

**ВОЛГОДОНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ**

**филиал НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ЯДЕРНОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИФИ»**



XI Всероссийская научно-практическая конференция  
студентов, аспирантов и молодых ученых

**«СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУЧНАЯ ВЕСНА – 2021»**

**Волгодонск, 7–16 апреля 2021 г.**

СБОРНИК ТЕЗИСОВ  
Ч. I



Волгодонск 2021

УДК 378 : 001 (063)  
ББК 74.58  
С88

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. I. – Москва : НИЯУ МИФИ ; Волгодонск : ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2021. – 136 с.

В сборнике представлены материалы тезисов XI Всероссийской научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Студенческая научная весна – 2021», посвященные проблемам эксплуатации атомных электростанций, ядерной и экологической безопасности, информационных технологий, промышленного, гражданского строительства, экономики и социально-правовым вопросам развития территорий размещения АЭС.

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

ISBN 978-5-7262-2779-5

ISBN 978-5-7262-2780-1 (Ч. I)

*Издается в авторской редакции*

© Волгодонский инженерно-технический институт – филиал  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»,  
2021

Подписано в печать 29.04.2021. Формат 60<sup>x</sup>84 1/16  
Усл. печ. л. Тираж 100 экз.

---

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал  
Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ»  
Типография ВИТИ НИЯУ МИФИ  
347360, Россия. Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94.

**Секция  
ЯДЕРНЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

<b>Белявский С.В.</b> Определение эффекта топливной композиции и внешнего диаметра тепловыделяющего элемента на теплогидравлические параметры реактора КЛТ-40С	5
<b>Швец Д.В., Лапкис А.А., Шпицер В.Я.</b> Диагностирование электроприводной арматуры Ростовской АЭС в период ПНР 2021 года	6
<b>Смирнов А.М., Морозов А.В.</b> Анализ особенностей конструкции и принципа работы различных типов форсунок для их применения в модернизированной СПОТ ВВЭР	8
<b>Сова А.В., Филинюк В.А., Хворов М.И., Бубликова И.А.</b> Анализ динамики нарушений эксплуатации АЭС в РФ	9
<b>Косякин Д.А., Коробейников В.В., Стогов В.Ю.</b> Исследование зависимости эффективности трансмутации Америция-241 от энергетической структуры спектра нейтронного потока	11
<b>Лапкис А.А., Грачев А.С., Панкратова И.Ю.</b> Выбор средств контроля крутящего момента электроприводной арматуры	13
<b>Нагибин А.А., Козлов Ю.И., Конюшин М.В.</b> Оценка длительности перепростоев энергоблока АЭС в плановых остановах на основе векторно-координатного метода синтеза расписаний	15
<b>Aksionova K.S., Lapkis A.A.</b> Comparative analysis of the reproducing properties in WWER and WWER-SCWR in closed nuclear fuel cycle	17
<b>Распопов Д.А., Белоусов П.А.</b> Разработка методов и алгоритмов для интеллектуальных энергосистем АЭС	19
<b>Марадудина Д.С., Тарасов М.И., Бубликова И.А.</b> Анализ нарушений в электроэнергетике	22
<b>Костенко Е.В., Лапкис А.А.</b> Выбор способа обработки вибрации механизмов машины перегрузочной энергоблока ВВЭР-1000	24
<b>Бандуров П.Г., Кузнецова Е.В., Колесников А.Н.</b> Использование детектора Lpx для относительной дозиметрии протонного пучка	26
<b>Иванов М.М.</b> Частотное регулирование асинхронных двигателей с применением программируемых логических реле	28
<b>Елифанова А.Д., Попова А.Р.</b> Содержание радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе АЭС	30
<b>Соловьева А.М., Баран С.А.</b> Реконструкция подстанции с заменой основного силового и коммутационного оборудования	32
<b>Пахалин А.Д., Мосеев А.Л.</b> Расчётное моделирование двухкомпонентной ядерной энергетики с помощью компьютерного кода CYCLE	33
<b>Безматеева А.Н., Лапкис А.А.</b> Анализ деформированного состояния элементов активной зоны реактора ВВЭР-1000 во время перегрузки топлива	36

**Секция  
МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

<b>Жидкова Р.Е., Чернов А.В.</b> Разработка технологии односторонней сварки швов корпуса парогенератора	39
<b>Щербак Ю.Е., Чернов А.В.</b> Совершенствование методов ультразвукового контроля корпусного оборудования АЭС	41
<b>Горячев М.В., Токарев А.С.</b> Настройка лазерного оборудования для качественной резки и гравировки изделий	45
<b>Винныйчук В.А., Сазонов И.С., Попов Е.Ю.</b> Анализ устойчивости MMA-процесса на базе источника питания ИНЕМ-200Т	48
<b>Кадыров С.Р., Бубликова И.А.</b> Улучшение условий труда сварщика при сварке нержавеющей сталей в замкнутом пространстве	49
<b>Локтюшова Е.О., Чернов А.В.</b> Ультразвуковой контроль антикоррозионных наплавов с использованием головных волн	51
<b>Арсентьева Е.С., Берела А.И., Колесникова Е.В., Простотин И.Ю., Ширшикова Д.Г.</b> Технологические особенности обработки на обрабатываемых центрах	54
<b>Окопный М.А., Чернов А.В.</b> Использование 3d сканирования в сфере тяжёлого машиностроения	55

**Секция  
ФИЗИКА**

<b>Севастьянов Д.А., Ратушный В.И., Ермолаева Н.В.</b> Серверная составляющая для онлайн функционала газоанализатора	58
<b>Старченко А.С., Тришечкин Д.В., Рыбальченко А.Ю.</b> Исследование принципа работы пушки Гаусса	60

**Секция**  
**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ**  
**СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ**

<b>Шкребец М.И., Пимшин Ю.И.</b> Обеспечение процесса испытаний ЗГО, построенных на станциях с реактором ВВЭР-1000, дублирующими измерительными системами	62
<b>Тетерина А.А., Гулякина В.В., Постой Л.В.</b> Разработка проекта благоустройства дворовой территории существующей застройки г. Волгодонска	63

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

<b>Пингорина Д.В., Агапова С.П., Ухалина И.А.</b> Искусственный интеллект как драйвер социально-экономического развития: проблемы и перспективы	66
<b>Оганесян Д.Р., Павлова А.Б., Хухлаев Д.Г.</b> Особенности планирования стратегического развития города Волгодонск	69
<b>Телегина Е.А., Рогачева Ж.С., Анцибор А.В.</b> Проблемы в сфере образования в городе Волгодонск	73
<b>Буряк А.Е., Семенов И.В., Ухалина И.А., Агапова С.П.</b> Проблема нехватки инвестиций для реализации стартапов в малом и среднем бизнесе	77
<b>Иванова П.Д., Анцибор А.В., Рогачева Ж.С.</b> Влияние пандемии COVID-19 на атомную отрасль России	79
<b>Голянова Т.М., Телегина Е.А., Ухалина И.А., Ефименко Н.А.</b> Особенности внедрения концепции «бережливого производства» в деятельности предприятий Российской Федерации	82

**Секция**  
**СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА В ПЕРИОД**  
**ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ 4.0**

<b>Власова В.Д., Гуламов В.Х., Локонова Е.Л.</b> Взаимодействие Госкорпорации «Росатом» и общественных фондов в решении социально-значимых проектов	85
<b>Железнякова А.В., Грачев А.С., Горбачев А.В.</b> Особенности перехода на дистанционное обучение в образовательных организациях высшего образования (на примере ВИТИ НИЯУ МИФИ)	88
<b>Попов И.А., Лобковская Н.И.</b> Гражданская позиция Андрея Дмитриевича Сахарова в оценках студенческой молодежи	91
<b>Недурубов А.Н., Довбыш С.А.</b> Об особенностях переселенческой политики советских властей в период строительства Цимлянского водохранилища на примере станиц и хуторов Цимлянского района	94
<b>Калмыкова Д.С., Лобковская Н.И.</b> Роль в истории России В.И. Ленина глазами современной студенческой молодежи	97
<b>Ивченко А.В., Левина И.А., Василенко Н.П.</b> Молодежь 21 века в представлении студенчества	100
<b>Ташкинов М.С., Лобковская П.А.</b> Отношение студенческой молодежи к инклюзивному обучению людей с расстройством аутистического спектра	103

**Секция**  
**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ**

<b>Ожерельев В.Д., Абидова Е.А.</b> Классификация технического состояния силовых трансформаторов с использованием машинного обучения	105
<b>Задорожник О.А., Абидова Е.А.</b> Повышение чувствительности метода диагностирования запорной арматуры по электрическим параметрам	107
<b>Прыткова Д.А., Хегай Л.С.</b> Разработка комплекса программ для количественной оценки и визуализации хаотических процессов в диагностических сигналах электроприводной арматуры	109
<b>Шешукова В.В., Скоморохов А.О.</b> Распознавание кризиса теплообмена с использованием алгоритма SVM	112
<b>Муратова Е.Л., Абидова Е.А.</b> Идентификация состояния оборудования при перегрузке ядерного топлива АЭС	113
<b>Яковлев Р.И., Кудинов Д.Д., Лысенко Н.С., Гагарин С.Ю., Цвелик Е.А.</b> Решение задачи анализа текстовых документов средствами PYTHON	117
<b>Ситников И.А., Симакова Н.А.</b> Совершенствование системы переработки трапной воды на атомных станциях	119
<b>Гирин В.А., Цвелик Е.А., Евдошкина Ю.А.</b> Применение ресурсов онлайн – обучения для реализации индивидуальных образовательных траекторий студентов	121
<b>Дмитренко В.В., Цвелик Е.А.</b> Применение методов функционального анализа для повышения качества технологического процесса	124
<b>Крюков Д.С., Цвелик Е.А.</b> Цифровой сервис оператора по обслуживанию оборудования атомной станции	126
<b>Хорцева А.Ч.</b> Автоматизация системы документооборота по операционному контролю в программном обеспечении SAP ERP	129
<b>Ершов А.Н., Суслов Е.С., Зорькина Н.В., Абидова Е.А.</b> Совершенствование методов контроля герметичности запорной арматуры АЭС	131
<b>Шибанов А.А., Толстов В.А.</b> Определение связи между вибрацией рамовых подшипников и индикаторным давлением газа в цилиндре двигателя с помощью LABVIEW	133

---

---

**СЕКЦИЯ**

---

---

**ЯДЕРНЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**

УДК 621.039.546.8

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТА ТОПЛИВНОЙ КОМПОЗИЦИИ И  
ВНЕШНЕГО ДИАМЕТРА ТЕПЛО ВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА НА  
ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РЕАКТОРА КЛТ-40С**

**Белявский С.В.**

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет, г. Томск, Россия*

В работе приведены результаты теплогидравлического расчёта для реактора КЛТ-40С. Показано, что увеличение проектного диаметра твэла увеличивает скорость теплоносителя, но при этом не превышает ее максимальных значений. Полученные кривые зависимостей критерия Рейнольдса и скорости течения теплоносителя от внешнего диаметра позволяют утверждать, что изменение диаметра возможно в широком диапазоне с сохранением турбулентного режима течения теплоносителя.

*Ключевые слова* – ядерное топливо, режим течения, уран, торий, ядерные реакторы, тепловыделяющие сборки, дисперсионное топливо, теплогидравлика.

Российская Федерация характеризуется такими свойствами как неравномерная плотность заселения, различающиеся климатические условия и неравномерное развитие экономики отдельных регионов. На отдаленных территориях возможна только децентрализованная система энергообеспечения, поэтому роль источников энергии играют автономные источники на органическом топливе. Доставка этого топлива в регионы может быть дорогостоящей, а его эксплуатация ведет к экологическому ущербу окружающей среде. Атомные станции малой мощности предлагаются как одно из эффективных решений этого вопроса. Ввиду своих небольших габаритов, такие реакторы легко транспортабельны, а также способны обеспечивать небольшие поселения и даже регионы электроэнергией, а также опреснять воду. Реакторная установка КЛТ-40С – это один из таких реакторов, установленных на ПАТЭС «Академик Ломоносов», находящейся в г. Певек.

В работе [1] показано, что смена топливной композиции с  $(U^{238}+U^{235})O_2$  на  $(Th^{232}+U^{233})O_2$  позволяет продлить длительность топливной кампании на 30%. Увеличение внешнего диаметра твэл продлит кампанию ещё на 25%. Однако изменение геометрии может повлиять на режим течения и привести к ухудшению теплосъёма.

В данной работе рассчитаны значения коэффициентов запаса до кризиса теплообмена, критериев Рейнольдса, Прандтля. Получены распределения температур теплоносителя, оболочки, топливного блока по высоте ТВС для наиболее и наименее энергонапряженных ТВС. Кроме того, в работе использовались корреляции для нахождения коэффициентов теплопроводности материала оболочки [2], топлива [3], а также применена формула Оделевского для гетерогенных систем с целью нахождения коэффициента теплопроводности дисперсионного топлива [4].

Согласно полученным результатам, турбулентный режим сохраняется при варьировании внешнего диаметра твэл от 4,2 мм до 8,2 мм. Кризис теплоотдачи наступает в центре наиболее энергонапряженной ТВС при внешнем диаметре твэл ниже, чем 6,8 мм. Увеличение диаметра твэл до 7,2 мм приводит к уменьшению максимумов распределения температур для оболочки и топливного блока примерно на 10 градусов Цельсия. Смена топливной композиции с уран-урановой на торий-урановую слабо влияет на температурные распределения.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Beliaevskii 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. *Пузанов, Д.Н.* Анализ и обобщение данных по свойствам циркониевых сплавов, применяющихся в качестве конструкционных материалов / Д.Н. Пузанов, А.А. Сатин // Науч.-техн. конф. молодых специалистов : материалы конф. ОКБ «Гидропресс», 16-17 марта. – 2011.
3. *Malakkal L.* ATOMISTIC AND EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE STRUCTURAL AND THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE ACCIDENT TOLERANT FUEL MATERIALS : дис. – University of Saskatchewan, 2020.;
4. *Kushtym A.V. et al.* Dispersion fuel for nuclear research facilities // Вопросы атомной науки и техники. – 2017.

### **Evaluation of the Effect of Fuel Composition and Outer Diameter on Some Thermal-Hydraulic Parameters of KLT-40S Reactor**

**S.V. Beliaevskii**

*National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia  
e-mail: Svb28@tpu.ru*

**Abstract** – This paper contains results of a thermal-hydraulic calculation for KLT-40S reactor. It was found out that an increase of outer fuel diameter leads in a coolant velocity increase that remains lower than maximum value allowed. Reynolds criterion and velocity dependency curves show that turbulent flow is possible with various range of outer fuel diameters.

*Keywords:* nuclear fuel, thermal-hydraulics, uranium, thorium, dispersive fuel, nuclear fuel assemblies, nuclear reactors.

