochkur G.V.

*Balakovo Institute of Engineering and Technology - Branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Nuclear University" MEPhI", Balakovo
e-mail: micadevcon@mail.ru*

Abstract – Digital transformation allows an organization to respond to constant changes in the market situation. It is a powerful tool for companies that want to find flaws in the organizational structure, optimize business processes in the organization and increase profits. The article presents the main stages of digital transformation on the example of an organization engaged in trade.

Key words: digital transformation, information technology, business process optimization.

УДК 62-531.8

АНАЛИЗ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

Елисеев А.И., Руденко П.И., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Автоматическая система регулирования парогенерирующей установки является ответственным элементом атомных электрических станций. Она осуществляет непрерывное восполнение убыли воды в ПГ, связанной с расходом пара на главную турбину и другие потребители. Эффективность работы подобного рода систем оказывает непосредственное влияние на безопасность и общую производительность АЭС. Потому анализ и модернизация АСР уровня воды в парогенераторах имеет ключевой смысл в обеспечении правильной работы ядерных установок.

Ключевые слова: анализ автоматических систем регулирования, регуляторы уровня воды в парогенераторе, способы автоматизации системы подпитки парогенератора, уровень воды в парогенераторе.

В работе предлагается система регулирования уровня воды в ПГ с регулятором – ПИД типа.

На основе теоретических данных были рассмотрены состав и способы автоматизации системы подпитки, на основе которых получены основные принципы и структурные, а также, логические особенности исследуемой области.

На основании проведенного анализа было выявлено, что надежность работы парогенерирующего агрегата во многом определяется качеством регулирования уровня воды в парогенераторе. Уровень воды в парогенераторе является главной регулируемой величиной, которая определяет безопасность и надежность работы самого агрегата и связанных с ним установок.

Произведен обзор существующих в настоящее время систем регулирования уровня в ПГ. На основе данного обзора были определены недостатки и преимущества этих систем.

На основании проведенного обзора и опыта их эксплуатации тепловыми электрическими станциями, а также теоретических сведений была определена оптимальная система регулирования.

Произведен углубленный анализ выбранной АСР и применения различных типов регуляторов. Для каждого типа регулятора осуществлен обзор его характеристик. Определен оптимальный тип регулятора.

Результатом работы является структурная схема АСР уровня воды в парогенераторе с регулятором ПИД- типа, являющиеся оптимальным и актуальным ныне способом регулирования, что необходимо для обеспечения эффективной работы современных АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атомные электростанции: учебное пособие / А.М. Антонова, А.В. Воробьев; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 230 с.
2. Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования: учебное пособие/ А.В. Волошенко, Д.Б. Горбунов – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109с.
3. Лукаевич Б.И. и др. Парогенераторы реакторных установок ВВЭР для атомных электростанций. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 391с.:ил.

Analysis of Automatic Control Systems of Steam Generators at Nuclear Power Plants

. Eliseev A.I¹, Rudenko P.I.², Abidova E.A.³

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹ *e-mail: gyablonev@list.ru*

² *e-mail: panprofessor@yandex.ru*

³ *e-mail: e-abidova@mail.ru*

Abstract – The automatic control system of the steam generating plant is a responsible element of nuclear power plants. It continuously replenishes the loss of water in the SG associated with the consumption of steam to the main turbine and other consumers. The efficiency of such systems has a direct impact on the safety and overall performance of nuclear power plants. Therefore, the analysis and modernization of the ASR of the water level in steam generators makes key sense in ensuring the proper operation of nuclear installations.

Key words: analysis of automatic control systems, water level regulators in the steam generator, methods of automation of the steam generator feeding system, water level in the steam generator.

СОЗДАНИЕ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ТЕРМОГРАММ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Зубенко А.С., Воробьев Е.В., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Диагностика электроприводной арматуры атомных электрических станций является очень важным процессом. Большое количество обрабатываемых данных и высокая вероятность человеческой ошибки указывает на то, что его следует доверить искусственному интеллекту. Для его обучения необходимы данные, которые можно получить, обработав результаты, полученные при диагностике вручную человеком. Для этих целей необходим алгоритм обработки данных.

Ключевые слова: диагностика электроприводной арматуры, алгоритм обработки, нейронная сеть, алгоритм поиска.

Работа нейронной сети по поиску тепловых зон на термограммах оборудования невозможна без предварительного обучения данной сети. Выходные данные, которые предлагает программное обеспечение тепловизора мало подходят для дальнейшего обучения, поэтому необходим алгоритм, который обработает данные и выдаст их в нужном для обучения виде.

В данной работе предлагается алгоритм обработки зон с заданной температурой на термограммах электроприводной арматуры для дальнейшего обучения нейронной сети.

В данный момент, имеются только встроенные в сам тепловизор алгоритмы обработки, поэтому необходимо разработать собственные варианты обнаружения и обработки для дальнейшего использования в программном обеспечении.

Полученный алгоритм основан на переводе цвета пикселя в температуру, на основании соотношения цвета, выдаваемого тепловизором и температуры, соотнесенной с этим цветом.

Из пикселей в цветовой модели RGB извлекался только канал R, что соответствует красному цвету. Далее пиксели отделялись по определенной чувствительности, зависящей от конкретной модели тепловизора. После этого, пиксели группировались по расположению и выдавались в виде последовательности символов, которая и использовалась для обучения нейронной сети.

Проведенная серия экспериментов показала достаточную чувствительность для использования в алгоритмах подготовки данных для обучения.

Полученные данные были соотнесены с результатами обработки тепловизором.

Общая чувствительность осталась на прежнем уровне, что говорит об успешности данной работы.

Данный алгоритм, реализованный посредством языка Python также может быть использован в химической промышленности для определения зон нагрева металлов.

Результат, полученный в ходе разработки собственного алгоритма обработки изображений очень актуален в разработке системы определения протечек электроприводной арматуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абидова, Е.А. и др. Идентификация диагностической информации при оценке технического состояния электроприводной арматуры АЭС [Текст] / Е.А. Абидова, В.А. Носенко, А.В. Чернов, О.Ю. Пугачёва // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2012. – Т. 6– №6. – С. 90–93.
2. Абидова Е.А. Чернов А.В., Хегай Л.С. Совершенствование методов обработки информации в системах диагностики оборудования АЭС: монография. М.: НИЯУ МИФИ; Волгодонск: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. 128 с.

Creation of a Thermogram Processing Algorithm for Neural Network Training

Zubenko A.S.¹, Vorobev E.V.², Abidova E.A.³

*Volgodonsk Engineering and Technology Institute - National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk,
Rostov region, Russia*

¹ *e-mail: a2ube@ya.ru*

² *e-mail: xpanr@ya.ru*

³ *e-mail: e-abidova@mail.ru*

Abstract – Diagnostics of electric drive fittings of nuclear power plants is a very important process, which is why it should be entrusted to artificial intelligence. His training requires data that can be obtained by processing the results of human diagnostics. For these purposes, a data processing algorithm is needed.

Key words: diagnostics of electric valves, processing algorithm, neural network, search algorithm.

УДК 65.011.8

АНАЛИЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЛУЖБЫ МАРКЕТИНГА

Карева Ю.Р., Цвелик Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В настоящее время происходит трансформация видов деятельности, экономики, внедрение новых технологий. В этих условиях эффективное функционирование невозможно без цифровой трансформации. Обязательным элементом этого процесса является анализ и модернизация бизнес-процессов. Моделирование бизнес-процессов является неотъемлемой, составной частью проектов по реинжинирингу (реорганизации), бизнес-процессов. Конечная цель моделирования бизнес-процессов заключается в том, чтобы добиться улучшения работы. Для этого в ходе анализа основное внимание уделяется повышению ценности результатов процесса и снижению стоимости, и времени выполнения действий.

Ключевые слова: бизнес-процессы; диаграмма процессов; моделирование; оптимизация, оценка эффективности бизнес-процессов.

В настоящее время не существует единой системы для оценки эффективности бизнес-процессов. В зависимости от возможностей и целей предприятия, следует делать упор на основополагающие критерии (время, трудозатраты, финансовые затраты), улучшения ключевых процессов. В рамках рассмотрения бизнес-процессов - диаграмма процессов будет выступать как доступный всем механизм быстро охватить весь спектр рассматриваемых работ, оценить весь процесс целиком и ознакомиться с оцениваемым процессом.

Для анализа и последующей оптимизации бизнес-процессов предприятия, существует четкий алгоритм работы, включающий в себя следующие этапы:

1. Выявление процессов и построение исходной модели «как есть».
2. Пересмотр, анализ и уточнение исходной модели.
3. Разработка модели «как должно быть».
4. Тестирование и применение модели «как должно быть».
5. Улучшение модели «как должно быть».

Для решения задачи, оценки эффективности бизнес-процессов, был использован собственный метод, включающий в себя комиссию из всех участников бизнес-процесса, а

также консультантов, которые могут обеспечить достоверность на юридическом и финансовом уровнях процесса.

Также следует помнить, что не всегда пересмотр процесса направлен только на сокращение времени и трудозатрат. Например, такой аспект, как улучшение сервиса обслуживания, может в дальнейшем повысить спрос или степень вернувшихся клиентов. Главное, на любом этапе, создавать достоверный, оптимизированный процесс, согласованный всеми его участниками.

В качестве примера был использован ключевой бизнес-процесс работы менеджера интернет-магазина – Обработка заказа клиента. В ходе его описания и рассмотрения процесс был поделен на основные этапы (подпроцессы), для каждого из таких этапов было рассчитано среднее время и среднее количество обслуживаемых клиентов в день. Получив основные временные метрики, можно было проводить более точный анализ задач и этапов, изменение которых сможет повысить эффективность всего бизнес-процесса.

Алгоритм основных этапов бизнес-процесса «Обработка заказа клиента» с указанием временных метрик:

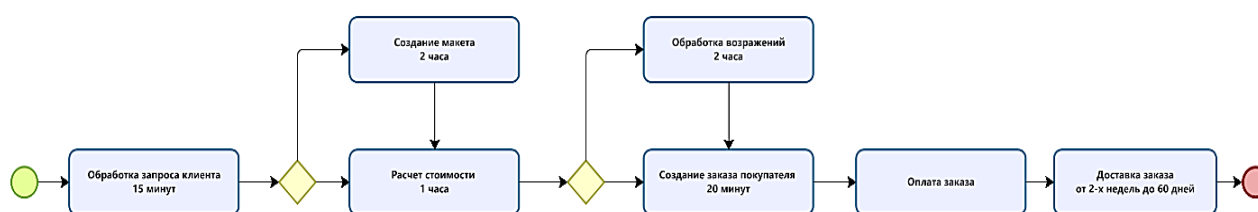


Рисунок 1 – Алгоритм бизнес-процесса

Определив наиболее весомые этапы бизнес-процесса, следовало обозначить пути возможных решений, позволяющих улучшить процесс и сократить временные затраты. При рассмотрении бизнес-процесса в такой форме всегда явно выделяются задачи занимающие большое количество времени, а также повторяющиеся задачи.

В ходе проведенных расчетов, определилось среднее время затрачиваемое на 1 клиента равное – 2 часам и 15 минутам, что при 11 часовом рабочем дне совпадает с нижней границей средних показателей заказов за день (5), поскольку в день обрабатываются не только новые заказы, но и ранее поступившие занимающие меньшее время, то можно принять полученное среднее значение приемлемым для анализа.

Поскольку главным показателем работы интернет-магазина является количество оформленных заказов, а также стоимость одного заказа, то логичным будет пойти по пути уменьшения времени обслуживания одного клиента, а также улучшения сервиса.

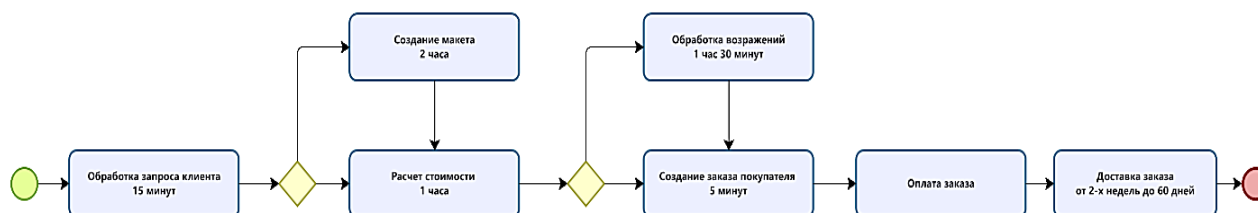


Рисунок 2 – Алгоритм изменённого бизнес-процесса

В результате изменения ряда задач бизнес-процесса, согласно принятым всеми участниками процесса решениям, интеграции необходимых сервисов, а также написании регламентов для правильной работы интернет-магазина. Предполагаемое среднее время оформления заказа после внесения изменений составит – 1 час 50 минут, что в таком случае при 11 часовом рабочем дне, увеличит возможное количество оформленных новых заказов до 6.

Таким образом, модернизация бизнес-процесса позволяет регулировать его трудоемкость, а также дает возможность повысить удовлетворенность обслуживаемых клиентов. Рассмотрение бизнес-процесса позволяет быстро определить задачи, где происходит большая затрата ресурсов для дальнейшего определения мер по их улучшению, демонстрирует задачи, которые можно автоматизировать, настроить интеграцию или же дополнительно обучить персонал. Бизнес-процесс является универсальным инструментом для комплексной оценки любого рабочего процесса на предмет его оптимальности, относительно текущих потребностей предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мадера, А.Г. Бизнес-процессы и процессное управление в условиях неопределенности: Количественное моделирование и оптимизация / А.Г. Мадера. - М.: Ленанд, 2019. - 160 с.
2. Джестон, Д. Управление бизнес-процессами. Практическое руководство по успешной реализации проектов / Д. Джестон, Й. Нелис. - М.: Символ, 2015. - 512 с.
3. Чукарин, А.В. Бизнес-процессы и информационные технологии в управлении современной инфокоммуникационной компанией / А.В. Чукарин. - М.: Альпина Паблишер, 2016. - 512 с.

Analysis and Optimization of Business Processes of the Marketing Service

Kareva Y.R., Tselik E.A.

Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region, Russia

Abstract – Currently, there is a transformation of the economy, activities. Introduction of new technologies. Under these conditions, effective functioning is impossible without digital transformation. An obligatory element of this process is the analysis and modernization of business processes. Business process modeling is an important part of business process reengineering (reorganization) projects. The ultimate goal of business process modeling is to improve performance. To do this, the analysis focuses on adding value to the results of the process and reducing the cost and time to complete activities.

Key words: business processes; process diagram; modeling; optimization, evaluation of the effectiveness of business processes.

УДК 004.932

ТЕХНОЛОГИИ ЗАЩИТЫ МУЛЬТИМЕДИЙНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ковалев А.А., Михеев И.В.

Балаковский инженерно-технологический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ», Балаково, Саратовская обл., Россия

Защита мультимедийной информации - задача комплексная, направленная на обеспечение безопасности, реализуемая внедрением системы безопасности. Благодаря развитию технологий защиты мультимедиа авторы музыкальных и видео документов могут меньше переживать за свою собственность. В статье приведены основные способы защиты мультимедийной информации.

Ключевые слова: Защита мультимедийной информации, водяные знаки, DRM, информация, мультимедийная безопасность.

Широкомасштабное использование распространения цифровых медиа основывается на его способности предоставлять законные услуги всем сторонам. Это требует обеспечения удобного использования цифровых носителей при справедливой компенсации всех участников цепочки распространения информации, таких как создатели контента, поставщики и потребители. Мультимедийная безопасность – это область исследований, которая происходит из этой потребности.

Мы живем в мире повсеместного приобретения, распространения и потребления мобильных цифровых медиа; цифровая дистрибуция позволяет внедрять гибкие, экономически эффективные бизнес-модели, которые выгодны для мультимедийных коммерческих транзакций. Цифровой характер информации также более легко позволяет людям манипулировать, дублировать или получать доступ к медиа-информации за пределами условий, согласованных в данной транзакции, что сделало защиту контента и управление правами влиятельной проблемой в сетях доставки контента.

Мультимедийная безопасность – это форма защиты на основе контента. В контексте создания, обработки, передачи и хранения информации, контент намекает на более высокий уровень представления или семантики данных. Естественно, это означает, что контент может состоять из нескольких форм носителей, таких как аудио, изображения, видео, текст и графика в различных цифровых форматах. В результате характеристики информации могут сильно различаться. Например, требуемая скорость передачи данных, максимально допустимая ошибка, сложность декомпрессии и требования к отображению могут значительно отличаться, что создает несколько проблем с точки зрения защиты контента.

Традиционные формы компьютерной и сетевой безопасности недостаточно отвечают потребностям безопасности контента, поскольку они часто обрабатывают информацию на битовом уровне, что не позволяет должным образом учитывать семантику информации. Это соображение необходимо, если мы хотим разработать механизмы безопасности, которые могут обрабатывать информацию с высокой пропускной способностью, такую как видео, которое может быть потеряно или преобразовано в формат, и позволяют сохранить некоторый контроль над интеллектуальной собственностью после ее передачи. Например, функции шифрования и аутентификации должны учитывать различные форматы данных и сжатие с потерями. Кроме того, компьютерная и сетевая безопасность сами по себе не могут надлежащим образом решить проблему пиратства. Мультимедийная безопасность отвечает на эти проблемы с помощью следующих атрибутов:

- защита привязана к более высокому уровню контента, а не к фактическим битам, чтобы обеспечить эффективную и эффективную безопасность, которая может быть разработана для более надежного преобразования формата или восстановления после ошибки связи. Например, цифровые подписи могут основываться на высокоуровневых характеристиках информации, а не на битовых представлениях, чтобы обеспечить аутентификацию даже перед лицом сжатия с потерями.

- обработка безопасности для шифрования или цифровых водяных знаков интегрирована с другими задачами обработки сигналов, такими как сжатие и декомпрессия, чтобы иметь возможность обрабатывать колебания скорости передачи данных. Сочетание шифрования или цифровых водяных знаков с обработкой сигналов не только позволяет повторно использовать блоки обработки для повышения эффективности, но и может обеспечить структурированный метод привязки обработки безопасности к различным формам контента и пропускной способности.

- семантическая информация, такая как метаданные, связана с механизмами безопасности контента, чтобы гарантировать, что контент используется так, как согласовано в сценарии информационной торговли.

Цифровые водяные знаки – это метод, позволяющий защитить цифровые изображения от незаконного копирования и манипуляций.

Цифровой водяной знак – это незаметный сигнал, добавляемый к цифровым данным, называемый прикрытием, который может быть обнаружен позже для идентификации

покупателя или продавца, подтверждения права собственности. В зависимости от типа приложения водяной знак может быть видимым или невидимым. Например, в большинство банкнот встроен видимый водяной знак, который помогает отличить подлинную валюту от поддельной.

Невидимые водяные знаки находят свое использование в ряде мультимедийных приложений, таких как защита авторских прав, печать пальцем и мониторинг вещания.

Типичное использование водяных знаков включает определение происхождения контента, отслеживание незаконно распространенных копий и отключение несанкционированного доступа к контенту.

Водяные знаки, предназначенные для защиты авторских прав, снятия отпечатков пальцев или контроля доступа, должны быть встроены безопасным способом. Это означает, что злоумышленник, который знает все детали алгоритмов встраивания-извлечения, за исключением секретного ключа, не сможет обнаружить или извлечь водяной знак.

Водяные знаки должны быть устойчивыми, то есть они должны оставаться нетронутыми в изображении, которое подвергается обычным операциям обработки изображения, таким как сжатие с потерями, фильтрация, добавление шума, манипуляции с гистограммой и различные геометрические преобразования.

Процесс маскировки сообщения называется шифрованием. Незашифрованное сообщение называется открытым текстом, а зашифрованное сообщение – зашифрованным текстом [3].

Процесс получения открытого текста обратно из зашифрованного текста называется дешифрованием. Для шифрования используются два типа алгоритмов: симметричные алгоритмы и алгоритмы с открытым ключом.

В симметричных алгоритмах ключ шифрования может быть вычислен из ключа дешифрования и наоборот. В большинстве симметричных алгоритмов два ключа одинаковы.

В алгоритмах с открытым ключом (также называемых асимметричными алгоритмами) ключи шифрования и дешифрования различны. Ключ шифрования становится общедоступным, так что любой может зашифровать сообщение, однако только человек, у которого есть правильный закрытый ключ, может расшифровать сообщение.

Считается, что за разумный промежуток времени невозможно вычислить ключ дешифрования из ключа шифрования.

Пример шифрованного изображения представлен на рисунке 1.

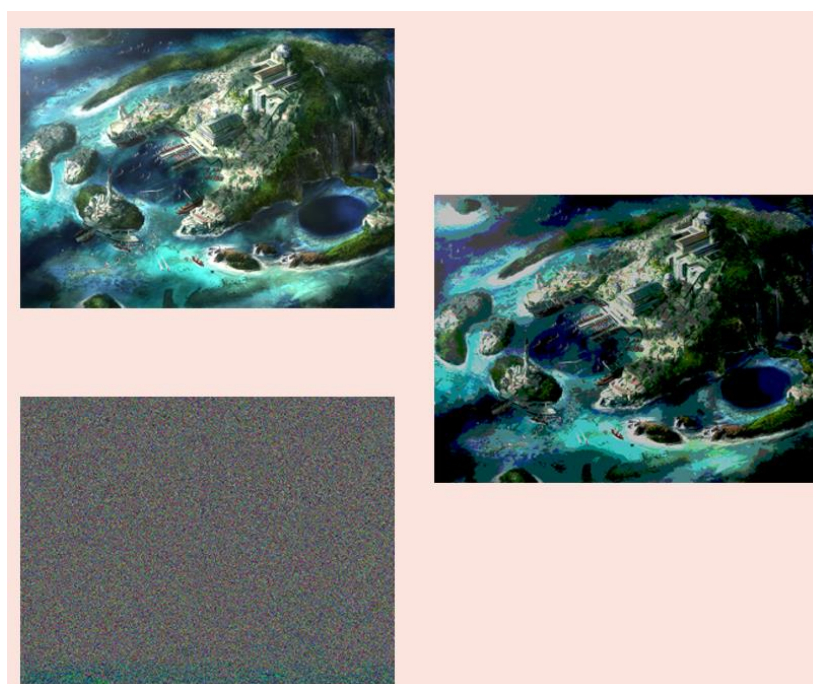


Рисунок 1 – Пример работы шифрованного изображения

На рисунке 1 изображено три картинки. На первой картинке исходное изображение, которое зашифровали. На второй картинке изображение, которое получили после расшифровки изображения. На третьей картинке показано изображение, которое получается, если расшифрованное изображение отличается на один пиксель.