УДК 621.646, 621.3.08

### **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ РОСТОВСКОЙ АЭС В ПЕРИОД ППР 2021 ГОДА**

**Швец Д.В., Лапкис А.А., Шпицер В.Я.**

*Волгодонский инженерно-технический институт Филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ", Волгодонск, Ростовская обл., Россия*

В статье рассмотрены и проанализированы данные 780 измерений токовых сигналов по электроприводной арматуре (ЭПА) 4-го энергоблока Ростовской АЭС. С целью выявить работоспособность ЭПА был проведен сравнительный и статистический анализ основных диагностируемых параметров, таких как время открытия/закрытия и рабочие токи в том же цикле. В качестве данных для сравнения были взяты результаты диагностического обследования арматуры в период планово-предупредительного ремонта (ППР) 2019, 2021 годов.

*Ключевые слова:* арматура, диагностирование, статистика, электропривод, трубопровод, АЭС.

Диагностирование электроприводной арматуры осуществляется с целью:

- выявления отклонений, дефектов в работе основных узлов, таких как электродвигатель (ЭД) и электропривод (ЭП);
- оценки общего технического состояния арматуры и вынесения рекомендаций по ее настройке;

– комплексного сравнительного анализа результатов диагностирования и сравнения с предыдущими измерениями.

Состав и последовательность выполнения операций по диагностическому обследованию электроприводной арматуры АЭС и анализе диагностических данных:

- 1) согласование и утверждение перечня арматуры на диагностирование;
- 2) разработка программы диагностирования [1];
- 3) формирование типовых групп ЭПА по типу их привода и типоразмеру;
- 4) формирование базы данных на основании 780 сигналов с ЭПА турбинного и реакторного отделения Ростовской АЭС;
- 5) анализ существующей базы данных ППР 2019 года, и формирование типового списка из 540 трубопроводных арматур;
- 6) изучение конструктивных особенностей данного типа оборудования, выявление основных причин отказов и способах их диагностирования [2];
- 7) проведение статистического анализа с использованием программного средства Microsoft Excel;
- 8) расчет доверительных интервалов для заданных величин (рабочий ток и время открытия/закрытия) с целью выявления отклонений и несоответствий в типовой группе;
- 9) проведение сравнительного анализа электроприводной арматуры, не принадлежащей типовой группе;
- 10) дополнение имеющейся базы данных полученными результатами;
- 11) формирование программы рекомендаций по настройке электроприводов продиагностированной трубопроводной арматуры [3].

Основные результаты проведенного исследования методами статистического, сравнительного анализа и анализа по ключевым параметрам:

- из 780 обследованных арматур 72 имели повторы и были исключены из анализа во избежание ошибок;
- 3% трубопроводной арматуры признаны частично работоспособными, и менее чем 1% неработоспособными по ключевым параметрам (рабочий ток, время открытия/закрытия);
- по результатам статистического и сравнительного анализа требуется настройка электропривода у 17% диагностируемой арматуры.

Отрицательная динамика ухудшения параметров по сравнению с предыдущим ППР 2019 года имеет не продолжительный характер (1,5 года – период между ППР). Так благодаря проведенному статистическому анализу были выявлены отклонения в работе ЭП и моменты его перенастраивания в типовой группе и по технической позиции. При увеличении времени открытия/закрытия при работе ЭПА была проведена перенастройка конечных выключателей привода (43 позиции) и в случае полной неработоспособности замена электропривода (11 позиций). Настройка и замена ЭП производилась после проведенного ППР 2019.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. МТ 1.2.3.02.999.0085-2010 Диагностирование трубопроводной арматуры. Методика, НИИ «Энергомашиностроения», 2010. – 127 с.
2. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования – НП-068-05, 2006. – 86 с.
3. Федеральные нормы и правила в области использования атомной энергии. Общие положения обеспечения безопасности атомных станция – НП-001-05, 2016. – 55 с.

### **Diagnostics of Electric Drive Valves of the Rostov NPP in the Period of PPR 2021**

**D.V. Shvets<sup>1</sup>, A.A. Lapkis, V.Ya. Shpitser**

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute  
Branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: Svecdima6@gmail.com*

**Abstract** – The article considers and analyzes the data of 780 measurements of current signals on the electric drive valves of the Rostov NPP 4 power unit. In order to identify the efficiency of the EDV, a comparative and statistical analysis of the main diagnostic parameters, such as the opening (closing) time and operating currents in the same cycle, was carried out. As data for comparison, the results of the diagnostic examination of the valve during the PPR 2019, 2021 were taken.

*Keywords:* valves, diagnostics, statistics, electric drive, pipeline, NPP.

УДК 621.039.58:536.24

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ И ПРИНЦИПА РАБОТЫ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ФОРСУНОК ДЛЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ СПОТ ВВЭР**

**Смирнов А.М., Морозов А.В.**

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

В данной работе проанализированы особенности конструкции и принцип действия различных видов форсунок для применения в оптимизированной системе пассивного отвода тепла ВВЭР с изменённой конструкцией. В результате анализа выбран оптимальный вид данных распылительных устройств для рассматриваемого случая.

*Ключевые слова:* система пассивного отвода тепла ВВЭР, оптимизация, форсунка, водный аэрозоль, принцип работы форсунки.

В настоящее время на рынке атомных технологий наблюдается тенденция на разработку новых реакторных установок, которые являются высокотехнологичными проектами, что выражается, в том числе, наличием широкого спектра систем пассивной безопасности. При этом каждая компания стремится сделать свой проект не слишком дорогим, чтобы иметь преимущество перед конкурентами при его экспорте. Большое количество соглашений на строительство АЭС в других странах, заключённое ГК «Росатом» в последние годы приводит к необходимости оптимизации стоимости основного и вспомогательного оборудования энергоблоков с целью сокращения капитальных затрат на их сооружение. В рамках решения этой проблемы рассматривается вариант изменения конструкции системы пассивного отвода тепла ВВЭР [1]. Он заключается в сокращении площади трубного пучка воздухоохлаждаемых теплообменников с целью уменьшения их стоимости. При этом в качестве компенсирующих мер предполагается впрыск в поток воздуха мелкодисперсного водного аэрозоля, что позволит сохранить мощностные параметры теплоотвода, заложенные при проектировании. Последнее обстоятельство особенно важно с точки зрения обеспечения безопасности работы системы.

В рамках более детальной проработки данного вопроса были рассмотрены различные способы подачи воды необходимой для создания аэрозоля в воздуховоде СПОТ ВВЭР. Наиболее эффективным методом было признано использование форсунок [2]. Однако при этом возникает вопрос выбора конкретного типа распылительных устройств для обеспечения максимальной эффективности теплосъёма. В рамках данной работы был рассмотрен ряд различных форсунок, каждая из которых отличается как по конструкции, так и по принципу действия. Были исследованы преимущества и недостатки использования каждой форсунки в оптимизированной системе пассивного отвода тепла ВВЭР.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов, А.М., Морозов, А.В. Оценка эффективности использования водного аэрозоля для охлаждения воздушных теплообменников СПОТ ВВЭР // Сборник докладов XXI Международной конференции молодых специалистов по ядерным энергетическим установкам, Россия, Подольск, 10-11 апреля, 2019. – С. 125-133.
2. Смирнов, А.М., Морозов, А.В. Исследование возможности применения форсунок для создания мелкодисперсного водного аэрозоля в оптимизированной системе пассивного отвода тепла ВВЭР // Сборник тезисов XVI Международной научно-практической конференции «Будущее атомной энергетики – AtomFuture 2020», Россия, Обнинск, 23-24 ноября, 2020. – С. 60-62.

### **Analysis of Features of Design and operating Principle of Different Types of Injectors for Their Using in Modernized WWER Passive Heat Removal System**

**A.M. Smirnov<sup>1</sup>, A.V. Morozov**

*Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Obninsk, Kaluga region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: smi180@mail.ru*

**Abstract** – The features of design and operating principle of the different types of injectors for their using in modernized passive heat removal system of WWER with changed design were analyzed in this paper. The best type of these ones was chosen for the considered case as a result of analysis.

*Keywords:* passive heat removal system of WWER, optimization, injector, water spray, operating principle of injector.

УДК 629.039.58

## **АНАЛИЗ ДИНАМИКИ НАРУШЕНИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АЭС В РФ**

**Сова А.В., Филинюк В.А., Хворов М.И., Бубликова И.А.**

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

В работе проведен анализ динамики нарушений эксплуатации АЭС в РФ, произошедших на энергоблоках с реакторами различных типов. Также был проведен анализ динамики непосредственных и коренных причин нарушений. Результаты анализа могут быть полезны для модернизации уязвимостей безопасной эксплуатации АЭС.

*Ключевые слова:* нарушения, непосредственные причины, коренные причины, энергоблок, АЭС, анализ динамики.

Каждое нарушение требований безопасности на АС создает вероятность возникновения опасных ситуаций. Реализация опасных ситуаций может происходить в результате несоблюдения персоналом требований правил, руководящих документов, вследствие технических нарушений и неисправности. Реализовавшиеся опасные ситуации могут повлечь за собой человеческие жертвы и экономические потери. Анализ динамики нарушений позволит выявить наиболее распространённые причины, которым стоит уделить больше внимания, а также оценить возможность предугадать дальнейшую динамику.

В данной работе использовались данные годовых отчетов о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в период с 2011 по 2019 год [1], был использован регрессионный анализ данных в MS Excel, а также методы

математической статистики.

Был проведён анализ по динамике нарушений, согласно категорий по НП-004-08 [2], на АЭС с реакторами типов: ВВЭР-440, ВВЭР-1000, РБМК-1000, БН-600, ЭГП-6 в период с начала промышленной эксплуатации, который показал, что наибольшее количество нарушений за рассмотренный период времени фиксируется на АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000 и РБМК-1000. Так как количество энергоблоков по типам реакторов различно, был выполнен анализ динамики нарушений в расчете на один энергоблок, находящийся в эксплуатации (см. рис. 1). При этом, количество нарушений на один энергоблок с реакторами ВВЭР-1000 и БН-600 достаточно близко.

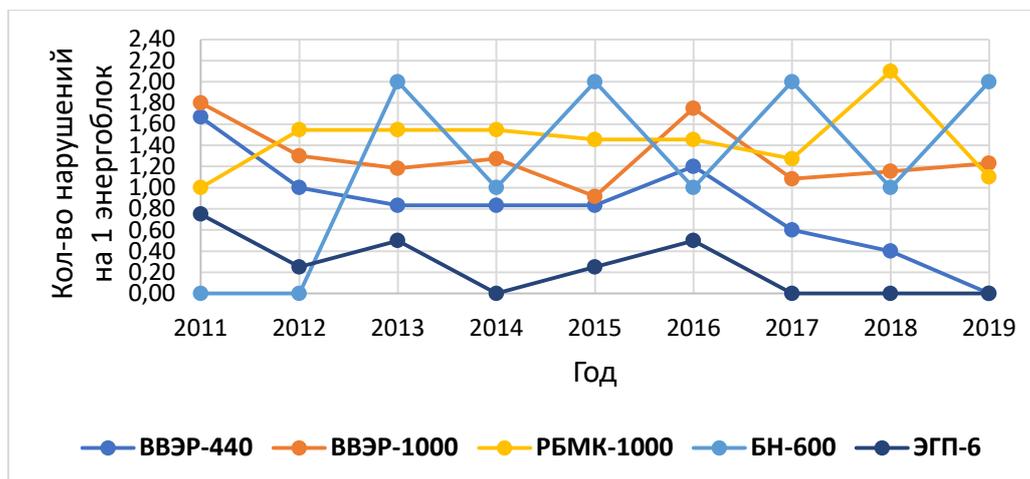


Рисунок 1 – Динамика нарушений в расчете на один энергоблок

Для демонстрации зависимости количества нарушений от типа энергоблока была построена гистограмма среднего количества нарушений в год за весь рассматриваемый период.

В результате анализа можно сделать вывод, что динамика нарушений носит случайный характер и, в общем, зависит от конкурентного типа энергоблока, имеющего свою специфику в силу различных особенностей эксплуатации и конструкции.

При расследовании нарушений в обязательном порядке анализируются вызвавшие их причины, которые делятся на непосредственные и коренные.

Был выполнен анализ динамики нарушений по непосредственным причинам, который показал, что наибольший вклад в количество нарушений вносят нарушения, связанные с механическими и электрическими аспектами эксплуатации энергоблока

Был выполнен анализ динамики нарушений по коренным причинам, который показал, что наибольший вклад в количество нарушений вносят нарушения, связанные с недостатками управления и организации работ на АС, то есть наиболее важным аспектом нарушений является человеческий фактор.

В ходе анализа не удалось выявить сложившиеся тренды в динамике нарушений по обеим категориям причин. На основе этого можем считать, что динамика нарушений носит случайный характер.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. – URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/) (дата обращения: 14.02.2021).
2. Положение о порядке расследования и учета нарушений в работе атомных станций. НП-004-08 Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору Москва, 2008 – 47 с.

#### **Analysis of the Dynamics of Nuclear Power Plant Operation Violations in the RF**

**A.V. Sova, V.A. Filiniuk, M.I. Khvorov, I.A. Bublikova**

**Abstract** – The paper analyzes the dynamics of NPP operation violations in the Russian Federation, which occurred at power units with reactors of different types. The dynamics of immediate and root causes of violations was also analyzed. The results of the analysis can be useful for modernization of vulnerabilities of safe operation of NPPs.

*Keywords:* violations, immediate reasons, root reasons, power unit, NPP, analysis of dynamic.

УДК 621.039.59

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСМУТАЦИИ АМЕРИЦИЯ-241 ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ СПЕКТРА НЕЙТРОННОГО ПОТОКА

Косякин Д.А.<sup>\*</sup>, Коробейников В.В.<sup>\*\*</sup>, Стогов В.Ю.<sup>\*\*</sup>

<sup>\*</sup>Обнинский институт атомной энергетики – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Обнинск, Калужская обл., Россия

<sup>\*\*</sup>АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», Обнинск, Калужская обл., Россия

Проведены исследования эффективности трансмутации америция-241 для разных энергетических диапазонов нейтронного потока. Сделан анализ полученных результатов и обозначены соответствующие особенности осуществления трансмутации в существующих типах реакторов. Представлена методика расчета эффективности трансмутации америция-241 для различных вариантов спектра нейтронного потока.

*Ключевые слова:* минорные актиниды, трансмутация, выжигание, америций, методика расчета.

Одной из ключевых проблем современной ядерной энергетики является накопление отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), которое ввиду высокой активности и тепловыделения требует особого обращения. Несмотря на то, что минорные актиниды (МА) в реакторах нарабатываются в относительно небольших количествах, они вносят существенный вклад в тепловыделение и радиотоксичность ОЯТ в долгосрочной перспективе. Таким образом, способы обращения с ОЯТ и радиоактивными отходами (РАО) тесно связаны с решением проблемы выделения, фракционирования и трансмутации МА [1].

Ведется множество исследований по трансмутации и выжиганию МА, однако до сих пор они остаются единственным компонентом ОЯТ, для которого не разработано практического способа утилизации [2]. Радикальное сокращения объёмов МА возможно за счёт их трансмутации и выжигания – перевода долгоживущих радиоактивных изотопов в короткоживущие или стабильные при их облучении интенсивным потоком нейтронов. Однако различие свойств МА, характеристик различных типов ядерных реакторов, планируемых конфигураций системы ядерной энергетики и способов трансмутации требует проведения комплексной оценки и выбора путей обращения как с отдельными нуклидами –  $^{237}\text{Np}$ , Am, Cm, так и с МА в целом.

Наиболее опасным из младших актинидов считается америций по причине его высокой активности, а также из-за его большого количества. Он образуется преимущественно не в реакторах, а в хранилищах ОЯТ за счёт  $\beta$ -распада изотопа Pu-241, и представлен в основном двумя изотопами – Am-241 и Am-243.

В данной работе исследуется эффективность трансмутации минорных актинидов для разных энергетических диапазонов нейтронного потока: последовательно моделируется облучение Am-241 нейтронами разных энергетических групп. Полученные результаты расчета позволяют определять характеристики продуктов трансмутации Am-241 для любого спектра при определенном значении плотности нейтронного потока (при котором производился расчет трансмутации по группам).

По результатам расчета проведен анализ эффективности выжигания Am-241 нейтронами разных энергетических групп, а также активности образующихся нуклидов. Это позволяет очертить границы спектра нейтронного потока, обеспечивающего эффективную трансмутацию МА, руководствуясь не только уменьшением содержания америция, но и вкладом в активность других нуклидов, образующихся в результате трансмутации.

Характер эффективности выжигания Am-241 нейтронами разных энергетических групп представлен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Эффективность трансмутации Am-241 при облучении нейтронным потоком разных групп

Коэффициент эффективности трансмутации определялся по формуле 1.

$$\tau_i(X) = 1 - \frac{N_t(X)}{N_0(X)}, \quad (1)$$

где  $\tau_i(X)$  – коэффициент эффективности трансмутации нуклида X, при облучении его потоком нейтронов i-й энергетической группы;

$N_t(X)$  – концентрация нуклида X в момент времени t;

$N_0(X)$  – начальная концентрация нуклида X.

Полученные результаты могут использоваться для определения эффективности трансмутации при использовании потоков нейтронов разной спектральной структуры. Знание структуры нейтронного потока, при которой трансмутация и выжигание МА будут наиболее эффективны, необходимо при проектировании установок и устройств для выжигания МА.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шмелев, А.Н., Ансэ, В.А., Куликов, Г.Г. Физические основы обезвреживания долгоживущих радиоактивных отходов. Потенциал инновационных технологий: Учебное пособие. М.: МИФИ, 2008. – С. 5-71.
2. Лопаткин, А.В., Орлов, В.В., Лукасевич, И.Б. и др. Возможности реакторов БРЕСТ и трансмутационного топливного цикла в условиях реализации современных планов развития ядерной энергетики // Атомная энергия. – 2007. – Т.103. Вып.1. – С. 21-28.

#### Researches of the Efficiency of Americium-241 Transmutation Depending on the Energy Structure of the Neutron Flux Spectrum

D.A. Kosyakin<sup>\*1</sup>, V.V. Korobeynikov<sup>\*\*</sup>, V.Yu. Stogov<sup>\*\*</sup>

**Abstract** – A research of the efficiency of americium-241 transmutation was carried out for different energy ranges of the neutron flux. The analysis of the obtained results is made. The features of the transmutation implementation in the existing types of reactors are noted, corresponding to the simulation results. A method for calculating the efficiency of americium-241 transmutation for various variants of the neutron flux spectrum is presented.

*Keywords:* minor actinides, transmutation, burning, americium, calculation method.

УДК 621.646 , 531.781

## **ВЫБОР СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ**

**Лапкис А.А., Грачев А.С., Панкратова И.Ю.**

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

Целью данной работы является разработка и создание комплекса для проведения оперативной диагностики и тарировки ограничителей крутящего момента электроприводной арматуры по месту ее эксплуатации. Для реализации этой задачи были проанализированы способы измерения крутящего момента электроприводной арматуры и выбран наиболее оптимальный. Выполнены работы на стенде ВИТИ НИЯУ МИФИ с целью выявления основных особенностей изменения крутящего момента при затяжке и открытии задвижки.

*Ключевые слова:* крутящий момент, арматура, электропривод, задвижка, диагностирование, безопасность, ремонт, атомная промышленность.

Опыт эксплуатации атомных станций (АС) показывает, что значительное количество дефектов электроприводной арматуры (ЭПА) на АС (обрыв штока задвижки, негерметичность в затворе) связано с некорректной настройкой моментных и концевых выключателей электроприводов. Такие дефекты, как правило, сопровождаются отказами ЭПА.

Главной целью проводимых работ, описанных в данном докладе, является выявление наиболее эффективных способов измерения крутящего момента ЭПА для последующего их использования при создании комплекса для проведения оперативной диагностики и тарировки ограничителей крутящего момента ЭПА по месту её эксплуатации (далее – ПК ОКМП).

Существует несколько методик диагностирования ЭПА [1, 2], которые были проанализированы для выбора наиболее удовлетворяющей цели работы методики. В качестве методики оперативной диагностики, реализуемой в ПК ОКМП, выбрана действующая методика (МТ 1.2.3.02.999.0085 [2]), разработанная ВИТИ НИЯУ МИФИ. Для повышения точности оценки крутящего момента ЭПА, а также для обеспечения возможности калибровки расчётного метода, в качестве дополнительного метода выбран метод прямого измерения тензорезистивным датчиком фланцевого типа, устанавливаемым между электроприводом и арматурой.

Работы на стенде ВИТИ НИЯУ МИФИ показали принципиальную возможность одновременного определения крутящего момента прямым и расчетным методами. Сконструирована необходимая оснастка для прямого измерения крутящего момента ЭП типов А и Б с применением фланцевого датчика крутящего момента. На рисунке 1 продемонстрирована ЭПА с установленным датчиком М20С [3] и приведено схематическое изображение конструкции самого стенда ВИТИ НИЯУ МИФИ.

В проводимых на стенде работах выполнены серии опытов с различными усилиями затяга сальника и настройками электропривода с целью выявить основные закономерности изменения крутящего момента при закрытии и открытии клиновой задвижки (пример затяга рабочего органа показан на рисунке 2).

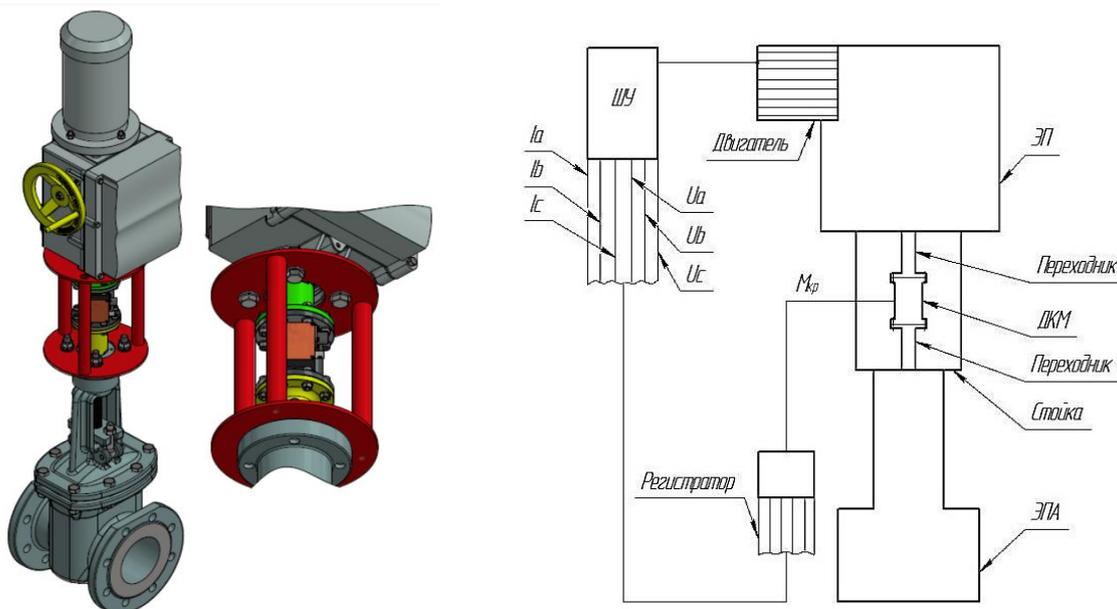


Рисунок 1 – Изображение ЭПА с установленным датчиком М20С и схематическое изображение конструкции стенда ВИТИ НИЯУ МИФИ. ШУ – шкаф управления; ЭП - электропривод; ЭПА – электроприводная арматура; ДКМ – датчик крутящего момента

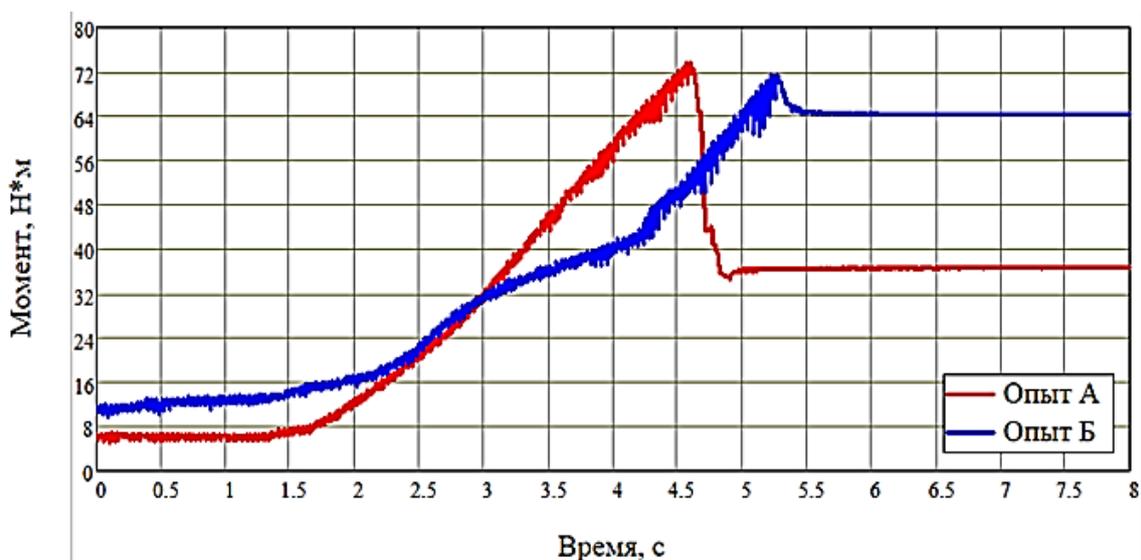


Рисунок 2 – Результат одного из опытов с измененным затягом сальника: Опыт А - первоначальный затяг сальника; Опыт Б - усиленный затяг сальника

Дальнейшие опыты будут направлены на установление связи между крутящим моментом ЭПА и электрической мощностью, развиваемым её приводом.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РД ЭО 0648-2005 Положение о техническом диагностировании электроприводной трубопроводной промышленной арматуры на энергоблоках атомных станций.
2. МТ 1.2.3.02.999.0085-2010 Диагностирование трубопроводной электроприводной арматуры. Методика.
3. Датчик крутящего момента M20C / ООО «Тилком». – URL: <https://tilkom.com/datchiki-krutyashhego-momenta/datchik-krutyashhego-momenta-m20c.html> (дата обращения 20.03.2021).

### Selection of Torque Controls for Electric Actuated Valves

**A.A. Lapkis<sup>1</sup>, A.S. Grachev, I.Yu. Pankratova**

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute  
Branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Volgodonsk, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: paltusmeister@gmail.com*

**Abstract** – The purpose of this work is to develop and create a complex for operational diagnostics and calibration of torque limiters of electric actuated valves at the place of their operation. To accomplish this task, the methods of measuring the torque of electric-driven valves were analyzed and the most optimal one was selected. Patent research has been carried out to study design solutions in this area. The work was carried out at the VETI NRNU MEPhI stand in order to identify the main features of the change in torque when tightening and opening the valve.

*Keywords:* torque, valves, gate valve, electric drive, diagnostics, safety, repair, nuclear industry.

УДК 621.039

## ОЦЕНКА ДЛИТЕЛЬНОСТИ ПЕРЕПРОСТОЕВ ЭНЕРГОБЛОКА АЭС В ПЛАНОВЫХ ОСТАНОВАХ НА ОСНОВЕ ВЕКТОРНО-КООРДИНАТНОГО МЕТОДА СИНТЕЗА РАСПИСАНИЙ

**Нагибин А.А.<sup>\*,\*\*</sup>, Козлов Ю.И.<sup>\*\*</sup>, Конюшин М.В.<sup>\*</sup>**

*\* ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»,  
Санкт-Петербург, Россия*

*\*\* АО «АТОМПРОЕКТ», Санкт-Петербург, Россия*

Оценка эксплуатационной готовности – неотъемлемый этап проектирования современных АЭС, позволяющая определить качество того или иного проекта АЭС. Однако, на сегодняшний день не существует логико-вероятностных методов расчета длительности плановых остановов – одной из составляющих годового проектного коэффициента готовности, который является основным эксплуатационным показателем готовности. Статистическая оценка не позволяет оценить длительность плановых остановов для новых энергоблоков на этапе проектирования. Для разработки методов и способов решения задачи оценки увеличения длительности плановых остановов энергоблоков нового поколения на стадии проектирования можно применить векторно-координатный метод синтеза расписаний, с помощью которого имеется возможность выполнить автоматизированное построение план-графика останова АЭС с учетом множества различных факторов.

*Ключевые слова:* перепростой, плановый останов, останов для ремонта, ППР, продолжительность ППР, ВВЭР-1200, эксплуатационная готовность, годовой проектный коэффициент готовности.

Согласно РБ-100-15 [1], оценка эксплуатационной готовности является неотъемлемым этапом проектирования современных энергоблоков АЭС. В качестве основного показателя

эксплуатационной готовности используется годовой проектный коэффициент готовности, одними из основных составляющих которого являются среднегодовая длительность плановых и неплановых остановов. [2]

Продолжительность плановых остановов является случайной величиной вследствие того, что продолжительности выполняемых работ, проводимых во время останова, являются также случайными величинами. Таким образом, время планового останова АЭС может отличаться от времени, заведенного в проектной документации. Перепростой энергоблока во время планового останова не только влияет на экономические показатели работы энергоблока, но и значительно влияет на годовой проектный коэффициент готовности, который является важнейшим показателем качества проекта АЭС.

Для оценки частоты возникновения и длительности неплановых остановов разработаны и применяются универсальные логико-вероятностные методики расчета. В свою очередь логико-вероятностных методик для расчета длительности плановых остановов не существует. Более того, в современной практике выполнения работ по анализу готовности в проектных организациях ГК «Росатом» выполнение оценки перепростоев энергоблока в плановых ремонтах на стадии проектирования не выполняется, что значительно снижает качество выполняемых работ.

Статистическая оценка перепростоев позволяет оценивать перепростой энергоблоков старых проектов (ВВЭР-1000 и ВВЭР-440), но не позволяет выполнить оценку перепростоев для новых энергоблоков на стадии проектирования. Поэтому разработка методов и способов решения задачи оценки перепростоев энергоблоков нового поколения в плановых ремонтах на стадии проектирования является важной и актуальной научно-технической задачей.