Важным приложением и мотивацией для разработки и использования мультимедийной безопасности (в дополнение к традиционной компьютерной и сетевой безопасности) является управление цифровыми правами (DRM).

Управление цифровыми правами

Digital Rights Management (дословно «Управление цифровыми правами») – это технологии ограничивающие возможности данного файла (модификация, копирование...) защищая этим авторском праве [1].

DRM с самого начала разрабатывалось для предотвращения копирования цифровых продуктов. Но уже следующее поколение технологии дало инструменты для того, чтобы ограничивать просмотр, печать, редактирование [2].

DRM-это цифровое управление правами пользователей на контент. Это влечет за собой привязку определенных привилегий пользователя к носителям, чтобы контролировать просмотр, дублирование, доступ и распространение, среди других операций. В идеале, целью системы DRM является баланс защиты информации, удобства использования и стоимости, чтобы обеспечить благоприятную среду для всех сторон в сделке информационной коммерции; это включает в себя расширенную функциональность, экономическую эффективность и новые маркетинговые возможности. В целом, управление достигается за счет эффективного взаимодействия бизнес-моделей, правовой политики и технологий.

Защита информации – задача комплексная, направленная на обеспечение безопасности, реализуемая внедрением системы безопасности. Проблема защиты информации является многоплановой и комплексной и охватывает ряд важных задач.

Проблемы информационной безопасности постоянно усугубляются процессами проникновения во все сферы общества технических средств обработки и передачи данных и, прежде всего, вычислительных систем. Средства защиты информации нельзя проектировать, покупать или устанавливать до тех пор, пока не произведен соответствующий анализ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. DRM-защита: что это, как снять? — Текст: электронный — URL: <https://pomogaemkompu.temaretik.com/693232841012807975/drm-zaschita-chto-eto-kak-snyat/> (дата обращения: 05.03.2022);
2. Что такое управление цифровыми правами? — Текст: электронный — URL: <https://avdet.org/2017/04/30/chto-takoe-upravlenie-tsifrovymi-pravami-drm/> (дата обращения: 05.03.2022);
3. Шифрование информации: возможности и виды — Текст: электронный — URL: https://studbooks.net/2156598/informatika/shifrovanie_informatsii_vozmozhnosti_vidy (дата обращения: 05.03.2022).

Multimedia Information Protection Technologies

Kovalev A.A.¹, Mikheev I.V.

Balakovo Institute of Engineering and Technology - branch of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "National Research Nuclear University "MEPhI", Balakovo, Saratov region, Russia
¹e-mail: kovaliv.andrey007@mail.ru

Abstract – The protection of multimedia information is a complex task aimed at ensuring security, implemented by the introduction of a security system. Thanks to the development of multimedia protection technologies, authors of music and video documents can worry less about their property. The article presents the main ways to protect multimedia information.

Key words: Protection of multimedia information, watermarks, DRM, information, multimedia security.

КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПО МЕСТУ ЕЁ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Корниенко Б.Ю., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Работа посвящена проблеме определения дефектов ходового узла и настройке момента затяга электроприводной арматуры (ЭПА). Неправильная настройка моментных (концевых) выключателей приводит к избыточному или недостаточному давлению на запорный орган ЭПА, что в свою очередь может привести к заклиниванию или обрыву штока, пропуску среды. Дополнительным фактором, способствующим разрушению штока, является невыполнение муфтой ограничения крутящего момента своих функций. Для исключения обрывов и заклинивания штоков необходимо проводить настройку ограничителей крутящего момента. Проведение оперативной безразборной технической диагностики ЭПА по токовым сигналам ЭД привода, а также замеры крутящих моментов ЭП по месту эксплуатации арматуры с целью выявления отклонений в работе узлов и деталей арматуры и проведения тарировки ограничителей момента способствуют своевременному выявлению изменений в техническом состоянии арматуры и увеличивают надежность ее работы [1].

Ключевые слова: запорная арматура, задвижка, крутящий момент, метод контроля надежность арматуры, ограничитель крутящего момента, отказ, работоспособное состояние, техническое диагностирование, вероятность безотказной работы.

Данное исследование направлено на предотвращение развития дефектов, связанных с некорректной настройкой и перезатягом ЭПА, в особенности задвижек и запорных клапанов.

В настоящее время основные функции измерения крутящего момента электропривода (ЭП) выполняют стенды, например AUMA PV 1236. Недостатком стендов является необходимость демонтажа ЭПА и транспортировка ее к стенду. При безразборной настройке ограничителей крутящего момента электропривода выполняют построение калибровочных характеристик «крутящий момент – активная мощность». Низкая точность метода построения калибровочных характеристик связана с отсутствием понимания, какая доля крутящего момента идет непосредственно на уплотнение конкретной ЭПА.

В связи с этим возникла необходимость в создании переносного комплекса по безразборной диагностике и тарировки ограничителей крутящего момента по месту ее установки. В частности, предложена модель, описывающая связь электрической мощности, потребляемую ЭП, с фактически развиваемым им крутящим моментом. В сравнении с принятой методикой калибровки привода на стенде предлагаемая модель обеспечивает более высокую точность за счет учета реальных инерционных свойств подвижных элементов ЭПА и податливости её конструкции.[2]

Погрешность, присущая методике в связи с естественным разбросом коэффициентов модели, составляет порядка 7-8 % в режимах с проявлением выраженной деформации ЭПА и порядка 1-3 % в остальных режимах ЭПА. Сопоставление замеренных и аппроксимированных моментов затяга показало расхождение в пределах 5% для нормальных режимов работы электропривода и 9% в зафиксированном режиме с отказом моментной муфты. Для широкого внедрения и апробации предлагаемого подхода требуется проведение экспериментов на приводах других типоразмеров. [3]

Предложенная модель может лечь в основу функционирования переносного комплекса оперативной тарировки ограничителей крутящего момента электроприводной арматуры. Переносной комплекс, обеспечивающий расчетную оценку крутящего момента с приемлемой точностью, способен обеспечить снижение затрат при определении дефектов ходового узла ЭПА за счет проведения безразборного обследования по месту эксплуатации объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД ЭО 0648-2005 «Положение о техническом диагностировании электроприводной трубопроводной промышленной арматуры на энергоблоках атомных станций. – Москва, 2005.
2. ГОСТ 27.002-2015 [ред. от 01-03-2017] «Надежность в технике. Термины и определения» / Консорциума «Кодекс» / [Электронный ресурс] / <https://docs.cntd.ru/document/1200136419>
2. ГОСТ Р 8.563-2009 [ред. от 15-04-2015] «Методики (методы) измерений» / Консорциума «Кодекс» / [Электронный ресурс] / <https://docs.cntd.ru/document/1200077909>

Complex for Control of Torque Limiters of Electric Actuated Fittings at the Place of Its Operation

Kornienko B.Y.¹, Abidova E.A.²

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov region, Russia

¹*e-mail: boris.kornienko.98@mail.ru;*

²*e-mail: e-abidova@mail.ru*

Abstract – The work is devoted to the problem of determining the defects of the undercarriage and setting the tightening torque of the electric fittings (EPA). Incorrect setting of the torque (limit) switches leads to excessive or insufficient pressure on the shut-off body of the ESA, which in turn can lead to jamming or breakage of the stem, leakage of the medium. An additional factor contributing to the destruction of the rod is the failure of the torque limiting clutch to perform its functions. To exclude breaks and jamming of the rods, it is necessary to adjust the torque limiters. Carrying out operational in-place technical diagnostics of ESA according to current signals of the drive EM, as well as measuring torques of the EA at the place of operation of the valve in order to identify deviations in the operation of components and parts of the valve and to calibrate the torque limiters contribute to the timely detection of changes in the technical condition of the valve and increase the reliability of its operation.

Key words: shut-off valves, valve, torque, control method, valve reliability, torque limiter, failure, operable state, technical diagnostics, probability of failure-free operation.

УДК 621.311:620.179.13

АНАЛИТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ТЕПЛОВИЗИОННОГО КОНТРОЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Ермилов И.В., Крапивко Е.Н., Абидова Е.А., Нечитайлов В.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В данной работе выполнен сбор и анализ результатов тепловизионного контроля оборудования АЭС. Он показал, что предотвратить аварию и большие денежные потери можно всего лишь на этапе появления небольшой неисправности, выполняя своевременный надзор с помощью тепловизионного оборудования.

Ключевые слова: авария, тепловизионный контроль, сбор, потери, затраты, оборудование, АЭС.

Целью выполнения работы является создание комплексной автоматизированной системы хранения и анализа результатов термографического контроля оборудования (КАС ТВК) является снижение издержек на обслуживание электроприводного и

тепломеханического оборудования АЭС во время плановых простоев генерирующих мощностей при условии сохранения эксплуатационной надежности оборудования АЭС.

КАС ТВК обладает multifunctionality, мобильностью, компактностью и удобством в использовании, что свидетельствует о перспективности ее использования для контроля технического состояния разных категорий оборудования с целью повышения безопасности АЭС.

Продление сроков службы эксплуатируемого оборудования АЭС возможно только в том случае, когда эксплуатирующей организацией на весь период продления срока службы гарантированно обеспечено своевременное поддержание его проектного уровня надёжности и безопасности.

По показателям оперативности получения данных, содержащих информацию о наличии аномалий в работе объектов диагностирования, наиболее эффективными зарекомендовали себя методы бесконтактной инфракрасной термографии (тепловизионного контроля). Как правило, проявления аномалий связаны с нарушениями режима работы объектом диагностирования (ОД), проблемами со смазкой, нарушениями сопряжений деталей или их износом.

Тепловизионный контроль основывается на измерениях пространственного распределения излучения тепловой энергии поверхностью контролируемого объекта и преобразовании результатов измерений в изображение (карту) теплового поля [1].

Тепловое поле излучения, обусловленное трением в сочленениях или иным способом рассеяния энергии в узлах и рабочих средах, отражает специфику работы того или иного оборудования и характеризует происходящие в них процессы.

Для условий АЭС ТВК представляет собой наилучший инструмент для организации оперативного контроля и анализа условий работы оборудования, прогноза его технического состояния и поиска мест локализации зарождающихся неисправностей.

Предполагаемый экономический эффект от внедрения результатов данной методики обусловлен следующими факторами:

- снижением риска аварийных отказов путем их перевода в разряд прогнозируемых;
- увеличением межремонтного периода для обследуемого оборудования за счет раннего обнаружения и планирования устранения возможных неисправностей;
- использованием накопленной диагностической и статистической информации о работе оборудования для оценки фактического состояния и прогнозирования остаточного ресурса обследуемого оборудования, его деталей и узлов;
- повышением глубины поиска неисправностей;

Функции сбора термографической информации будут выполнять тепловизор, входящий в состав КАС ТВК. Функции обработки информации будет выполнять стационарный компьютер с возможностью подключения тепловизора через канал USB. Компьютер должен быть подключен к локальной сети при необходимости загрузки ранее сделанных снимков из сетевых ресурсов [2].

Структура КАС ТВК представлена на рисунке 1.

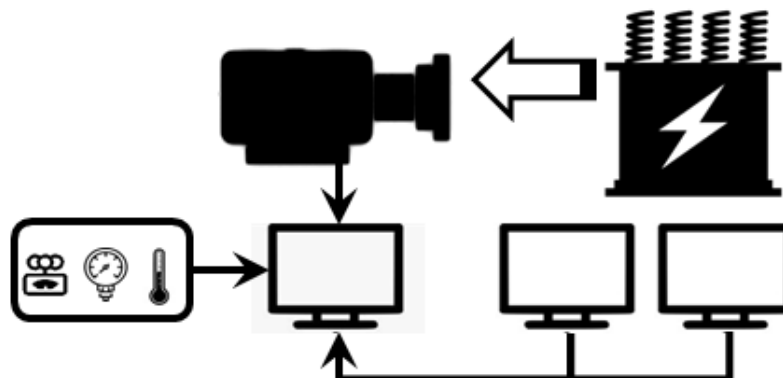


Рисунок 1 – Структура КАС ТВК

Подводя итоги, повышение эффективности применяемых на действующих энергоблоках АЭС неразрушающих методов ТВК ответственного тепломеханического и силового оборудования направлено на решение задач оперативного управления ресурсом, путём цифровизации процедур сбора, обработки, анализа, хранения и генерации различного вида форм протоколов, актов и отчётной документации, содержащих данные результатов термографического контроля и диагностики конкретного оборудования [3].

Таким образом, целью разработки является повышение безопасности и экономичности эксплуатируемых энергоблоков АЭС путём создания комплексной автоматизированной системы (КАС) для контроля технического состояния и диагностики ответственного тепломеханического и силового оборудования АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД 153-34.0-20.364 «Методика инфракрасной диагностики тепломеханического оборудования»;
2. Абидова Е.А., Дембицкий А.Е., Чернов А.В. Разработка системы диагностики дизель-генераторной установки. Системы управления и информационные технологии. Воронежский государственный технический университет. Воронеж. ISSN 1729-5068. 2021г. №1 – с. 49-53;
3. Абидова Е.А., Драка О.Е., Соловьев В.И., Хегай Л.С., Пугачева О.Ю., Чернов А.В. Обработка изображений в системе диагностики дизель-генераторов АЭС с использованием энтропийных подходов // Ядерная физика и инжиниринг, 2017. - Т. 8, № 2. - С. 181-186;

Analytical Study of the Results of Thermal Imaging Control of NPP Equipment

Ermilov I.V., Krapivko E.N., Abidova E.A., Nechitailov V.V.

Abstract – In this work, the collection and analysis of the results of thermal imaging control of NPP equipment is carried out. It showed that it is possible to prevent an accident and large monetary losses only at the stage of the appearance of a small malfunction by performing timely supervision with the help of thermal imaging equipment.

Key words: accident, thermal imaging control, data collection, losses, costs, equipment, NPP.

УДК 629.039.58

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НАРУШЕНИЙ И ИХ ПРИЧИН ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АС

Поспелов И.А., Бубликова И.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В работе выполнен анализ динамики нарушений и их причин при эксплуатации атомных станций в РФ за период с 2000 по 2020 год. Также выполнен анализ причин несчастных случаев со смертельным исходом на объектах энергетики. В работе были использованы данные годовых отчётов Ростехнадзора, отчёты о расследованиях нарушений на АЭС России. Полученные результаты показали значимость электрических явлений, состояний и процессов среди непосредственных причин нарушений.

Ключевые слова: нарушение, классификация нарушений, безопасность, атомная станция, коренные причины нарушений, непосредственные причины нарушений, статистические характеристики.

Безопасность атомных станций является одной из ключевых характеристик, которая обеспечивает поддержание на минимальном уровне вероятности аварий. Этому вопросу уделяется большое внимание как на атомных станциях со стороны персонала, так и со стороны потребителей электрической энергии АЭС.

Нарушение эксплуатации объектов энергетики можно рассматривать как события-предшественники аварии различной тяжести последствий. Поэтому, расследованиям нарушений на АС придаётся большое значение.

В работе был проведён анализ данных о нарушениях при эксплуатации атомных станций России, приведённых в отчётах Ростехнадзора [1]. Главный акцент в анализе был сделан на безопасности эксплуатации электрических установок и систем. Для регрессионного и статистического анализа данных использовались инструменты MS Excel.

В соответствии с категориями происшествий на атомных станциях в Российской Федерации, регламентированных действующим документом [2], был выполнен анализ динамики инцидентов за период с 2004 по 2020 год, а также непосредственных и коренных причин.

Статистический анализ данных по каждой из категорий происшествий показал, что наиболее частые случаи возникают в категориях, непосредственно связанных с электротехническим оборудованием:

- П08 – останов реакторной установки или отключение блока от сети без срабатывания аварийной защиты при эксплуатации блока АС, вызванный отказом систем (элементов), и/или неправильными действиями персонала, или внешним воздействием;

- П09 – снижение нагрузки блока АС на 25% и более от уровня мощности, непосредственно ей предшествовавшего, вызванное отказом систем (элементов) и/или неправильными действиями персонала, или внешним воздействием [2].

Анализ распределения нарушений в работе атомных станций по непосредственным и коренным причинам, связанных с электрооборудованием, показал, что уравнения трендов информационно незначимы. Поэтому, для характеристики выборки данных были использованы статистические характеристика показателей, которые позволили выявить, что наибольший вклад в непосредственные причины дают электрические явления, состояния и процессы; несколько реже – человеческий фактор.

Среди коренных причин наибольший вклад дают недостаток управления и организации эксплуатации АС; несколько реже – дефектов изготовления, ошибок конструирования, ошибок проектирования; более реже – недостатков монтажа, недостатков проектной, конструкторской и другой документации, недостатков ремонта, выполняемого сторонними организациями; реже всего – недостатков наладки, недостатков сооружения.

Анализ динамики причин несчастных случаев со смертельным исходом при эксплуатации электроустановок в РФ [1] показал, что несмотря на большой разброс значений показателей по годам, причинами несчастных случаев чаще всего являются электрическое напряжение; несколько реже – поражение электрическим током потребителей и электрическая дуга; реже всего – поражение электрическим током из сети. Однако стоит отметить, что при анализе данных несчастных случаев со смертельным исходом на объектах электроэнергетики было выявлено снижения показателя смертности на фоне увеличения генерации электроэнергии, а в последние годы подобные случаи на АЭС зафиксированы не были. Несмотря на это, наличие на атомных станциях высоковольтных силовых электроустановок обеспечивают актуальность и необходимость строгого соблюдения мер безопасности. Это важно как для надёжной работы различных систем и оборудования АС, так и для охраны труда персонала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору - URL: http://www.gosnadzor.ru/public/annual_report/

2. "Постановление Ростехнадзора от 14.05.2008 N 3 (ред. от 05.03.2011) "Об утверждении и введении в действие федеральных норм и правил в области использования атомной энергии "Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе атомных станций" (вместе с "Положением... НП-004-08")".

Analysis of the Dynamics of Violations and Their Causes During NPP Operation

Pospelov I.A.¹, Bublikova I.A.²

*Volgodonsk Engineering and Technology Institute - branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",
Volgodonsk, Rostov region.*

¹ e-mail: braid.i@yandex.ru

² e-mail: IABublikova@mephi.ru

Abstract – The paper analyzes the dynamics of violations and their causes during the operation of nuclear power plants in the Russian Federation for the period from 2000 to 2020. An analysis of the causes of fatal accidents at energy facilities was also performed. The work used data from the annual reports of Rostekhnadzor, reports on investigations of violations at Russian nuclear power plants. The results obtained showed the importance of electrical phenomena, states and processes among the immediate causes of disturbances.

Key words: violation, classification of violations, safety, nuclear power plant, root causes of violations, direct causes of violations, statistical characteristics.

УДК 62

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОЖАРНОЙ СИГНАЛИЗАЦИИ ОБЪЕКТА ЭКОНОМИКИ

Соловьева А.М.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Пожарная сигнализация дает возможность незамедлительно отреагировать на экстренную ситуацию и сохранить здоровье, жизнь и материальные блага граждан. Целесообразно разработать информационную систему, способную при проектировании пожарной сигнализации предлагать актуальное оборудование конкретного производителя, а также информировать об изменениях нормативно-технической документации.

Ключевые слова: пожар, пожарная безопасность, пожарная сигнализация, системный анализ, информационные технологии.

Пожар – это неконтролируемый процесс горения вне специального очага, возникший произвольно или по злому умыслу, в ходе которого выделяются тепло и дым, а также который сопровождается материальным ущербом и угрожает здоровью или жизни людей.[1]

Факторами пожара, несущими опасность для людей и их имущества, являются:

1. Пламя и искры;
2. Изменение состава газовой среды;
3. Повышенная температура окружающей среды;
4. Пониженная концентрация кислорода;
5. Задымление и снижение видимости в дыму.

Основное требование к автоматической пожарной сигнализации - незамедлительное обнаружение очага пожара и оповещение людей о пожаре.

Автоматическая пожарная сигнализация – это комплекс оборудования, состоящий из нескольких технических элементов:

- Кабель;
- Датчики;
- Прибор приемно-контрольный;
- Оповещатели разного типа.

При выборе типов пожарных извещателей большое значение имеет функциональное значение помещения/здания, а также вида пожарной нагрузки.

По виду контролируемого признака пожара автоматические пожарные извещатели подразделяют на следующие типы:

- Дымовые;
- Тепловые;
- Пламени;
- Газовые;
- Комбинированные;
- Ручные.[2]

Пожарные оповещатели могут быть звуковыми, речевыми, световыми и комбинированными.

На сегодняшний день предлагаются следующие виды пожарной сигнализации:

- неадресные, они же пороговые,
- адресные или адресно-пороговые,
- адресно-аналоговые.

Пороговые системы имеют следующие преимущества: недорогое обслуживание и простота монтажа. А также значительный недостаток – высокая вероятность срабатывания ложных тревог, на которые действуют разные факторы: пыль, конденсат и прочее.