Для решения данной задачи можно применить векторно-координатный метод синтеза расписаний, с помощью которого имеется возможность выполнить автоматизированное построение план-графика останова АЭС с учетом следующих факторов:

- Технологическая последовательность выполнения операций;
- Технологическая совместимость проводимых работ;
- Количество ресурсов;
- Вероятностный характер продолжительности работ;
- Возможное появление случайных событий (пожары, затопления, отказы систем энергоблока, функционирующих во время остановов (охлаждение бассейна выдержки, вентиляция и т.д.)), которые приводят к изменению длительности работ планового останова.

Суть данного метода заключается в последовательном заполнении плана-графика останова векторами работ с учетом вышеизложенных факторов. В результате можно получить плотность вероятности, а соответственно и вероятность окончания планового останова к определенному сроку, а также оценить среднюю длительность превышения срока выполнения планового ремонта энергоблока.

Получение оценки средней длительности превышения срока планового останова энергоблока может быть основано на проведении многократного имитационного моделирования технологического процесса выполнения ремонта с учетом вышеупомянутых факторов. С помощью данной методики также возможна оценка чувствительности длительности планового останова от принятых в рассмотрение факторов, путем вариации интересующих величин. Выполнение расчетов длительности превышения срока планового останова энергоблока позволит не только повысить качество оценки эксплуатационной готовности энергоблоков, но и обосновывать количество ресурсов, необходимых для проведения ППР, для обеспечения наименьших финансовых затрат.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. РБ-100-15 Руководство по безопасности при использовании атомной энергии «Рекомендации по порядку выполнения анализа надежности систем и элементов атомных станций, важных для безопасности, и их функций». – Москва : Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору, 2015. – 115 с.

2. European utility requirements for LWR nuclear power plants. Volume 2. Generic and nuclear island requirements. Chapter 18 Performance assessment methodology. Revision E. December 2016. P. A1-A5.

## **Estimation of the Unscheduled Extensions Duration of NPP Power Unit During Planned Shutdowns Based on the Vector-Coordinate Method for the Synthesis of Schedules**

**A.A. Nagibin<sup>\*,\*\*1</sup>, Yu.I. Kozlov<sup>\*\*</sup>, M.V. Konyushin<sup>\*</sup>**

*<sup>\*</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia*

*<sup>\*\*</sup>OJSC «ATOMPROEKT», St. Petersburg, Russia*

*<sup>1</sup>e-mail: nagibin9797@mail.ru*

**Abstract** – The operational availability assessment is an integral stage in the design of modern nuclear power plants, which makes it possible to determine the quality of the nuclear power plant design. However, today there are no logical-probabilistic methods for calculating the duration of planned shutdowns - one of the components of the annual design availability factor, which is the main operational indicator of availability. Statistical evaluation does not allow to estimate the duration of planned shutdowns for new power units at the design stage. To develop methods and methods for solving the problem of assessing the increase in the duration of planned shutdowns of new generation power units at the design stage, it is possible to apply the vector-coordinate method for the synthesis of schedules, with the help of which it is possible to perform an automated construction of a NPP shutdown schedule considering many different factors.

*Keywords:* Unscheduled duration extensions, planned shutdown, shutdown for repair, preventive maintenance, duration of preventive maintenance, VVER-1200, operational availability, annual design availability factor.

УДК 621.039.516.4

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE REPRODUCING PROPERTIES IN WWER AND WWER-SCWR IN CLOSED NUCLEAR FUEL CYCLE**

**Aksionova K.S., Lapkis A.A.**

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

This research performs a comparative analysis of the reproducing properties of water-cooled reactors such as VVER-440 and VVER with SKD coolant supplied with uranium of given enrichment with multiple fuel recycle. The relative change of the spent nuclear fuel isotopic composition is obtained for VVER-440 and reactors cooled with supercritical water. It is shown that during fuel burnup the plutonium with a lower content of heavier isotopes is produced in VVER-SCWR.

*Keywords:* VVER, enrichment, fuel loading, conversion ratio, fuel conversion, nuclear fuel recycling, plutonium.

Today, WWER, PWR, and BWR water-cooled reactors occupy a key position in the global nuclear power industry. It is on their basis that new potentially profitable projects are proposed with increased thermal efficiency and conversion ratio (CR), as well as high reliability and safety of the reactor plant [1, 2].

To increase NPP thermal efficiency and the ability to reproduce fuel in already known projects of light-water reactors (LWR), it is necessary to switch to a water coolant with supercritical parameters. Another option is to switch to a liquid metal or gas coolant. In the first case, the design of a water-cooled reactor with supercritical parameters (WWER-SCWR) is based on the experience

gained in operating this type of reactor (more than 14000 reactor•years), and the technology of the water coolant is quite mastered [1].

The goal of this work is set to determine the multiplying and converting properties of the reactor core (RC) of WWER-SCWR when used in a closed nuclear fuel cycle, in comparison with the same properties of the existing WWER.

To do this, it is necessary to solve the following tasks:

a) To choose such an enrichment of uranium-plutonium fuel for WWER-SCWR, in which the duration of the campaign would be equal to the campaign duration of the selected prototype - WWER-440;

b) To compare the isotopic composition of spent nuclear fuel in general and the isotopic composition of unloaded plutonium in RC in particular;

c) To analyze the isotopic composition of spent nuclear fuel and plutonium in case of multiple recycling and secondary fuel burnup.

The study is carried out using the Serpent software package version 2.1.30, based on the Monte Carlo method [3].

The calculation of the studied parameters is performed on a two-dimensional infinite lattice – an averaged fuel rod array, taking into account the real RC parameters of this type of reactor. Initial parameters are presented in table 1. The geometry of the fuel rod array of the supercritical coolant reactor was adopted similar to the prototype – WWER-440.

Code settings during calculation are:

- 5000 neutron histories in cycles;
- 100 active cycles (neutron generations);
- 20 inactive cycles.

Initially, uranium dioxide UO<sub>2</sub> is loaded in both reactors. For WWER-440, practical enrichment is 3.5% of U-235. The duration of the campaign for such a fuel load is 30 months with three reloads.

Figure 1 shows the cross section of the studied fuel assembly of the reactors constructed by the graphics processing unit Serpent.

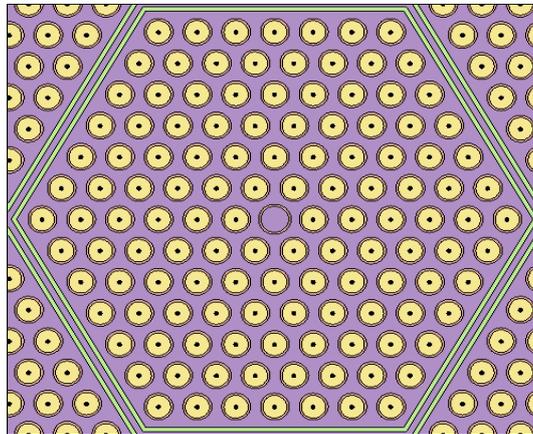


Figure 1 – Cross section of fuel rod array of the studied reactors

Calculation of the burnup shows, that  $K_{\infty}$  decreases from the initial value of 1.34 to 1.0 in 305 days. The total fuel burnup amounted to 26,7 MW·day/kg – which is close to real operational value (fuel burnup of WWER-440 – 28 MW·day/kg).

To determine the enrichment for WWER-SCWR the campaign length should be set to 305 days as well. Such a campaign length is achieved with enrichment of U-235 equal to 7.25%. Reactor burnup is equal to 26,7 MW·day/kg.

To calculate each subsequent campaign, the loading of regenerated plutonium fuel diluted with uranium of a given enrichment was carried out. The enrichment of diluting uranium and the proportion of plutonium in the new fuel were selected in such a way as to maintain the given campaign length.

Based on the simulation results, the CR for for each campaign was calculated. The differences in the fuel conversion ratios in the RC are insignificant.

An analysis was made of the change of the plutonium isotopic composition during multiple recycling. The resulting distribution shows us that a purer plutonium composition with a lower content of heavier isotopes 240-243 is being produced in the VVER-SCWR reactor. Mass shares of Pu-238, Pu-240, Pu-241, Pu-242 in regenerated plutonium in spent nuclear fuel of VVER-SCWR are 1.8; 1.4; 1.5; 4.4 times less, respectively, than in plutonium in spent nuclear fuel of VVER-440.

In the course of this work, it was found that the differences in the fuel conversion ratios in the RC are insignificant, also at the specified parameters during secondary fuel burnup in the VVER-SCWR plutonium with a higher Pu-239 share and a lower shares of heavier isotopes are produced.

Reactors with a faster neutron spectrum are more suitable for operation in the self-supplying fuel mode, since a larger number of «parasite» isotopes are formed in the thermal and above-thermal neutron spectra. The VVER-SCWR spectrum can be amplified by using closer lattice in fuel rod arrays than existing VVER and improving coolant's parameters.

#### REFERENCES

1. Ryzhov S.B., Mohov V.A., Vasil'chenko I.N., Nikitenko M.P., Mahin B.M., Lapin A.V., Chetverikov A.E., Churkin A.N., Anikeev Yu.A., Shmelev S.B. Problems in developments of supercritical water cooled reactor core (VVER-SKP). VANT. Ser.: Obespechenie bezopasnosti AES. Reaktornye ustanovki s VVER-SKD. 2009, iss. 25. P. 5-14 (in Russian).
2. Baranayev Yu.D., Glebov A.P., Kirillov P.L., Klushin A.V. Reaktor, okhlazhdayemyy vodoy sverkhkriticheskogo davleniya, VVER-SCWR – osnovnoy pretendent v «Super-VVER» [A supercritical pressure water cooled reactor, VVER-SCWR, is the main contender in Super-VVER]. V knige: Obespecheniye bezopasnosti AES s VVER [In the book: Safety of NPPs with VVER]. AO OKB «GIDROPRESS» [JSC OKB GIDROPRESS]. Podol'sk, Moskovskaya oblast'. 2011: materialy [Podolsk, Moscow Region. 2011: materials] (in Russian).
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.

УДК 621.311

## РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И АЛГОРИТМОВ ДЛЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ АЭС

**Распопов Д.А., Белоусов П.А.**

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

В данной работе описывается актуальность комплексной модернизации энергетической системы АЭС с целью повышения КПД и КИУМ электростанций. Модернизацию существующей энергетической системы предлагается осуществить за счет использования технологий интеллектуальных сетей Smart Grid. С помощью экспериментального лабораторного стенда были собраны данные с комплекса вычислительных машин, аналогичному в АСУ ТП АЭС, и разработаны методы и алгоритмы, а также модели энергопотребления для таких энергосистем.

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

В настоящее время актуальной задачей в области энергетики и промышленности является задача повышения коэффициента полезного действия (КПД) и коэффициента

используемой установленной мощности (КИУМ). Обе эти величины являются показателями рационального использования энергии, и чем они выше, тем экономичнее работа электростанции и любого промышленного предприятия. Анализируя публикации и труды на тему КПД и КИУМ Российской энергетики можно сделать вывод о том, что КПД АЭС в России находится на уровне 40-44%, а КИУМ около 78, в то время как за рубежом КПД и КИУМ равны 44-46% и 89-93 соответственно [1].

Низкий КПД и КИУМ приводит к удорожанию электроэнергии и не рациональному использованию ресурсов АЭС. Одной из ключевых проблем, которые приводят к уменьшению КПД и КИУМ является использование устаревших технологий и изношенного энергетического оборудования, что влечет за собой большие электрические и тепловые потери и вследствие чего увеличиваются расходы на производство электроэнергии. Актуальной задачей является своевременный контроль, мониторинг и прогнозирование технического состояния оборудования АЭС и комплексная модернизация энергетической системы за счет разработки и внедрения более экономичных новых технологий и технических средств, основанных на концепции интеллектуальных сетей, а также совершенствовании уже имеющихся.

В зарубежных странах в энергосистемы промышленных предприятий активно внедряются глобальные цифровые технологии чего, к сожалению, пока в проектах современных АЭС еще не предусмотрено. По мнению директора департамента по развитию бизнеса «Промышленная автоматизация» компании Schneider Electric в России и СНГ А. Ефремова, цифровая трансформация все больше становится глобальным трендом конкурентоспособности современных производств и главным драйвером развития экономики и промышленности. Главной целью цифровизации А. Ефремов считает глобальное повышение эффективности производства и бизнеса [2]. Благодаря использованию новых инструментов, предоставляемых в результате цифровой трансформации, промышленные предприятия могут существенно повысить эффективность и КПД, снизить себестоимость и издержки при производстве, а также прогнозировать внештатные и аварийные ситуации, связанные со сбоями в работе оборудования, снижая затраты на ремонт и потери во время простоя.

Развитие сетевой инфраструктуры на АЭС, на базе использования технологий Micro Grid, Smart Grid, Smart Metering, позволит атомным электростанциям обеспечивать выработку электрической энергии в полную мощность во время пиковых нагрузок на сеть и тем самым увеличить КИУМ атомных электростанций и привести его к уровню зарубежных стран. Модернизация энергосистемы и внедрение интеллектуальных сетей позволит уменьшить затраты на производство и передачу электроэнергии, что, в свою очередь, увеличит экономическую и энергетическую эффективность АЭС.

С точки зрения концепции интеллектуальных сетей на АЭС также можно выделить два основных типа оборудования – генерирующее и потребляющее. К генерирующему оборудованию относятся турбогенераторы и дизель-генераторы. Потребителями является все остальное оборудование и системы, которые входят в систему электроснабжения собственных нужд (СН) АЭС. На АЭС с точки зрения безопасности и надежности электроснабжения выделяют 3 группы потребителей собственных нужд. Для электрооборудования 3-ей группы достаточно использовать только источники нормального рабочего и резервного питания, тогда как электроприемники первой и второй групп требуют еще и третьего независимого источника питания – аварийного резервного, например, дизель-генераторной установки (ДГУ). Упрощенная блок-схема энергетической системы АЭС приведена на рисунке 1.

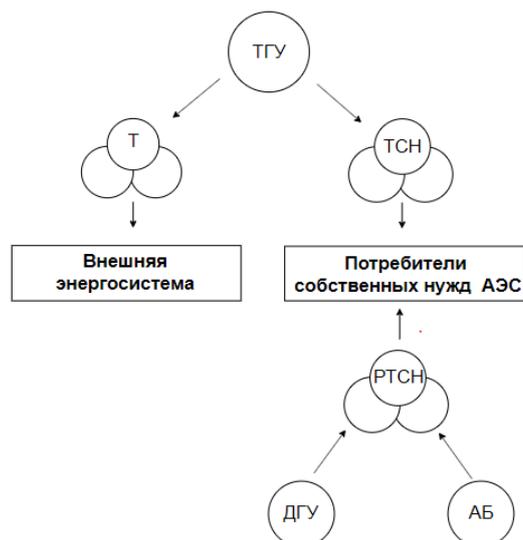


Рисунок 1 – Упрощенная блок-схема узла энергетической системы АЭС (разработка авторов): ТГУ – турбогенераторная установка, ДГУ – дизель-генераторная установка, Т – трансформатор, ТСН – трансформатор собственных нужд, РТСН – резервный трансформатор собственных нужд, АБ – аккумуляторные батареи

Технология Smart Grid совмещает в себе как контроль генерирующего оборудования, так и потребителей электрической энергии, объединяя их в единую автоматизированную систему [3]. Система собирает большое количество данных о качестве электроэнергии и основных ее характеристиках. Автоматический анализ позволяет узнать место возможной неисправности и заранее подать сигнал оператору, предупредив, таким образом, крупную поломку и полный выход из строя оборудования. Интеллектуальные электроэнергетические системы способны повысить общую экономическую и энергетическую эффективность АЭС, а также обеспечить постоянный контроль и мониторинг технического состояния электрооборудования для обеспечения наибольшего КПД и КИУМ АЭС.