Адресно-пороговая пожарная сигнализация является более совершенной, поскольку каждому извещателю присваивается свой собственный адрес, а пульт управления постоянно запрашивает датчики не только на предмет возгорания, но и на неисправности.

Адресно-аналоговая пожарная сигнализация превосходит адресно-пороговую наличием возможности работы при обрыве шлейфа.[3]

Проектирование пожарной сигнализации индивидуально для каждого помещения. Выбирая автоматическую пожарную сигнализацию, проектировщик учитывает план помещения, особенности расположения приборов, архитектурные сложности, требования пожарной безопасности, выдвигаемые заказчиком и нормативно-технической документацией.

Будучи проектировщиком, сложно следить за изменениями рынка оборудования пожарной сигнализации и вносимыми в нормативно-техническую документацию изменениями. Целью работы является разработка информационной системы, способной предлагать актуальное оборудование, а также информировать об изменениях нормативно-технической документации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России) [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://www.mchs.gov.ru>
2. Классификация пожарных извещателей [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://fireman.club/statyi-polzovateley/izveshhateli-pozharnye-klassifikatsiya-tipyi-vidyi-oboznachenie>.
3. Автоматическая пожарная сигнализация [Электронный ресурс]: – Режим доступа: <https://pozharanet.com/pozharnoe-opoveshhenie/signalizacija/avtomaticheskaya-pozharnaya-signalizatsiya.html>.

Analysis of the Fire Alarm System of the Economy Object

Solovyova A.M.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region
e-mail: solovyova00@inbox.ru*

Abstract – The fire alarm system makes it possible to react in a timely manner to an emergency situation, thereby preserving the lives, health and property of citizens. It is advisable to develop an information system capable of offering up-to-date equipment of a particular manufacturer when designing a fire alarm system, as well as informing about changes in regulatory and technical documentation.

Key words: fire, fire safety, fire alarm, system analysis, information technology.

УДК 608.2

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТИПОВЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ СУЗ ШЭМ С ПОМОЩЬЮ SIMINTECH

Шибанов А.А., Абидова Е.А.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Система управления и защиты (СУЗ) – технологическая система реактора АЭС, представляющая собой совокупность устройств, предназначенных для контроля мощности (интенсивности цепной реакции), управления цепной реакцией и аварийного гашения цепной реакции. СУЗ ШЭМ предназначен для регулирования мощности реактора путем введения в активную зону или выведения из неё поглощающих стержней СУЗ (ПС СУЗ) и аварийный останов реактора по сигналу аварийной защиты (АЗ) за проектное время. В научно-исследовательском подразделении ВИТИ НИЯУ МИФИ создается тренажер-симулятор аналитический, предназначенный для мониторинга, диагностики, оценки технического состояния и надежности, прогнозирования и оценке остаточного ресурса, планирования и выполнения ТОиР приводов СУЗ АЭС диагностирования. Данный комплекс позволяет отрабатывать навыки регистрации электрических и вибрационных сигналов, мониторинга, оценки технического состояния, диагностики и прогнозирования остаточного ресурса приводов СУЗ. В публикации рассматривается продукт, написанный с помощью программного кода SimInTech, предназначенный для моделирования типовых дефектов и неисправностей в оборудовании.

Ключевые слова: тренажер-симулятор, моделирование, программный продукт, неисправность, SimInTech.

С помощью СУЗ осуществляется пуск, регулирование мощности и остановка реактора путем введения в активную зону или выведения из нее ОР (поглощающих стержней), а также аварийная остановка реактора.

Целью создания аналитического тренажера - симулятора по мониторингу, диагностике, оценке технического состояния и надежности, прогнозированию и оценке остаточного ресурса, планированию и выполнению ТОиР приводов СУЗ АЭС является подготовка персонала, реализующего наладку, эксплуатацию, систематический мониторинг и продление ресурса, планирование и выполнение технического обслуживания и ремонта. Механизм управления состоит из шагового электромагнитного двигателя и привода реечного типа. Привод ШЭМ-3 вместе с ОР является исполнительным механизмом СУЗ и предназначен для: перемещения ОР, фиксации его в крайних и промежуточных положениях, выдачи информации датчика типа ДППШ о положении ОР.

Для тренажера-симулятора необходимо написать программу, моделирующую имитацию работы ШЭМ, чтобы работники отдела технической диагностики научились мониторингу сигналов и оценке технического состояния оборудования, путем сравнения сигналов токов магнитов и перемещений защепок ШЭМ, снятых с исправного оборудования и оборудования с дефектами и неисправностями.

В программе SimInTech была смоделирована схема токовых сигналов магнитов и перемещений защепок. Схема моделирования сигнала показана на рисунке 2.

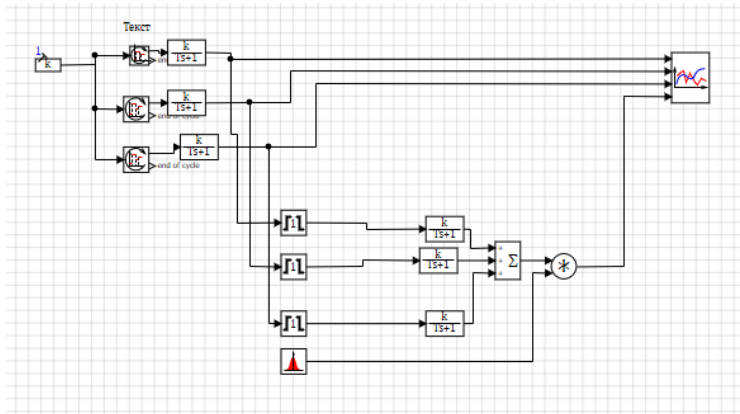


Рисунок 1 – Моделирование сигнала в программе

Для работы с программой пользователю требуется установить на ПК программный продукт SeminTech. Требования к ПК: процессор с частотой не менее 2 ГГц, оперативная память объемом не менее 2048 МБ.

На рисунке 2 показаны сигналы, сформированные на графике.

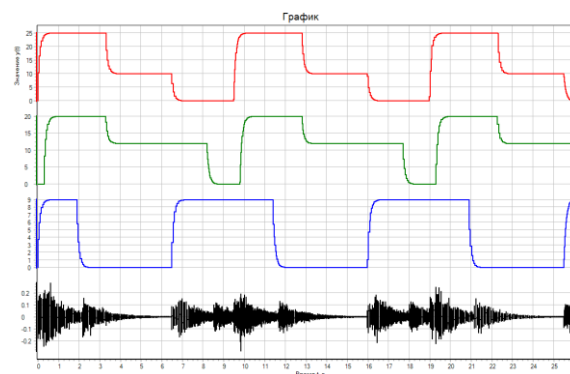


Рисунок 2 – Сформированные сигналы

На графике 3 изображена диаграмма токов и перемещений подвижных частей запирающей защепки и фиксирующей защепки, имеющие место при перемещении РО на один шаг вверх с неисправностями. Данный график позволит пользователям программы разработать навыки определения неисправностей и выявления их причин.

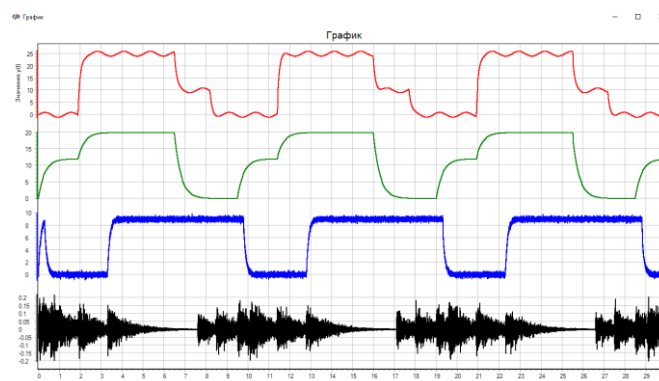


Рисунок 3 – Сигнал с помехами

Конечным результатом работы стало создание программы, моделирующей несколько неисправностей ШЭМ: вибрация оборудования, превышающая нормативное значение, запаздывание установления тока электромагнитов, недостаточный или избыточный ток в электромагнитах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чернов А.В., Абидова Е.А., Хегай Л.С., Белоус М.А. Методика диагностирования состояния электромеханических приводов систем управления и защиты реакторной установки // ИВД. 2017. №4 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-dagnostirovaniya-sostoyaniya-elektromehaniicheskikh-privodov-sistem-upravleniya-i-zaschity-reaktornoj-ustanovki> (дата обращения: 19.02.2022).
2. Фролова, М. А. Системы управления и защиты энергетических реакторов / М. А. Фролова, А. Д. Щелков // Актуальные проблемы и пути развития энергетики, техники и технологий : Сборник статей, Балаково, 17–18 марта 2016 года / Ответственный редактор: Г.М. Садчикова. – Балаково: Балаковский инженерно-технологический институт (филиал) Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ", 2016. – С. 32-34.

Modeling of Typical Malfunctions of the Control System and Protection of a Stepper Electromagnetic Drive Using Simintech

Shibanov A.A.¹, Abidova E.A.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*e-mail: andrey.mypochta@mail.ru*

²*e-mail: v-tolstov-2017@mail.ru*

Abstract – The stepper electromagnetic drive of the control and protection system is designed to regulate the reactor power by introducing absorbing rods into the core or removing them from it and emergency shutdown of the reactor by an emergency protection signal during the design time. An analytical simulator is being created in the research department of VITI research division of the MEPhI Research Institute, designed for monitoring, diagnostics, evaluation of the technical condition and reliability of the drives of the CPU. This complex allows you to practice the skills of registering electrical and vibration signals, monitoring, assessing the technical condition, diagnosing and predicting the residual life of the drives of the CPU. The publication discusses a product written using SimInTech software code designed to simulate typical defects and malfunctions in equipment.

Key words: simulator, simulation, software product, malfunction, SimInTech.

УДК 004.7

ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС

Корецкий И.Н., Кривин В.В., Руденко П.И.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Данная работа направлена на обеспечение повышения энергоэффективности электротехнической системы внутреннего освещения Ростовской АЭС за счет внедрения системы автоматического управления внутреннего освещения.

Ключевые слова: оптимизация, структура, регистрация, безопасность, потребление, энергоэффективность.

В технологических помещениях Ростовской АЭС непостоянного пребывания персонала отсутствует система автоматического управления освещением. При этом в таких помещениях рабочее освещение используется круглосуточно, что повышает затраты на электроэнергию собственных нужд АЭС.

Анализ объекта показал, что Ростовская АЭС для собственных нужд требуется примерно 266 МВт. Поскольку Ростовская АЭС продает выработанную электроэнергию по цене примерно 1 руб. а электроэнергию на собственные нужды покупает примерно 6 руб. Очевидно, что работа системы освещения требует доработки, которая в перспективе позволила бы сэкономить часть нерационально использованные затраты на собственные нужды освещения.

Для снижения экономических затрат на электроэнергию, соответственно повышение энергоэффективности электротехнических систем внутреннего освещения, ставится задача: разработать систему автоматического управления внутреннего освещения, которая объединит все технологические помещения АЭС и автоматизирует процесс освещения.

Разрабатываемая система имеет распределенную структуру, в состав которой входят технические средства трех уровней [1]:

- 1) нижний уровень (НУ) – датчики движения и концевые выключатели дверей, а также устройства управления исполнительными механизмами системы локальной автоматики;
- 2) средний уровень (СУ) – шкафы локального контроллера (ШЛК);
- 3) верхний уровень (ВУ) – рабочая станция оператора и межсетевой коммутатор.

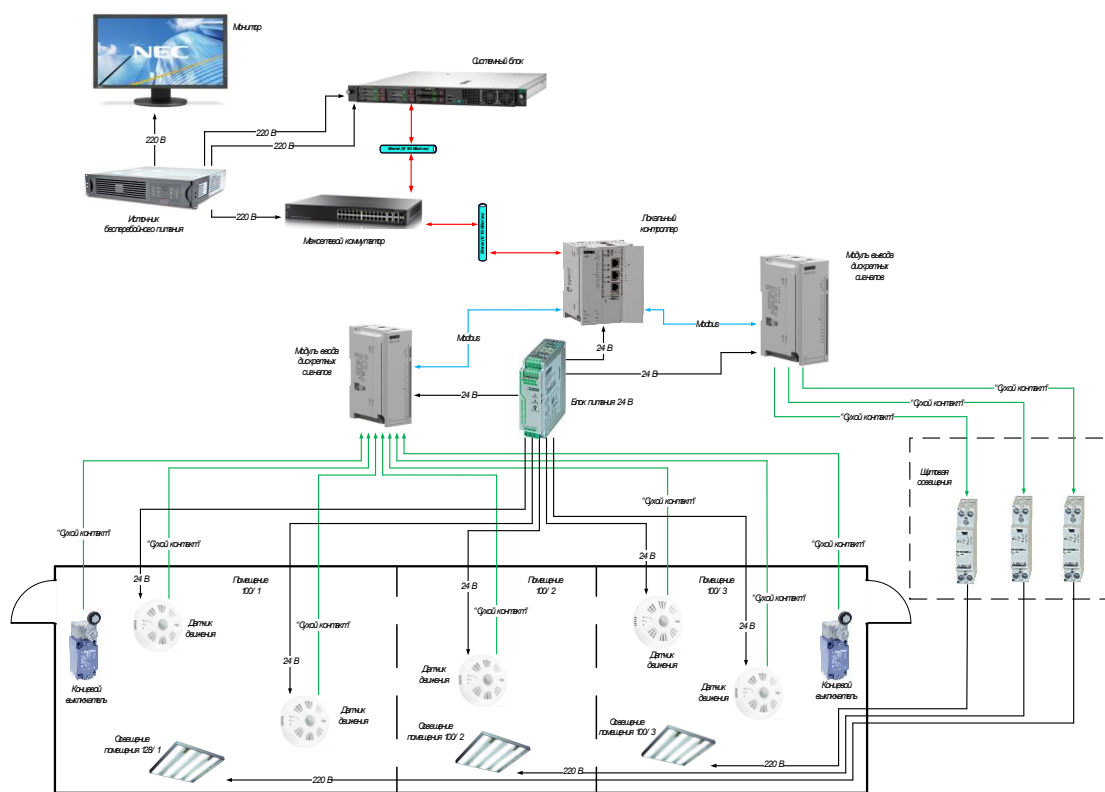


Рисунок 1 – Структурная схема системы управления освещением

Нижний уровень территориально располагается в разных помещениях, и представляет собой набор первичных датчиков и электрических контакторов. В данной системе будут использоваться датчики движения и концевые выключатели. Дискретные сигналы типа «Сухой контакт» поступают на модули ввода дискретных сигналов. С помощью них, локальный контроллер считывает информацию о наличии в помещении людей и выдает команду на контактор, который включает или выключает свет в помещении.

Средний уровень (исполнительный) (далее – СУ) должен размещаться в небольшом отдалении от конечных потребителей. Согласно проекту ШЛК будут размещаться на каждой

отметке здания в закрытом шкафу. СУ обеспечивает сбор и обработку электрических сигналов поступающих с первичных датчиков, формирование управляющих воздействий на устройства управления исполнительными механизмами системы локальной автоматики и обмен информацией с верхним уровнем системы. Он будет представлять собой небольшой шкаф, в котором будут размещаться:

- 1) локальный контроллер;
- 2) модуль ввода;
- 3) модуль вывода;
- 4) блок питания модулей;
- 5) блок питания датчиков;
- 6) ряды клеммных колодок.

Дискретные сигналы от датчиков типа «Сухой контакт» поступают на модули ввода дискретных сигналов. Модуль преобразовывает дискретный сигнал в цифровой сигнал для передачи по протоколу Modbus в локальный контроллер. Локальный контроллер обрабатывает принятую информацию и выдает сигнал на модуль вывода дискретных сигналов. Модуль вывода преобразует сигнал Modbus в дискретный сигнал типа «Сухой контакт» и выдает команду на срабатывание контактора. Контактёр в свою очередь коммутирует включение освещения в технологическом помещении АЭС.

Локальный контроллер установлен в стальном шкафу, обеспечивающий защиту от влаги и пыли составных частей локального контроллера, а также от несанкционированного доступа к его элементам.

Верхний уровень (далее – ВУ) обеспечивает обработку информации поступающей со среднего уровня, отображение текущих значений контролируемых параметров, и обмен информацией со средним уровнем системы. Он состоит из рабочей станции оператора (РСО) и межсетевого коммутатора. С помощью ВУ, возможно, будет контролировать наличие освещения во всех технологических помещениях. Локальный контроллер собирает всю информацию с первичных датчиков, пакует в пакеты данных IP через межсетевой коммутатор сети на рабочую станцию оператора.

В состав рабочей станции оператора входит:

- 1) Металлический конструктив с цоколем для рабочего стола оператора в составе тумбы и столешницы;
- 2) Системный блок;
- 3) Межсетевого коммутатор;
- 4) Источник бесперебойного питания (ИБП);
- 5) Монитор;
- 6) Клавиатура алфавитно-цифровая;
- 7) Компьютерная мышь;

Система освещения Ростовской АЭС является необходимым элементом технологических помещений АЭС. Данная система использует значительную часть электрической энергии, потребляемой предприятием для собственных нужд АЭС. Затраты на потребление электроэнергии растут, что формирует ряд проблем. Поэтому данная работа была посвящена решению вопросов повышения энергоэффективности электротехнической системы внутреннего освещения за счет внедрения системы автоматического управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галас В.П. Автоматизация проектирования систем и средств управления : учебник / Галас В.П.. – Владимир : Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, 2015. — 255 с.
2. Герасимов А.В. Проектирование автоматизированных систем управления технологическими процессами : учебное пособие / Герасимов А.В. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 123 с.
3. Прангишвили, И. В. Основы построения АСУ сложными технологическими процессами [Текст]: учеб. пособие для вузов / И. В. Прангишвили, А. А. Амбарцумян – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 305 с.

Optimization of the Lighting System of the Rostov NPP

Koretsky I.N.¹, Krivin V.V.², Rudenko P.I.

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹*e-mail: perezapusti97@yandex.ru*

²*e-mail: VITika@US@mephi.ru*

Abstract – This work is directed at improving the energy efficiency of the electrical system of internal lighting of the Rostov NPP through the introduction of an automatic control system for internal lighting.

Key words: optimization, structure, registration, security, consumption, energy efficiency.

УДК 65.011.5

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ

Сухорукова В.К., Цуверкалова О.Ф.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

В настоящий момент в отрасли теплоснабжения существует проблема распределения ограниченного объема средств на проведение ремонтных работ и реконструкций. В сложившихся условиях инвестиционная программа должна учитывать приоритеты обеспечения потребителей тепловой энергии по категориям, а также срок эксплуатации и техническое состояние участков теплосети. Однако, на данный момент отсутствуют механизмы, формализующие процесс формирования инвестиционных программ, которые составляются на основе опыта персонала. Решить эту проблему может внедрение системы, основанной на методах предиктивной аналитики данных.

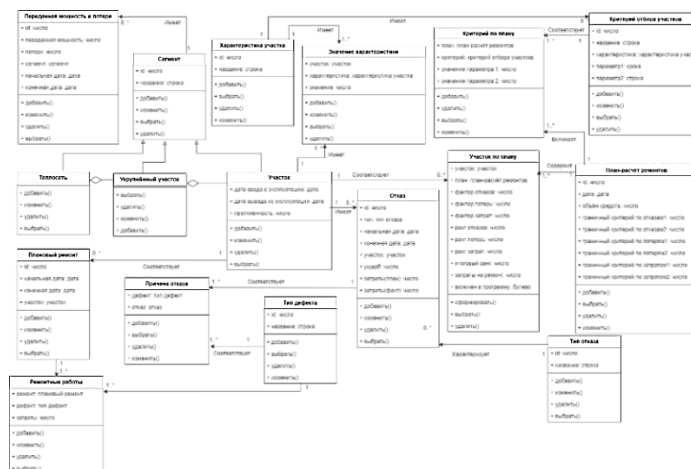
Ключевые слова: тепловые сети, анализ данных, цифровая трансформация.

В настоящее время в большинстве теплоснабжающих организаций ежегодно формируемые инвестиционные программы создаются без какого-либо формализованного подхода, основываясь на опыте и субъективном мнении персонала. Средств, выделяемых на проведение капитальных ремонтов и реконструкций, как правило, недостаточно для проведения работ на всех участках, где это необходимо, особенно учитывая тот факт, что срок эксплуатации значительного числа участков теплосетей превышает нормативный. Это приводит к тому, что выделяемые средства распределяются неэффективно, из-за чего могут происходить аварии на участках, не включённых по каким-то причинам в инвестиционные программы, что влечёт за собой дополнительные затраты на ликвидацию их последствий и перебои в подаче тепла потребителям, что для определённых потребителей недопустимо [1].

Решением вышеописанной проблемы, может стать внедрение в теплоснабжающей организации информационной системы для сбора и анализа данных об отказах, технических характеристиках участков теплосетей, потерях на участках, планируемых затратах на ремонтные мероприятия и их превышениях. Кроме сокращения затрат на аварийные ремонты и уменьшения числа перебоев в подаче тепловой энергии, подобная система также позволила бы сократить затраты рабочего времени менеджмента теплоснабжающих организаций на формирование инвестиционных программ.

Создание такой системы и является предметом данной работы. Для реализации была выбрана платформа 1С: Предприятие, поскольку в таком случае система сможет

интегрироваться с уже существующими на предприятиях отрасли конфигурациями. Была создана база данных, хранящая все необходимые для определения приоритетности включения участка в инвестиционную программу данные. В процессе проектирования системы был использован стандарт UML. Диаграмма классов, моделирующая структуру данной базы данных представлена на рисунке 1 [2].