С помощью лабораторного-экспериментального стенда был проведен эксперимент по сбору данных электрических параметров с комплекса вычислительных машин, аналогичному в АСУ ТП АЭС, под различными нагрузками и режимами работы с частотой дискретизации 500 кГц. В результате проведенного эксперимента были получены данные тока, напряжения, мощности энергопотребления, загрузки и температуры оборудования и др. С помощью методов сглаживания, фильтрации сигналов, машинного обучения и искусственного интеллекта были разработаны модели для прогнозирования энергопотребления комплекса вычислительных машин, аналогичному в АСУ ТП АЭС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Стертюков, К. Г., Стародубцева, О. А.* Проблемы внедрения новых технологий и технических средств с целью увеличения КПД в энергетической отрасли //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Электротехника, информационные технологии, системы управления. – 2018. – №. 25.
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 Intelligent Power Systems of NPP

**D.A. Raspopov<sup>1</sup>, P.A. Belousov**

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

<sup>1</sup>*e-mail: DARaspopov@mephi.ru*

**Abstract** – This paper describes the relevance of a comprehensive modernization of the power system of nuclear power plants in order to increase the efficiency and capacity factor of power plants. It is proposed to modernize the existing energy system through the use of Smart Grid technologies. With the help of an experimental laboratory stand, data were collected from a complex of computers, similar to the automated process control system of NPPs, and methods and algorithms were developed, as well as models of energy consumption for such power systems.

*Keywords:* smart grids, machine learning, artificial intelligence, energy efficiency, electricity, nuclear power plants.

УДК 621.31:658.5.012.7

## АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

**Марадулина Д.С., Тарасов М.И., Бубликова И.А.**

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

В работе выполнен анализ нарушений в электроэнергетики РФ за период с 2000 по 2019 года. Он показал, что общее число нарушений снижается, оно не зависит от объема проведенных проверок Ростехнадзором. Количество несчастных случаев со смертельным исходом так же снижается.

*Ключевые слова:* нарушение, безопасность, электрические станции, несчастные случаи.

Электроэнергетика является отраслью, от надежности которой зависит как нормальное функционирование предприятий, включая те, на которых обращаются опасные вещества и энергии, а также качество жизни населения. Поэтому нарушения при эксплуатации объектов экономики, а тем более аварии на них, могут повлечь серьезный ущерб обществу, экономике и окружающей среде. При этом выявленное нарушение эксплуатации электроэнергетического оборудования может рассматриваться как событие, которое не закончилось аварией благодаря благоприятному стечению обстоятельств. И каждое нарушение должно обязательно расследоваться для установления его причин с разработкой корректирующих мер по недопущению повторения аналогичных случаев, в том числе и с более серьезными аварийными последствиями.

Цель работы – исследование динамики характеристик нарушений в электроэнергетики нашей страны. Результаты исследования могут быть полезны студентам обучающихся в атомной отрасли для осознания вклада персонала в проявление нарушений, для улучшения качества работы и предотвращения нарушений в дальнейшей профессиональной деятельности, а также специалистам в области надзора и управления безопасностью эксплуатации электрогенерирующих предприятий.

В данной работе использовались сведения Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор), приведенные в годовых отчетах о деятельности федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2004-2019 гг. по мониторингу количества нарушений и надзорных мероприятий [1].

Был выполнен анализ производства электроэнергии и численности населения в 2000-2019 годах. Но оказалось, что численность населения [2] напрямую не влияет на выработку электроэнергии. Следовательно, можно предположить, что выработка электроэнергии в большей степени зависит от других факторов, например, от потребностей экономики.

Попытка найти взаимосвязь между выявленным количеством нарушений и количеством надзорных мероприятий показала, что эти параметры не связаны между собой.

Анализ динамики нарушений показал, что их количество за анализируемый период снизилось и стабилизировалось, а количество несчастных случаев в электроэнергетике со смертельным исходом уменьшилось, но не зафиксировано года, когда жертвы отсутствовали.

Основными часто встречающимися и массовыми нарушениями обязательных требований остаются:

1. Не проведение плановых ремонтов и испытаний оборудования в установленные техническими нормами сроки (ремонт выполняется по факту выхода из строя оборудования);

2. не проведение противоаварийных тренировок по ликвидации возможных аварийных ситуаций, характерных для работы в осенне-зимний период;

3. не проведение технического освидетельствования электрооборудования с истекшим сроком службы с целью оценки состояния, установления сроков дальнейшей работы и условий эксплуатации;

4. нарушение требований, касающихся заземления частей электроустановок потребителей.

Значительное снижение смертности от несчастных случаев в энергетике с 2000 по 2019 год может быть связано с внедрением более современного оборудования, разработки новых подходов к регулированию объектов электроэнергетики (совершенствование нормативного регулирования и контрольно-надзорной деятельности в отношении объектов электроэнергетики) и совершенствованием систем безопасности.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ежегодные отчеты о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. – URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/).
2. Федеральная служба государственной статистики. – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/12781>.

### **Analysis of Violations in the Electric Power Industry**

**D.S. Maradudina<sup>1</sup>, M.I. Tarasov<sup>2</sup>, I.A. Bublikova<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: diana.maradudina@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: masimka\_tarasov@bk.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: IABublikova@mephi.ru*

**Abstract** – The paper analyzes violations in the electric power industry of the Russian Federation for the period from 2000 to 2019. It showed that the total number of violations is decreasing, it does not depend on the volume of inspections carried out by Rostechнадзор. The number of fatal accidents is also decreasing.

*Keywords:* violation, security, power plants, accidents.

## ВЫБОР СПОСОБА ОБРАБОТКИ ВИБРАЦИИ МЕХАНИЗМОВ МАШИНЫ ПЕРЕГРУЗОЧНОЙ ЭНЕРГОБЛОКА ВВЭР-1000

Костенко Е.В., Лапкис А.А.

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

Работа посвящена настройке программного обеспечения системы виброакустического контроля машины перегрузочной блока 1 Ростовской АЭС. С помощью анализа сигналов вибрации с применением инструментов кластерного анализа рассмотрены варианты обработки исходного сигнала вибрации и сигнала с коррекцией нуля. Определён наиболее подходящий способ регистрации вибрации механизмов машины перегрузочной энергоблока ВВЭР-1000.

*Ключевые слова:* АЭС, ядерное топливо, перегрузка топлива, машина перегрузочная, захват, вибрация, вибродиагностика.

Как показывает опыт эксплуатации АЭС, существенный вклад в показатели безопасности работы АЭС вносят стояночные режимы работы и, в первую очередь, режимы, связанные с перегрузкой ядерного топлива. Перегрузка ядерного топлива осуществляется с помощью машины перегрузочной (МП) атомной станции. Это дистанционно управляемый автоматизированный манипулятор, по конструкции подобный мостовому крану, снабженный специализированным грузоподъемным органом – рабочей штангой.

На энергоблоке №1 Ростовской АЭС установлена система виброакустического контроля (СВК) МП, разработанная ВИТИ НИЯУ МИФИ, которая позволяет выявить дефекты её механизмов.[1] Датчики виброускорения СВК МП установлены на рамы приводов захвата рабочей штанги и захвата кластера. С помощью программного обеспечения, созданного НИИ атомного энергетического машиностроения ВИТИ НИЯУ МИФИ и установленного на Ростовской АЭС в 2017-2020 гг., можно определить наиболее подходящий способ регистрации вибрации механизмов МП энергоблока ВВЭР-1000. [2]

Необработанный сигнал виброускорения, полученный с СВК в 2018-2020 гг., несимметричен и сдвинут в области отрицательных значений (рис. 1).

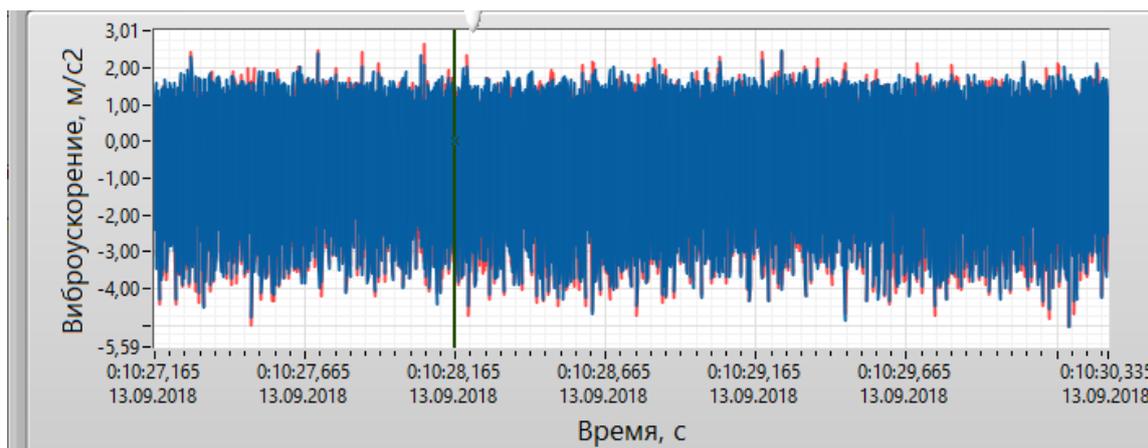


Рисунок 1 – Фрагмент вибрационного сигнала при перемещении ТВС

Причиной этому являются электромагнитные наводки в измерительных каналах, которые возникают в процессе работы оборудования центрального зала АЭС. Для фильтрации наводок была предложена схема обработки вибрационного сигнала с коррекцией нуля. Чтобы получить откорректированный сигнал, необходимо вычесть из каждого значения необработанного сигнала  $a_i$  математическое ожидание виброускорения за каждую секунду.

$$M_{1c}(a) = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n} \quad (1)$$

$$a_{\text{корр}(i)} = a_i - M_{1c}(a), \quad (2)$$

где  $M_{1c}(a)$  – математическое ожидание виброускорения за 1 с,  $a_{\text{корр}}$  – откорректированное значение виброускорения,  $n = 20000$  – число отсчётов в секунду.

Более подходящим будет являться способ обработки данных, обеспечивающий разделение различных технических состояний и режимов МП в пространстве признаков. С помощью инструментов кластерного анализа определены метрики и профили компактности [3], которые позволили сопоставить наборы необработанных и откорректированных данных (табл. 1). В качестве метрик выбраны наибольшие расстояния до ближайшего соседа  $\max(d_{\min})$  внутри кластеров А и Б, и минимальное расстояние между точками кластеров А и Б  $\min(d[B-A])$ . Чем выше соотношение между ними, тем лучше разделены режимы.

Таблица 1 – Сравнение сигналов без коррекции нуля и с коррекцией нуля

Режим работы	Сигнал	$\max(d_{\min})A$	$\max(d_{\min})B$	$\min(d[B-A])$	$\frac{\min(d[B-A])}{\max(d_{\min})A}$	$\frac{\min(d[B-A])}{\max(d_{\min})B}$
А: ТВС-ЗВ-2-10 Б: ТВС-ЗВ-2-100	Без коррекции нуля	1,32	1,55	7,4	5,6	4,7
	С коррекцией нуля	3,5	1,46	4,9	1,4	3,35
А: ТВС-ЗВ-1-10 Б: ТВС-ЗВ-2-10	Без коррекции нуля	1,99	2,96	0,21	0,1	0,07
	С коррекцией нуля	1,5	2,12	0,44	0,29	0,21

Таким образом, для более качественного разделения различных режимов работы МП в пространстве признаков, а, следовательно, и улучшения контроля технического состояния её механизмов необходимо использовать сигналы с неотфильтрованным шумом в измерительных каналах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Никифоров, В.Н.* Контроль технического состояния рабочей штанги перегрузочной машины для ВВЭР-1000/ В.Н. Никифоров, О.Ю. Пугачева, А.В. Паламарчук, Ю.Н. Елзов, Л.А. Первушин // Теплоэнергетика. – 2003. – № 5. – С. 33-34.
2. *Лапкис, А.А.* Виброакустическая паспортизация режимов работы машин перегрузочных энергоблоков ВВЭР / А. А. Лапкис, В. Н. Никифоров, Л. А. Первушин//Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – № 2 (27). – С. 82-90.
3. *Абидова, Е.А.* Инструменты кластерного анализа для построения системы диагностики электроприводного оборудования/ Е.А. Абидова, В.В. Бойко, А.А. Лапкис // Автоматизация в промышленности. – 2020. – С. 37 – 42.

### Selection of the Vibration Treatment Method of the VVER-1000 Power Unit Refueling Machine Mechanisms

**E.V. Kostenko**

*Volgodonsk Institute of Engineering and Technology-Branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",  
Volgodonsk, Rostov Region, Russia  
e-mail: kostenko.00@bk.ru*

**Abstract** – The work is devoted to setting up the software of the vibroacoustic control system of the Rostov NPP Unit 1 refueling machine. Using the analysis of vibration signals with the use of cluster analysis tools, the variants of processing the initial vibration signal and the signal with zero correction are

considered. The most suitable method for registering the vibration of the mechanisms of the VVER-1000 reloading power unit machine is determined.

*Keywords:* Nuclear power plant, nuclear fuel, fuel overload, reloading machine, gripping, vibration, vibration diagnostics.

УДК 621.384

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЕТЕКТОРА LYNX ДЛЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ДОЗИМЕТРИИ ПРОТОННОГО ПУЧКА

**Бандуров П.Г., Кузнецова Е.В., Колесников А.Н.**

*Дмитровградский инженерно-технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Дмитровград, Ульяновская обл., Россия*

Приведены результаты исследования возможностей детектора LYNX для относительной дозиметрии и измерений размеров протонного пучка, а также глубинных дозовых распределений с целью определения возможности использования данного детектора для ввода в эксплуатацию протонного комплекса и ежедневных проверок параметров пучка.

*Ключевые слова:* протонная лучевая терапия, относительная дозиметрия, детектор LYNX, пик Брегга, погрешность положения.

Исследованы характеристики коммерческого сцинтилляционного детектора Lynx (IBA Dosimetry) для измерения характеристик протонного пучка циклотрона Федерального высокотехнологического центра медицинской радиологии (ФВЦМР) в г. Дмитровграде [1]. Lynx – это двумерная система высокого разрешения для относительной дозиметрии заряженных частиц. Она состоит из сцинтилляционного экрана, содержащего гадолиний (толщиной 0,4 мм), соединенного с ПЗС-матрицей (прибор с зарядовой связью), в компактном светонепроницаемом корпусе [2].

Для дозиметрической характеристики детектора Lynx были подготовлены различные карты облучений, которые содержали в себе 25 точек на расстоянии 60 мм друг относительно друга. Проведено облучение протонами с энергиями 100, 175 и 220 МэВ с током пучка от 80 до 120 мА с шагом 10 мА. Характеристика Lynx для точечного облучения определялась при доставке  $10^9$  частиц (протонов): карандашный пучок доставляли в двадцать пять положений для проверки точности детектирования точек, как в изоцентре, так и по всему полю сканирования. Кривые Брегга снимались для того, чтобы оценить возможность измерения глубинно-дозовых распределений и сравнения полученных результатов с данными, полученными на фантоме Stingray (IBA Dosimetry, Бельгия) в водном фантоме BluePhantom, используемых в качестве эталона.

Показано, что сцинтилляционный сигнал линейно усиливается с ростом количества частиц, выраженных в мониторных единицах (МЕ), для каждой выбранной настройки диафрагмы. Не наблюдалось явных геометрических искажений изображения: измеренные относительные расстояния между соседними пятнами составляли  $(60 \pm 0,5)$  мм, что является внутренней неопределенностью детектора Lynx. Максимальные ошибки положения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Максимальные ошибки положения пятна на детекторе в зависимости от открытия диафрагмы детектора

Ошибка позиции	Диафрагма 20	Диафрагма 50	Диафрагма 70	Диафрагма 100
X, мм	0,27	0,22	0,25	0,29
Y, мм	0,29	0,27	0,29	0,44

Для энергии 100 МэВ данные, полученные с помощью детектора Lynx, хорошо согласуются с эталонными измерениями (рис.1). Отношение пика к плато зависимости для детектора Lynx на 34% ниже значений эталонной кривой. Однако для более высоких энергий кривая, полученная с помощью детектора, меняет свою форму: пик Брэгга становится менее интенсивным, сохраняя при этом положение максимума в глубине воды, а плато смещено вверх.

Для возможности сравнение кривых, были измерены расстояния между 50-50% и 90-90% уровнем сигнала, а также, отношение пика к плато. Рядом с положением пика Брэгга уровень сигнала для Lynx ниже, чем у Stingray. Отношение пика к плато на 33% ниже эталонного.

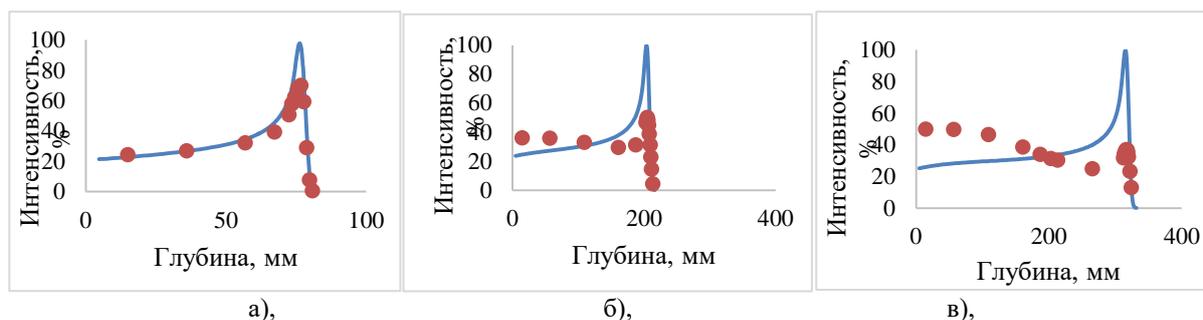


Рисунок 1 – Сравнение кривых зависимости дозы от глубины, измеренных с помощью Lynx (●) и Stingray (—) для протонов энергии: а – 100 МэВ; б – 125 МэВ; в – 225 МэВ

Как и следовало ожидать, сцинтилляционный детектор имеет недостаточный отклик в области высоких энергий. Данный эффект усиливался с ростом энергии протонов.

Результаты исследования показали, что сцинтиллятор Lynx подходит для относительной 2D-дозиметрии тонких протонных пучков, требуя при этом меньших затрат времени. Что касается измерения характеристик пика Брэгга, то относительно эталонного фантома BluePhantom с ионизационной камерой Stingray детектор Lynx оказался непригодным для 3D-дозиметрии для энергий выше 100 МэВ как более трудоемкий и не обеспечивающий достаточную точность измерений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забелин, М.В., Климанов, В.А., Галяутдинова, Ж.Ж., Самойлов, А.С., Лебедев, А.О., Шелухина, Е.В. Протонная лучевая терапия: возможность клинического применения и перспективы исследования // Исследования и практика в медицине. – 2018. – № 5(1). – С. 82-95.
2. Lin L, Ainsley CG, Mertens T, De Wilde O, Talla P, McDonough J. A novel technique for measuring the low-dose envelope of pencil-beam scanning spot profiles // Phys. Med. Biol. – 2013. – № 58(12). – P. 171-180.

### Application of Lynx Detector for Relative Dosimetry of Proton Beam

P.G. Bandurov, E.V. Kuznetsova, A.N. Kolesnikov

*Dimitrovgrad engineering and technological Institute -branch of the National Research Nuclear University (Moscow Engineering Physics Institute), Dimitrovgrad, Russia*

**Abstract** – in the article the results of a study of the capability of LYNX detector for relative dosimetry and measurement of the parameters of the proton beam and depth dose distribution. The possibility of using the detector for commissioning and for daily quality assurance.

**Keywords:** proton therapy, relative dosimetry, LYNX detector, Bragg peak, position error.

## ЧАСТОТНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ РЕЛЕ

Иванов М.М.

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

В работе показана возможность управления преобразователями частоты, применяемых для регулирования скорости вращения асинхронных электродвигателей (АД), с помощью широко применяемых на практике программируемых логических реле типа ONI, LOGO, OVEN и др. Предложена схема управления с использованием реле ONI типа PLR-S CPU1206. Для него разработана программа управления для преобразователя частоты типа Oni A400 в среде программирования FBD. Программа предусматривает несколько ступеней регулирования скорости вращения АД, реверс, динамическое торможение заданной длительности и увеличение скорости вращения до требуемой ступени за необходимый промежуток времени. Управление реле осуществляется с помощью обычного кнопочного поста, широко применяемого на практике.

*Ключевые слова:* частотное регулирование; программирование; преобразователи частоты; скорость вращения асинхронных электродвигателей.

Асинхронные электродвигатели широко применяются в промышленности. АД небольшой мощности используются для автоматизации процессов, а средней и большой мощности – для станков, прокатных станов, подъёмно-транспортных механизмов.

Для систем вентиляции, лифтов, подъёмных кранов, компрессорных установок и промышленных станков важным является регулирование скорости вращения электропривода с АД. Наиболее эффективным является регулирование с помощью преобразователей частоты (ПЧ).

Скорость вращения асинхронного двигателя зависит от его конструктивных особенностей (числа пар полюсов статора) и пропорциональна частоте напряжения, приложенного к статору [1]. Зависимость скорости вращения двигателя от частоты представлена в формуле (1). Изменяя частоту напряжения на выходе преобразователя можно регулировать частоту вращения в диапазоне от нескольких десятков оборотов в минуту до нескольких тысяч.

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} (1 - s), \quad (1)$$

где  $n$  – количество оборотов в минуту;

$f$  – частота напряжения на выходе преобразователя;

$s$  – скольжение ротора.

Большинство современных ПЧ построено по схеме двойного преобразования. Они состоят из неуправляемого выпрямителя со сглаживающим фильтром, силового импульсного инвертора и системы управления. Структурная схема ПЧ представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Структурная схема преобразователя частоты

Система управления позволяет задавать: частоту напряжения; способ и время торможения АД после отключения напряжения питания; время разгона; уровень напряжения на выходе ПЧ.

Для управления ПЧ типа Oni A400, была разработана схема с использованием программируемого реле типа PLR-S CPU1206. Она представлена на рисунке 2.

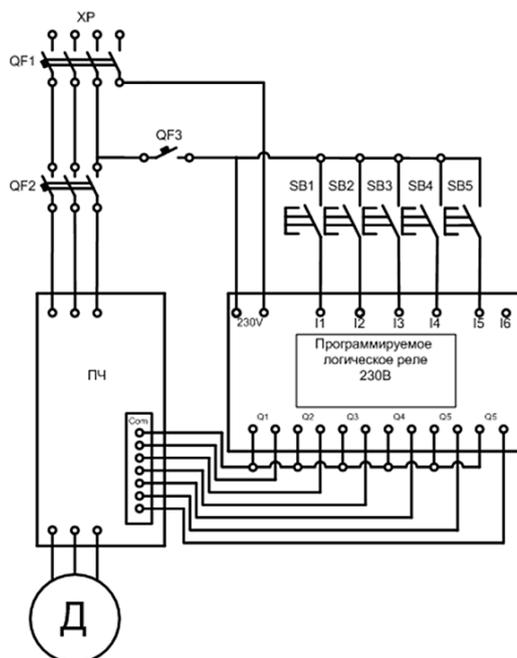


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема управления преобразователем частоты с использованием программируемого реле

Для программируемого реле разработана программа в среде FBD, которая предусматривает совместно с ПЧ Oni A400 три ступени регулирования скорости вращения АД. Кроме этого имеется возможность динамического торможения заданной длительности с подключением источника постоянного напряжения к обмоткам статора и разгона двигателя до выбранной частоты в течение программируемого времени. Предусмотрена возможность работы АД в реверсном режиме.

Управление реле осуществляется с помощью обычного кнопочного поста, широко применяемого на практике. Кнопка SB1 (рисунок 1) включает АД с первой скоростью. Нажатие SB2 переводит скорость вращения АД на вторую, большую, скорость. Нажатие кнопки SB3 увеличивает скорость вращения АД до предельного значения. Кнопка SB4 предназначена для остановки двигателя, а SB5 – для реверсного режима [2].

Разработанная схема была проверена и подтвердила свою работоспособность. Её целесообразно использовать для учебного процесса в качестве стенда для практических занятий по частотному регулированию электропривода на базе асинхронных двигателей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ElectricalSchool.info – большой образовательный проект на тему электричества и его использования [Электронный ресурс]. – URL: <http://electricalschool.info/elprivod/1740-chastotnoe-regulirovanie-asinkhronnogo.html>.
2. Официальный сайт компании Oni [Электронный ресурс]. – URL: [https://oni-system.com/produksiya/catalog/oborudovanie\\_promyshlennoy\\_avtomatizatsii](https://oni-system.com/produksiya/catalog/oborudovanie_promyshlennoy_avtomatizatsii).

### Frequency Control of Asynchronous Motors Using Programmable Logic Relays

M.M. Ivanov

**Abstract** – The paper shows the possibility of controlling frequency converters used to regulate the speed of rotation of asynchronous electric motors, using widely used in practice programmable logic relays such as ONI, LOGO, ARIES, etc. A control scheme using an ONI relay of the PLR-S CPU1206 type is proposed. A control program for the Oni A400 type frequency converter in the FBD programming environment has been developed for it. The program provides for several stages of regulating the speed of rotation of the electric motor, reverse, dynamic braking of a given duration and increasing the speed of rotation to the required stage in the required period of time. The relay is controlled by a conventional push-button post, which is widely used in practice.

*Keywords:* frequency control; programming; frequency converters; speed of rotation of asynchronous electric motors.

УДК 621.039

## **СОДЕРЖАНИЕ РАДИОНУКЛИДОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ВОДОЕМОВ В РАЙОНЕ АЭС**

**Епифанова А.Д., Попова А.Р.**

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

На сегодняшний день актуален вопрос об анализе влияния на гидросферу предприятий атомной отрасли. В данной работе было изучено содержание радионуклидов в донных отложениях водоемов в районе размещения АЭС. Накопительный эффект долгоживущих изотопов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  в водоемах не выявлен.

*Ключевые слова:* радионуклиды, донные отложения, измерения, накопление, удельная активность, АЭС.

В современном мире наблюдается тенденция замены традиционных источников топлива на ядерное, которое обладает большим энергетическим потенциалом. С самого начала существования атомной энергетики совершенствуются способы измерения выбросов радионуклидов в атмосферу и сбросов их в гидросферу, а также оценки доз, получаемых населением [1]. Поступление радиоактивных изотопов от АЭС в окружающую среду и их последующее распределение/перераспределение в различных средах в совокупности определяют уровень радиационной безопасности населения. Известно, что радионуклиды, поступающие в объекты гидросферы, могут накапливаться в донных отложениях и оказывать длительное влияние на радиационные характеристики водоема.

В рамках государственного радиационного мониторинга оценивается присутствие радиоактивных нуклидов в водоемах, расположенных вблизи АЭС. В работе проводилось исследование динамики содержания радионуклидов, в частности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$ , в донных отложениях, при этом использовались данные ежегодных отчетов как самих атомных станций, так и НПО «Тайфун», которое занимается наблюдением за радиационной обстановкой на территории России.

Работа выполнялась на примере Белоярской, Билибинской и Смоленской АЭС, на которых уже длительное время эксплуатируются реакторы разных типов [2, 3]. Для выяснения наличия факта накопления радионуклидов в донных отложениях, рассматривался временной промежуток с 2008 года по 2019 год. По данным отчетов удельная активность

$^{137}\text{Cs}$  и  $^{60}\text{Co}$  за весь рассмотренный промежуток времени не превышала установленных пределов. Для определения динамики рассматриваемых параметров строились диаграммы удельной активности, на которых практически не наблюдалось изменения содержания анализируемых радионуклидов в донных отложениях водоемов (рис. 1, 2). Более подробно была рассмотрена Ростовская АЭС, первый энергоблок которой был запущен в 2001 г.

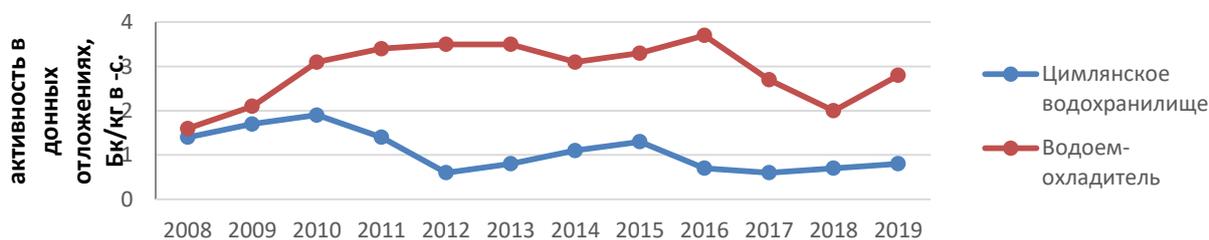


Рисунок 1 – Динамика содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях водоема-охладителя Ростовской АЭС и Цимлянского водохранилища

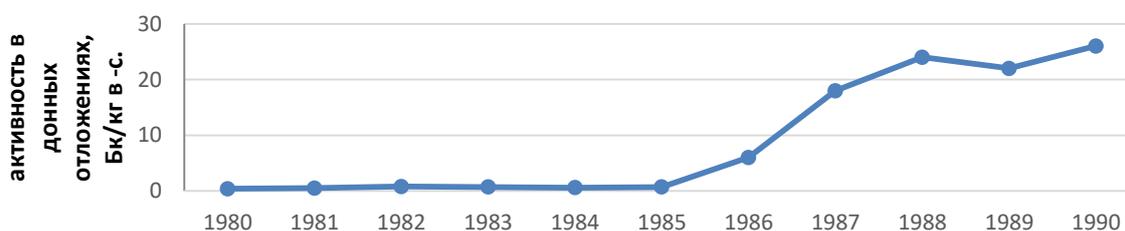


Рисунок 2 – Динамика содержания  $^{137}\text{Cs}$  в донных отложениях до пуска Ростовской АЭС

Данные за период с 2008 по 2019 гг. сравнивались со значениями удельной активности радионуклидов нулевого фона, т.е. до пуска атомной станции. Видно, что сегодняшние значения для  $^{137}\text{Cs}$  соответствуют нормативным и лишь не многим превышают удельную активность, которая была до 1986 г. на территории Ростовской АЭС. Кроме того, они значительно упали по сравнению с периодом с 1986 по 1990 гг. (примерно в 7-8 раз). После 1990 года содержание цезия-137 в донных отложениях снижалось. На сегодняшний день оно достигло минимальных значений, что говорит об отсутствии накопительного эффекта в период эксплуатации Ростовской АЭС.