Вероятность возникновения отказа на участке зависит от числа отказов на участке и срока его эксплуатации и, в случае расчёта на годовой период, определяется как частное от деления числа отказов на участке на число участков с таким же сроком эксплуатации [3]. В зависимости от вероятности отказа участкам присваиваются ранги. В данном случае задействуются классы «Участок», «Отказы» и «План-расчёт ремонтов».

Еще ▾

Вывести сроки эксплуатации

Вывести количества отказов

Посчитать вероятность отказа

Добавить

Еще ▾

N	Участок	Вероятность	Ранг	↕

↕

Несмотря на то, что на данном этапе система не учитывает влияние потерь, технических характеристик и превышения нормативного уровня затрат на приоритетность включения участка в инвестиционную программу, она уже в таком виде может использоваться для формирования рекомендаций по составлению инвестиционной программы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральная служба государственной статистики. Данные по отраслям [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/313/document/95829> (дата обращения: 18.03.2022)
2. Малышева, Е. Н. Проектирование информационных систем. Раздел 5. Индустриальное проектирование информационных систем. Объектно-ориентированная Case-технология проектирования информационных систем : учебное пособие / Е. Н. Малышева. — Кемерово : Кемеровский государственный институт культуры, 2009. — 70 с. — Текст : электронный // Цифровой

- образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/22067.html> (дата обращения: 25.03.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей
3. Цуверкалова О. Ф. Организационно-экономический механизм развития теплоснабжающих организаций с учетом приоритетов обеспечения тепловой энергией потребителей: дис. ... канд. экон. наук: 08.00.05. – М., 2021. – 213 с.

Information System for Analyzing the Technical Condition of Heating Networks

Sukhorukova V.K.¹, Tsuverkalova O.F.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹ *e-mail: sukhorukova2000@inbox.ru*

² *e-mail: oftsuverkalova@mephi.ru*

Abstract – At the moment, there is a problem in the heat supply industry of allocating a limited amount of funds for repairs and reconstructions. In the present circumstances, the investment program should take into account the priorities of providing consumers with thermal energy by category, as well as the service life and technical condition of the heating network sections. However, at the moment there are no mechanism that formalize the process of forming investment programs, which are compiled on the basis of the experience of the management. The implementation of a system based on predictive data analytics methods can solve this problem.

Key words: heating networks, data analysis, digital transformation.

УДК 608.2

ВИРТУАЛЬНЫЙ СТЕНД ОБУЧЕНИЯ МЕТОДАМ ДИАГНОСТИКИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Крюков Д.С., Крюков Д.С.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Квалификация сотрудников атомной станции в первую очередь зависит от методов обучения вновь прибывших сотрудников и методов повышения квалификации действующего персонала. Для повышения этого показателя необходимо применять новейшие методики и технологии для обучения. Основной задачей 3D моделирования является предоставление информации об объекте, для того, чтобы сотрудник приступил к работе, он должен четко понимать конструктивные особенности оборудования. Изучить конструктивные особенности можно, только непосредственно на производстве или на обучающем стенде. Такой способ обучения затратный по всем показателям, поэтому было решено применить новейшие технологии и создать систему для обучения персонала АЭС с использованием 3D моделирования.

Ключевые слова: обучение, тренажер диагностики, 3D моделирование, web-приложение, React Three Fiber, GLTF модели.

АЭС состоит из многочисленных технологических систем. Каждая система имеет свои конструктивные особенности и целевое назначение. Для того, чтобы сотрудник приступил к работе ему необходимо изучить методы эксплуатации и конструктивные особенности систем. Такие знания возможно получить только на месте эксплуатации или на обучающем стенде. Оба варианта являются затратными и менее доступны по сравнению с современными цифровыми методами обучения. В настоящее время 3D моделирование внедряется во многие сферы нашей жизни. Оно позволяет в интерактивном режиме изучить профессиональные

компетенции. Следовательно, появляется потребность в переводе сложных технологических систем в цифровой формат, то есть моделировать их в 3D пространстве. Таким образом, выделяется задача по созданию виртуальной системы для обучения персонала АЭС, занимающегося диагностикой и обслуживанием трубопроводной арматуры, с использованием 3D моделирования.

Требуемый функционал для решения поставленных задач:

- наглядная 3D модель трубопроводной арматуры;
- возможность взаимодействовать с моделью трубопроводной арматуры;
- получение информации об элементах трубопроводной арматуры путем интерактивного взаимодействия с моделью;
- доступ к заводской документации;
- адаптивность под различные устройства;
- решение должно быть технически оптимизировано.

Для решения данной задачи было разработано web-приложение. Web-приложение было выбрано, потому что имеет ряд преимуществ:

- оно не требует развертывания и настройки на каждом пользовательском компьютере;
- такое приложение легче сопровождать, масштабировать, оно платформенно независимо;
- адаптивность для мобильных платформ;
- с применением современного стека приложение будет оптимизированным.

Решение задачи можно разделить на два эта. Первый этап включает в себя работу по подготовки 3D модели. От этого этапа зависит простота подключения модели к клиентской части и дальнейшее взаимодействие с ней. Необходимо модель разделить на составные элементы, которыми в дальнейшем будет манипулировать пользователь.

Второй этап включает в себя разработку клиентской части приложения. Для решения этой задачи был выбран следующий стек технологий: React – это декларативная JavaScript-библиотека для эффективного создания пользовательских интерфейсов. Он отображает компонент на странице, синхронизируя его с данными приложения. Three JS – это JavaScript-библиотека для создания и добавления 3D моделей на странице. React Three Fiber – это декларативная обертка Three JS для простой интеграции с React[1]. Material UI – библиотека готовых графических компонентов для React[2]. Исходя от выбранного стека технологий определился компонентный подход решения задачи. Компонент – это готовый графический элемент на странице обладающий своими свойствами и поведением. Такой подход позволяет повторно использовать свой код, масштабировать приложение, отслеживать и исправлять ошибки [3]. На рисунке 1 представлено дерево компонентов приложения.

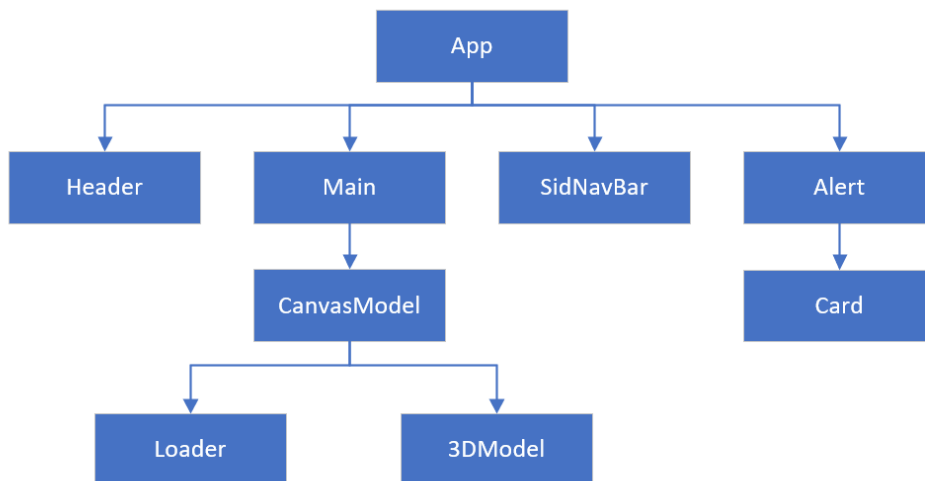


Рисунок 1 – Дерево компонентов

Главным функциональным преимуществом приложения является возможность просмотреть 3D модель оборудования и интерактивно взаимодействовать с ней. Модель можно вращать вокруг своей оси. Элементы модели реагируют на наведение мышью, нажатие, что позволяет создавать сценарии под каждое действие. Результат загрузки модели на страницу представлен на рисунке 2.

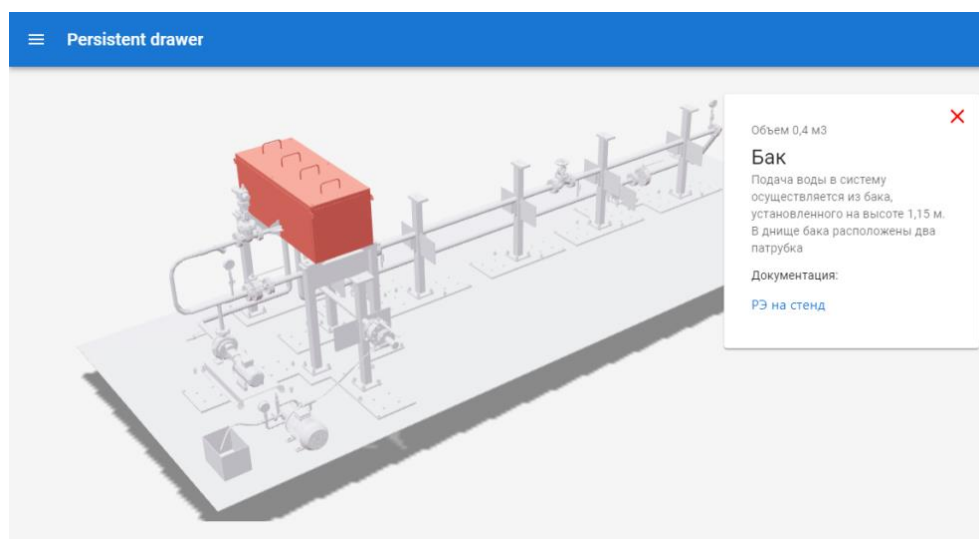


Рисунок 2 – Модель оборудования

Конечным результатом работы стало создание одностраничного, масштабируемого и адаптируемого под различные устройства веб-приложения. Этот виртуальный тренажер позволяет сотруднику получить наглядное представление об оборудовании, в привязке к каждому узлу получить необходимые инструкции и техническую документацию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. docs.pmnd [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.pmnd.rs/react-three-fiber/tutorials/loading-models>. – Дата доступа: 10.03.2022.
2. mui [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mui.com/getting-started/installation/>. – Дата доступа: 11.03.2022.
3. ru.reactjs [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.reactjs.org/docs/getting-started.html>. – Дата доступа: 14.03.2022.

Virtual Stand for Teaching Methods of Diagnostics and Maintenance of Pipeline Fittings

Kryukov D.S.¹, Kryukov D.S.²

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,
Volgodonsk, Rostov region*

¹ e-mail: dener7a23c@gmail.com

² e-mail: iamdanil19@gmail.com

Abstract – The qualification of nuclear power plant employees primarily depends on the methods of training newly arrived employees and methods of professional development of existing personnel. To increase this indicator, it is necessary to apply the latest methods and technologies for training. The main task of 3D modeling is to provide information about the object, in order for an employee to start working, he must clearly understand the design features of the equipment. It is possible to study the design features only directly at the production site or at the training stand. This method of training is costly in all respects, so it was decided to apply the latest technologies and create a system for training NPP personnel using 3D modeling.