#### 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/](https://www.rosenergoatom.ru/safety_environment/vozdeystvie-na-okruzhayushchuyu-sredu/ekologicheskie-otchety-ao-kontsern-rosenergoatom/) (дата обращения: 25.03.2021).

### The Content of Radionuclides in the Bottom Sediments of Reservoirs in the Area of Nuclear Power Plants

A.D. Epifanova<sup>1</sup>, A.R. Popova<sup>2</sup>

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Volgodonsk, Rostov region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: epifanova5525@gmail.com  
<sup>2</sup>e-mail: asunauki13@yandex.ru*

**Abstract** – Today, the issue of analyzing the impact of nuclear industry enterprises on the hydrosphere is relevant. In this work, the content of radionuclides in the bottom sediments of reservoirs in the area of the NPP was studied. The cumulative effect of long-lived isotopes  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{60}\text{Co}$  in water bodies was not revealed.

**Keywords:** radionuclides, bottom sediments, measurements, accumulation, specific activity, NPP.

# РЕКОНСТРУКЦИЯ ПОДСТАНЦИИ С ЗАМЕНОЙ ОСНОВНОГО СИЛОВОГО И КОММУТАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Соловьева А.М., Баран С.А.

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

Подстанция Б-12 110/35/6 кВ входит в состав северо-восточных энергосетей и расположена в Тацинском районе в поселке Углергорском. Оборудование, установленное на ПС, смонтировано в 1980-х гг, таким образом, является устаревшим и не отвечает требованиям надежности, целесообразно произвести реконструкцию ПС с выбором нового современного основного коммутационного и силового оборудования.

**Ключевые слова:** электроэнергетика, подстанция, реконструкция, замена оборудования, энергосети.

Основной задачей СВЭС является электроснабжение коммунально-бытовых, сельскохозяйственных и промышленных потребителей.

В состав Северо-Восточных электрических сетей входят следующие энергорайоны: Тарасовский, Донецкий, Каменск-Шахтинский, Белокалитвенский, Тацинский, Морозовский, Милютинский, Обливский и Советский (рис. 1).

Подстанции построены около 30-40 лет назад (например, Тацинский энергорайон), наблюдается общая тенденция превышения срока эксплуатации и физического износа оборудования. На сегодняшний момент проблема не решена и остро стоит перед предприятиями, обслуживающими электротехнические объекты.

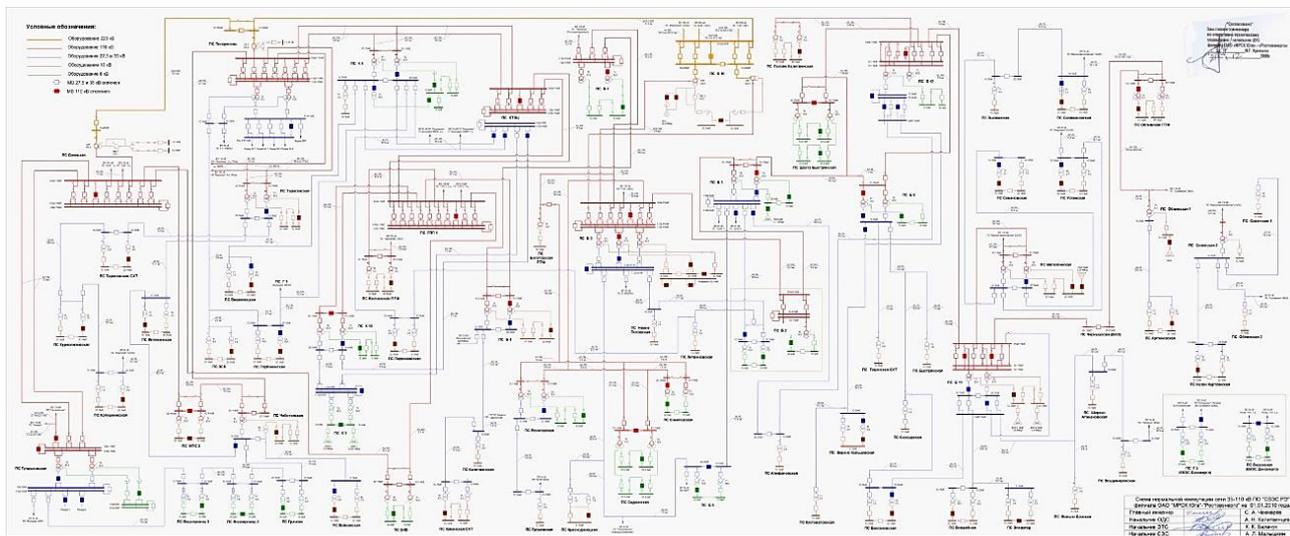


Рисунок 1 – Схема северо-восточных сетей

В настоящее время на подстанции «Б-12» установлено два трансформатора типа ТДТН-25000 кВА, один из которых является резервным и будет использован при увеличении мощностей. Введены в эксплуатацию в 1986 году.

Силовые трансформаторы находятся в неудовлетворительном состоянии, а также учитывая длительный срок эксплуатации, их ремонт не целесообразен, таким образом, было принято решение о замене данных трансформаторов.

Кроме этого, на распределительных устройствах 110/35/6 кВ установлены масляные выключатели, которые требуют постоянного обслуживания, а также являются

пожароопасными. Эти недостатки можно ликвидировать, если заменить масляные выключатели выключателями другого типа.

Целью работы является реконструкция ПС Б-12. Это позволит гарантировать потребителям наличие бесперебойного и надежного электроснабжения, а также снизит вероятность возникновения аварийных режимов и ситуаций длительного отсутствия питания.

Исходя из всего вышеперечисленного, в данной работе запланирована замена силовых трансформаторов, масляных выключателей 110/35/6 кВ элегазовыми и вакуумными.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неклепаев, Б.Н., Крючков, И.П. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования. – Москва : Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
2. Рожкова Л.Д., Козулин В.С. Электрооборудование станций и подстанций. – Москва : Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
3. Правила устройства электроустановок. Министерство энергетики РФ. – Москва : Госэнергонадзор, 2018. – 522 с.

### **Reconstruction of the Substation with Replacement of the Main Power and Switching Equipment**

**A.M. Solovyova<sup>1</sup>, S.A. Baran<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: solovyova00@inbox.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: SABaran@mephi.ru*

**Abstract** – Substation B-12 110/35/6 kV is part of the North-eastern power grids and is located in the Tatsinsky district in the village of Uglegorsky. The equipment installed on the PS was installed in the 1960s and 1970s, so it is outdated and does not meet the reliability requirements, it is advisable to reconstruct the PS with the choice of new modern main switching and power equipment.

*Keywords:* electric power industry, substation, reconstruction, equipment replacement, power grids.

УДК 621.039

### **РАСЧЁТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ С ПОМОЩЬЮ КОМПЬЮТЕРНОГО КОДА CYCLE**

**Пахалин А.Д.\* , Мосеев А.Л.\*\***

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

*\*\* АО «ГНЦ РФ – ФЭИ», г. Обнинск, Калужская обл., Россия*

В работе смоделированы 3 сценария развития ядерной энергетики с помощью кода CYCLE. В сценарии «А» моделировался открытый ядерный топливный цикл с использованием тепловых реакторов ВВЭР-1200/ТОИ (УОКС). В сценариях «В1» и «В2» рассматривалось замыкание цикла по плутонию при частичном замещении ВВЭР быстрыми реакторами БН-1200 (МОКС).

*Ключевые слова:* открытый ядерный топливный цикл, замкнутый ядерный топливный цикл, быстрые реакторы БН, тепловые реакторы, двухкомпонентная ядерно-энергетическая система, МОКС-топливо, баланс плутония.

В настоящее время в России эксплуатируется 37 энергоблоков суммарной установленной мощностью 29,4 ГВт. При работе в открытом ядерном топливном цикле (ОЯТЦ) существующие тепловые ядерные реакторы на десятилетия обеспечены достаточным количеством природного урана [1], но при его неэффективном использовании ядерная энергетика неизбежно столкнется с нехваткой топливных ресурсов. В хранилищах происходит непрерывное накопление большого количества отработавшего ядерного топлива (ОЯТ), идущего в отходы. Одним из вариантов решения вышеизложенных проблем является создание двухкомпонентной ядерной энергетической системы (ЯЭС) с замкнутым ядерным топливным циклом (ЗЯТЦ) [2]. Данная система будет включать АЭС с реакторами на быстрых и тепловых нейтронах, расширенное воспроизводство ядерного топлива, замыкание ЯТЦ с многократным рециклом топлива и переработкой ОЯТ.

В данной работе продемонстрировано расчетное моделирование ядерных энергетических систем (ЯЭС) с помощью программного комплекса CYCLE [3], длительное время используемого в АО «ГНЦ РФ-ФЭИ» для системного анализа ЯЭС. Для демонстрации преимуществ ЗЯТЦ в настоящей работе в качестве объекта исследований были выбраны три модельных сценария стационарного развития ядерной энергетике: референтный, с использованием современных тепловых реакторов ВВЭР-1200/ТОИ (УОКС) работающих в открытом ЯТЦ, а также 2 сценария с вводом в ЯЭС реакторов замещения БН-1200 (МОХ), замыкающих цикл по плутонию. Одной из целей сценариев было моделирование поддержания стационарной энергетике на уровне 30 ГВт до конца рассматриваемого интервала времени.

В сценарии «А» на начальном этапе в течение 13 лет вводятся 25 тепловых реакторов ВВЭР-1200/ТОИ (УОКС). После окончания проектного срока службы реактора в 60 лет, реакторы ВВЭР замещаются аналогичными тепловыми реакторами. Данный сценарий не предусматривает переработку отработавшего ядерного топлива (ОЯТ).

Сценарий «В1» представляет собой ядерный топливный цикл, замкнутый по плутонию, с использованием быстрых реакторов БН-1200 на МОХ-топливе. На начальном этапе в течение 13 лет также вводятся 25 тепловых реакторов ВВЭР-1200/ТОИ. После окончания проектного срока службы тепловых реакторов, на этапе замещения вводятся 21 быстрый реактор и 4 тепловых, сроком службы также 60 лет. Время хранения топлива в бассейнах выдержки ВВЭР и БН составляет 5 лет, 1 год – выдержка свежего топлива БН. Данный сценарий предусматривает переработку ОЯТ тепловых и быстрых реакторов исходя из потребности в плутонии.

Сценарий «В2» представляет собой вариацию сценария «В1» с использованием 25 реакторов ВВЭР-1200/ТОИ на начальном этапе, а также 23 реакторов БН-1200 и 2-х ВВЭР на этапе замещения. В этом сценарии предусмотрена переработка как ОЯТ тепловых, так и ОЯТ быстрых реакторов. Время хранения топлива в бассейне выдержки БН составляет 3 года, 1 год – выдержка свежего топлива БН.

В работе на основе рассмотренных сценариев развития систем ядерной энергетике с учётом их структурной организации приведены количественные оценки и анализ потребления природного урана и накопления ОЯТ в модельной ядерной энергетике на интервале 100 лет и дано описание подходов к его утилизации. Рассмотрены альтернативные сценарии развития ядерной энергетике. Представлены численные результаты сравнения. Показано, что переход на двухкомпонентную ЯЭС на довольно ограниченном интервале 100 лет позволяет создать стационарную ЯЭС с минимизацией накопления ОЯТ к 100 году от 55000 тонн до 2014 тонн, значительным сокращением потребления природного урана от 450000 тыс. тонн до 290000 тыс. тонн, работы разделения от 5200 тонн ЕРР/год до 400 тонн ЕРР/год и без накопления выделенного плутония сверх принятого оперативного запаса. Динамика установленных мощностей работающих реакторов в сценариях представлена на рисунке 1.

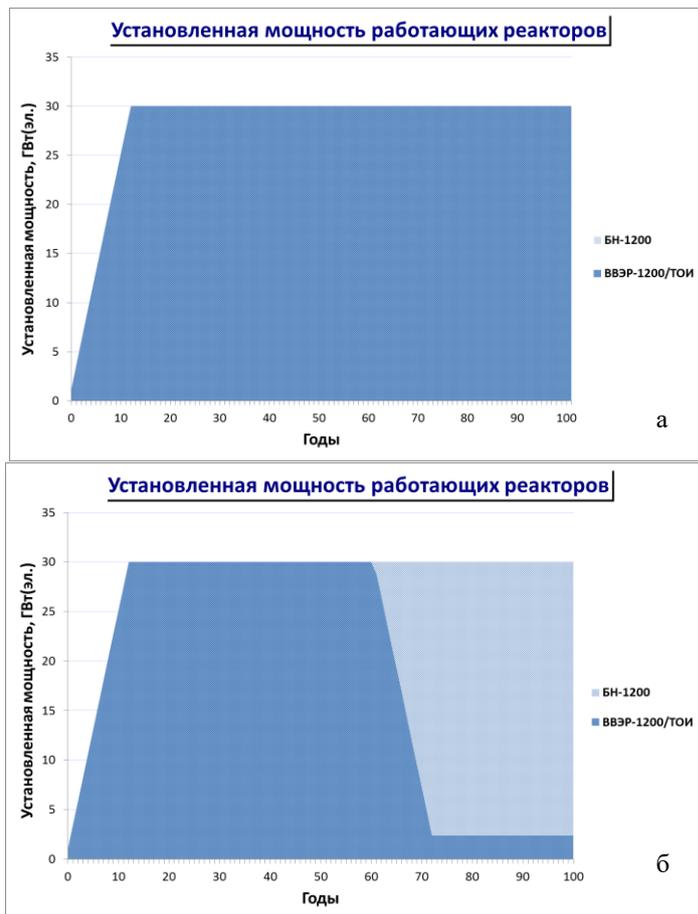


Рисунок 1 – Установленная мощность работающих реакторов: а – сценарий “А”, б – сценарий “В2”

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная Книга МАГАТЭ 2014 г. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.oecd-nea.org/ndd/pubs/2014/7209-uranium-2014.pdf>
2. Пономарев-Степной, Н.Н., Алексеев, П.Н., Алексеев, С.В., Асмолов, В.Г. и др. Двухкомпонентная ядерная энергетическая система с тепловыми и быстрыми реакторами в замкнутом ядерном топливном цикле. – Москва : Техносфера, 2016. – 160 с.
3. Калашиников, А.Г., Мосеев, А.Л., Декусар, В.М., Коробейников, В.В., Мосеев, П.А. Развитие программного комплекса CYCLE для системного анализа ядерного топливного цикла / Известия ВУЗов. Ядерная энергетика. – 2016. – №1. – С. 91-99.