Key words: training, diagnostic simulator, 3D modeling, web application, React Three Fiber, GLTF models.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕН, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ БЫСТРОВОЗВОДИМЫХ ОБЪЕКТОВ

Кисель И.В., Постой Л.В.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Работа посвящена проблеме проектирования в кратчайшие сроки быстровозводимых социальных объектов для обеспечения жизнедеятельности людей в случае возникновения чрезвычайных ситуаций. На начальной стадии проектирования того или иного быстровозводимого объекта, необходимо после получения технического задания определить состав и энергетическую эффективность ограждающей конструкции с учетом климатических характеристик различных районов строительства. Для выполнения данного этапа проектирования необходимо, чтобы для каждой климатической зоны в соответствии с нормативными документами был произведен расчет требуемого сопротивления теплопередаче, осуществлен подбор ограждающей конструкции, с проведенными расчетами фактического сопротивления теплопередаче и реализован подбор структуры ограждающей конструкции, в соответствии с климатической зоной.

Ключевые слова: теплотехнический расчет, стружечно-цементная плита, быстровозводимые объекты, плита, ограждающие конструкции, возведение зданий, строительство.

Данное исследование направлено на сокращение сроков проектирования объектов строительства, а также, как следствие, на сокращение времени от начала проектирования до момента сдачи здания или сооружения в эксплуатацию.

В настоящее время на территории Российской Федерации уже возведены первые быстровозводимые ковидные госпитали и другие объекты гражданской медицинской службы. Первый госпиталь, по заказу Министерства обороны РФ был возведен по технологии быстровозводимых зданий при помощи металлоконструкций, произведенных на заводе ООО «ПМК». Эта технология имеет недостаток, в виде теплопотерь.

В связи с этим, а также в связи с подписанием Федерального закона «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 23.11.2009 №261-ФЗ, возникает необходимость в разработке проектов зданий, которые будут иметь статус не только «быстровозводимые», но и будут сокращать затраты на отопление этих объектов строительства, а также на поддержание в них эффективного энергетического баланса. Отсюда и возникает необходимость в разработке информационного сервиса, который будет отвечать на вопросы, возникающие еще на этапе проектирования этих зданий и сооружений, но прежде всего необходимо определить, какая из составов ограждающих конструкций будет соответствовать той или иной климатической зоне, в которой и должен быть расположен объект строительства.

В связи с тем, что на субъекты, расположенные на территории Российской Федерации, находятся в различных климатических зонах, появляется потребность в полном теплотехническом расчете в соответствии с климатической зоной, в которой находится субъект, от требуемого сопротивления теплопередаче до итогового подбора состава ограждающей конструкции.

Предложенные в исследовании различные составы ограждающих конструкций типа «плита-утеплитель-плита» могут лечь в основу технологии быстровозводимых зданий и сооружений на территории субъектов Российской Федерации. Данный тип конструкции может быть использован как для проектирования административных и общественных объектов, так и для использования его в индивидуальном жилищном строительстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД ЭО 0648-2005 «Положение о техническом диагностировании электроприводной трубопроводной промышленной арматуры на энергоблоках атомных станций. – Москва, 2005.
2. ГОСТ 27.002-2015 [ред. от 01-03-2017] «Надежность в технике. Термины и определения» / Консорциума «Кодекс» / [Электронный ресурс] / <https://docs.cntd.ru/document/1200136419>
2. ГОСТ Р 8.563-2009 [ред. от 15-04-2015] «Методики (методы) измерений» / Консорциума «Кодекс» / [Электронный ресурс] / <https://docs.cntd.ru/document/1200077909>
3. Сайт ООО «ПМК». Быстровозводимые больницы в РФ / [Электронный ресурс] / <https://pmk-sib.ru>. (Дата обращения: 22.03.2022).

Calculation and Analysis of Thermal Insulation Properties of Chipboard Cement Slabs Used in the Construction of Prefabricated Facilities

Kisel I.V., Postoi L.V.

Volgodonsk Engineering and Technology Institute - National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Rostov region, Russia

Abstract – The work is devoted to the problem of designing in the shortest possible time of pre-erected social facilities to ensure the life of people in case of emergencies. At the initial stage of designing a pre-erected object, it is necessary, after receiving the technical specification, to determine the composition and energy efficiency of the enclosing structure, taking into account the climatic characteristics of various construction areas. To perform this design stage, it is necessary that for each climatic zone, in accordance with regulatory documents, the required heat transfer resistance is calculated, the selection of the enclosing structure is carried out, with the calculations of the actual heat transfer resistance carried out and the selection of the structure of the enclosing structure is implemented, in accordance with the climatic zone.

Key words: thermal engineering calculation, chipboard-cement slab, prefabricated objects, slab, enclosing structures, construction of buildings, construction.

УДК 657.633

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОВЕРКИ ДОСТОВЕРНОСТИ БУХГАЛТЕРСКОЙ ОТЧЕТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Козлик Е.Н., Цуверкалова О.Ф.

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» г. Волгодонск, Ростовская обл., Россия

Рассмотрены проблемы контроля бухгалтерской отчетности хозяйственной деятельности государственных и муниципальных учреждений, а также их решение в условиях развития цифровых и информационных технологий.

Ключевые слова: отчетность, контроль, экономика, нормативные документы.

За прошедшие четверть века доля государства в экономике Российской Федерации выросла с 28% до 46%. Таким образом, в отличие от государств, где в экономике преобладает частный капитал (например, – США, где доля госсектора составляет лишь 25%) возросла необходимость прогрессивного совершенствования методов контроля экономической

деятельности государственных и муниципальных организаций, осуществляемой контрольно-счетными органами Российской Федерации.

Отражаемые в бухгалтерских и учетных записях факты реальной деятельности организации являются в некоторой степени условными, ограниченными в применении существующей нормативной базой, а их интерпретация часто подвержена неверной трактовке в силу субъективных ошибок, допускаемых контролирующими органами. Эти субъективные ошибки могут быть обусловлены различными причинами, чаще всего обусловленными человеческим фактором: ошибки в арифметических операциях, неоднозначность толкования финансовых показателей, неверное применение нормативной базы, вуалирование, фальсификация, а также экономические преступления и халатность.

Если в случаях неверной оценки финансовой и экономической деятельности предприятий, находящихся в частной собственности, негативные последствия ограничиваются лицами, осуществляющими хозяйственную деятельность и частными выгодоприобретателями, то в случае неэффективной работы государственной и муниципальной организации возникает целый ряд последствий, как экономических, так и социальных и даже – политических.

Добиться точного отражения деятельности организации в бухгалтерском отчете, осуществляемом в привычном бумажном виде, практически невозможно. К упомянутым выше причинам ошибок добавляются опечатки, сложность визуального контроля, неоправданное сокращение формулировок, искажение наименований материальных средств. Так, например, анализируя перечень товарно-материальных ценностей организации, можно встретить записи вида «Компьютер в сборе» со стоимостью 50 тысяч рублей, соседствующий с аналогичной записью, стоимость которой определена в размере 20 тысяч рублей. Отсутствие дополнительных данных, позволяющих оценить фактическое материальное состояние организации, определить разумность и обоснованность израсходованных бюджетных средств, в каждом из данных случаев требует проведения дополнительных проверок, начинающихся с обстоятельств заключения договора поставки и заканчивая правильностью постановки товарно-материальных ценностей на баланс. Еще более сложные ситуации возникают при необходимости контроля приобретения организацией расходуемых товарно-материальных ценностей – моющих и чистящих средств, канцелярских товаров и т.д. Для выявления нарушений в таких случаях требуется кропотливое сопоставление нормативов, заключенных договоров, проведение опросов сотрудников организации. Но и данные действия могут быть выполнены лишь при наличии объективных оснований для проведения проверки, основывающихся на несовершенном характере бумажного бухгалтерского учета.

В том случае, когда объект контроля является не единственным, а проверки требуют десятки и сотни учреждений, эффективность «ручного» метода контроля снижается экспоненциально. Многие из вышеперечисленных проблем решаются путем применения в работе контрольно-счетных органов современных информационных технологий; они же нивелируют негативное воздействие увеличения объема обрабатываемых данных.

Одним из первых решений в направлении автоматизации работы контрольно-счетных органов стало внедрение в 2015 году информационно-аналитической системы удаленного проведения внешнего государственного аудита (контроля) (ИАС УВГА) для реализации проведения контрольных и экспертно-аналитических мероприятий. Данная система позволила увеличить количество выявленных нарушений в 2017 году, которое составило 6517 нарушений на сумму 1,881 трлн рублей по сравнению с 2016 годом, в котором было выявлено 3855 нарушений на сумму 965 млн рублей. Наиболее показательным фактором стало снижение количество нарушений в 2018 году – 4100, что показало данная система, эффективна не только в разрезе выявления нарушений, но в их предотвращении.

В 2018 году в целях развития взаимодействия с гражданами реализован сервис «Сообщения об объектах аудита Счетной палаты», предназначенный для формирования пользователями Портала сообщений о деятельности органов (организаций), на которую распространяются контрольные полномочия Счетной палаты. Предусмотрена возможность

создания новых сообщений, а также поддержки сообщений, созданных другими пользователями (голосование).

Формирование цифровых систем учета позволяет инспекторам контрольно-счетных избежать неэффективных действий анализа неразмеченных данных из разноименных источников. Нехарактерные и подозрительные операции выявляются цифровой платформой, данные из различных источников сопоставляются вычислительной машиной непредвзято и без эмоций, позволяя не только делать формальные выводы, но и формировать статистику нарушений для последующего анализа и использования.

Цифровые системы учета позволяют масштабировать системы контроля, интегрировать их между собой.

Так, в результате совершенствования законодательства о государственных закупках, благодаря улучшению работы Единой информационной системы, данные о приобретении государственными и муниципальными учреждениями товаров и услуг теперь содержат в себе не только сведения о заключенных договорах, но и сведения о характеристиках, наименованиях, стоимости приобретаемых товаров и услуг. Это позволяет не только контролировать объем проводимых закупок, но и содействовать экономической эффективности действий государства - подробно анализировать эффективность расходования бюджетных средств, правильность исполнения обязательств поставщиков, исполнение условий оплаты, автоматизировать учет характеристик и стоимости поставляемых товаров и услуг.

Развитие современных цифровых технологий, учитывающих опыт и потребности контрольно-счетных органов Российской Федерации, в настоящее время лежит в основе формирования цифрового объекта контроля – базы цифровых «двойников» контролируемых организаций, которая в свою очередь должна стать основой эффективного контроля прогрессивно развивающейся экономики Российской Федерации.

Improving the Efficiency of the Accounting Statements Reliability Checking by Using Modern Digital Technologies

Kozlik E.N., Tsuverkalova O.F.¹

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute – the Branch of National Research Nuclear University MEPhI,
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

¹*e-mail: oftsuverkalova@mephi.ru*

Abstract – The problems of control of financial statements of state and municipal institutions' economic activities, as well as their solution in the context of the digital and information technologies development, are considered.

Key words: reporting, control, economics, regulatory documents.