### Calculated Simulation of Two-Component Nuclear Power Engineering Using the Cycle Computer Code

A.D. Pakhalin<sup>\*1</sup>, A.L. Moseev<sup>\*\*2</sup>

<sup>\*</sup>Obninsk Institute of Atomic Energy - a branch of the National Research Nuclear University "MEPhI", Obninsk, Kaluga region, Russia

<sup>\*\*</sup>IPPE JSC, Obninsk, Kaluga region, Russia

<sup>1</sup>e-mail: pakhalinad@oiate.ru

<sup>2</sup>e-mail: amoseev@ippe.ru

**Abstract** – The work simulates 3 scenarios for the development of nuclear power using code CYCLE. Scenario "A" simulated an open nuclear fuel cycle using thermal reactors VVER-1200/TOI (UOX). In scenarios "B1" and "B2", the closed fuel cycle was considered with partial replacement of VVER by fast reactors BN-1200 (MOX).

**Keywords:** open nuclear fuel cycle, closed nuclear fuel cycle, SNF, fast BN reactors, thermal reactors, two-component nuclear power system, MOX fuel, plutonium balance.

## АНАЛИЗ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА ВВЭР-1000 ВО ВРЕМЯ ПЕРЕГРУЗКИ ТОПЛИВА

Безматъева А.Н., Лапкис А.А.

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

Деформация ТВС в активной зоне реактора может привести к усложнению технологических операций в процессе перегрузки кассет. Контроль геометрических размеров ТВС в настоящее время может производиться только после извлечения из активной зоны в рамках послереакторного исследования на специальных стендах. В работе рассматривается возможность анализа деформированного состояния комплекта кассет ВВЭР-1000 с помощью системы управления машины перегрузочной. На основании данных, полученных при перегрузке топлива на действующей АЭС построено типовое распределение сил трения по высоте активной зоны реактора ВВЭР-1000 при перемещении кассет различного срока облучения и поглощающих стержней.

*Ключевые слова:* ВВЭР, перегрузка топлива, машина перегрузочная, весоизмерительное устройство, затирание, распухание.

Деформации ядерного топлива при облучении в реакторе оказывают существенное влияние на безопасность эксплуатации и длительность перегрузки ядерных реакторов. Даже минимальные изменения геометрии тепловыделяющей сборки (ТВС) могут привести к ее затиранию в активной зоне (АЗ) в ходе перегрузочных операций [1]. В процессе эксплуатации в активной зоне возникают изгибы кассет сложной пространственной формы. Внутрореакторный контроль геометрических размеров, осевых сдвигов и других деформаций ТВС на данном этапе невозможен [2]. Однако, во время перестановок ТВС в рамках планово-предупредительных ремонтов (ППР) на станции осуществляется контроль весовой нагрузки на рабочую штангу машины перегрузочной (МП). Частичная потеря веса при установке в АЗ и ее рост во время извлечения могут свидетельствовать о появлении дополнительных сил трения, возникающих из-за изменения конфигурации активной зоны.

В данной работе рассмотрена возможность косвенной оценки деформированного состояния ТВС и активной зоны по сигналам весоизмерительного устройства МП энергоблока ВВЭР-1000. Такая оценка может быть полезной для определения и корректировки более точных границ веса при нормальном извлечении ядерного топлива из активной зоны перегрузочной машиной [3].

Для анализа были выбраны данные, зафиксированные СУМП во время планово-предупредительных ремонтов на действующей атомной станции с реакторами ВВЭР-1000. На рисунках 1 и 2 для примера показаны графики зависимости весовой нагрузки на ЗРШ от его положения:

- для свежих ТВС, устанавливаемых в реактор – рисунок 1;
- для ТВС, облучённых в течение трёх кампаний и выгружаемых из реактора – рисунок 2.

На рисунках 1 и 2 номер линии соответствует номеру технологической операции по рабочему графику атомной станции.

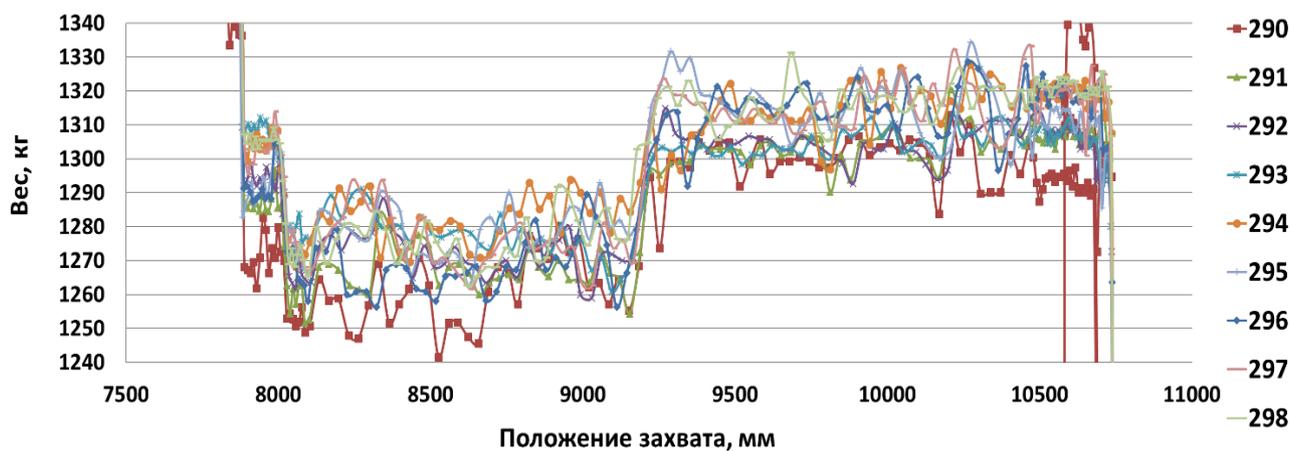


Рисунок 1 – График зависимости весовой нагрузки на ЗРШ от его положения для свежих ТВС при установке в реактор

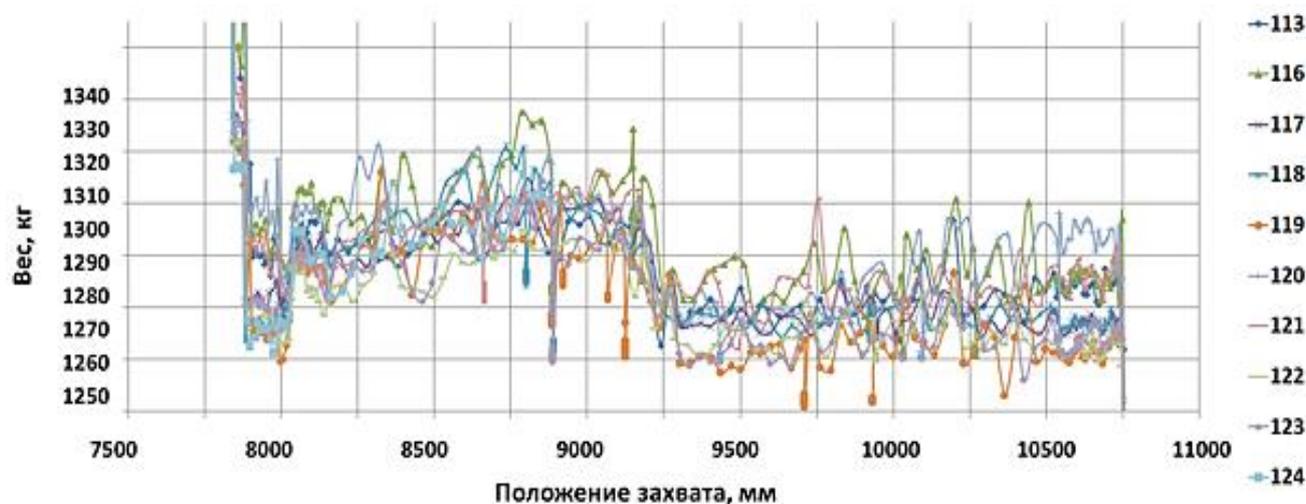


Рисунок 2 – График зависимости весовой нагрузки на ЗРШ от его положения для ТВС, облучённых в течение трёх кампаний при выгрузке из реактора

На графиках значение высотной отметки 10780-10790 соответствует посадке захвата на ТВС, полностью установленную в опорную конструкцию АЗ. Скачкообразное изменение веса на отметке 7750 мм соответствует подхвату или посадке средней секции.

Сопоставление профилей силы трения по АЗ со скоростью передвижения захвата показало, что связи между этими величинами нет. Следовательно, трение в комплекте кассет определяется исключительно внешними силами, действующими на ТВС. Величина сил трения, препятствующая установке и извлечению кассет в АЗ, равна 60-100 кгс.

Сила трения принимает наибольшие значения в момент отрыва хвостовика ТВС и прохождении первых 50 мм при извлечении. Значения прироста сил трения с увеличением величины выгорания топлива растут. На всех графиках обозначились два уровня положения ЗРШ, на которых прирост силы трения наибольший – положение захвата на уровне 10760 мм и 10780 мм, что соответствует началу движения ТВС и отрыву хвостовика ТВС от опорного стакана.

Было отмечено, что сила трения принимает наибольшие значения в момент отрыва хвостовика ТВС и прохождении первых 50 мм при извлечении. Распределение величины среднего прироста веса по высоте АЗ на начальном этапе подъёма ТВС с разным временем облучения в активной зоне показано на рисунке 3.



Рисунок 3 – Прирост сил трения при выгорании топлива в течение двух кампаний

Из графика видно, что кассета, облучённая в течение трёх топливных кампаний, в среднем отрывается от точки закрепления в АЗ и проходит первые 50 мм при извлечении на 60 кг тяжелее, чем после одной топливной кампании.

Выполненный анализ позволил подтвердить предположение о связи параметров веса кассеты при перемещении ТВС в реакторе с деформацией элементов АЗ реактора ВВЭР-1000. Полученные данные свидетельствуют об определённых формах деформации комплекта кассет АЗ реактора ВВЭР-1000. Сигналы весоизмерительного устройства СУ МП возможно использовать как инструмент для получения предварительных сведений о деформированной форме ТВС в АЗ до проведения послереакторных исследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марков, Д.В., Поленок, В.С., Павлов, С.В., Смирнов, А.В. Исследования по проблеме, связанной с изгибом ТВС ВВЭР-1000 при эксплуатации. Сборник докладов V Межотраслевой конференции по реакторному материаловедению, Дмитровград, 1998, т.1, с.47-59.
2. Федосовский, М.Е. Безопасность перегрузки ядерного топлива на энергоблоках с водо-водяным энергетическим реактором. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Санкт-Петербургский политехнический университет. Санкт-Петербург, 2009.
3. Лапкис, А.А., Никифоров, В.Н., Первушин, Л.А. Виброакустическая паспортизация режимов работы машин перегрузочных энергоблоков ВВЭР / Глобальная ядерная безопасность. – 2018. – № 2 (27). – С. 82-90.

### Analysis of the Deformed State of the Elements of the VVER-1000 Reactor Core During Fuel Overload

A.N. Bezmateva<sup>1</sup>, A.A. Lapkis<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>*e-mail: alanbezm@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: aalapkis@mephi.ru*

**Abstract** – Deformation of fuel assemblies in the reactor core can lead to complication of technological operations in the process of reloading the cassettes. The control of the geometric dimensions of the fuel assemblies can currently be carried out only after removal from the core as part of a post-reactor study on special stands. The paper considers the possibility of analyzing the deformed state of a set of VVER-1000 cassettes using the control system of the reloading machine. Based on the data obtained during fuel reloading at an operating NPP, a typical distribution of friction forces over the height of the VVER-1000 reactor core during the movement of cassettes of different irradiation periods and absorbing rods is constructed.

**Keywords:** VVER, nuclear fuel, refueling, refueling machine, weight measuring, fuel assembly deformation.

---

---

**СЕКЦИЯ**  
**МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРИКЛАДНАЯ МЕХАНИКА**

---

---

УДК 621.791.011

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОДНОСТОРОННЕЙ СВАРКИ  
ШВОВ КОРПУСА ПАРОГЕНЕРАТОРА**

**Жидкова Р.Е., Чернов А.В.**

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

В современном атомном машиностроении внедрение передовых технологий, оборудования и сварочных материалов направлена в первую очередь на повышение конкурентоспособности отечественного оборудования в мире, а также для повышения безопасности и надежности новых блоков для АЭС. События на АЭС «Фокусима» показали необходимость совершенствования текущих процессов изготовления оборудования, повышения его надежности и снижения влияния такого фактора, как человеческая ошибка. Одним из таких процессов является технология односторонней сварки швов № 110 приварки днищ к корпусам парогенератора.

*Ключевые слова:* АЭС, ПГВ-1000, свариваемость, керамическая подкладка, сварка, качество, производительность, безопасность.

В настоящее время, технологические изменения в различных отраслях промышленности направлены на повышение качества сварного шва, в том числе и при односторонней дуговой сварке [1]. Это относится к проблемам формирования обратного валика при дуговой сварке плавящимся электродом с использованием принудительного формирования как процесса сварки, наиболее часто применяемого при сварке стыковых соединений металлоконструкций, а также безопасности работы персонала и повышения производительности труда. Переработка технологии сварки кольцевых швов приварки днищ к корпусам парогенератора (далее ПГВ) актуальная научно-прикладная задача, связанная с разработкой передовых технологий, оборудования, сварочных материалов и применяется в различных отраслях промышленности, направлена на повышение качества сварных швов.

Научная новизна и практическая значимость этой работы обусловлена, технологическими проблемами сварки. Немаловажно рассматривать данные проблемы, как комплекс мер, направленных на повышения культуры безопасности и ответственности персонала.

Проведённые до текущего момента исследования не привели к окончательному решению по выбору технологии, ввиду сложности процессов, происходящих в сварочной ванне. Таким образом, развитие теоретических представлений о применимости керамических подкладок для формирования корневой части шва, механизме перемещения пограничных слоев металла сварочной ванны с пограничными слоями шлака и твердыми поверхностями формирующих устройств, изучение физико-химических свойств металлошлаковых слоев в условиях ограниченного взаимодействия по температуре и времени, является актуальной задачей [2].

Для решения этой задачи были проанализированы практические аспекты текущей технологии двусторонней сварки и нового подхода. При исследовании данных процессов сравнили результаты сварки как 30 образцов, так и имитаторов сварного соединения на опытном парогенераторе. Это позволило сделать вывод о снижении себестоимости изготовления изделия за счет уменьшения трудоемкости; повышении качества выполняемого сварного соединения, и уменьшения уровня дефектности [3]; повышении безопасности выполняемых работ внутри замкнутого сосуда сотрудниками предприятия. Немаловажным итогом стало изменение производственного подхода к выполнению сварки и термообработке

двух днищ и как результат, переход на одновременное выполнение двух сварных соединений. Парогенератор представлен на рисунке 1.

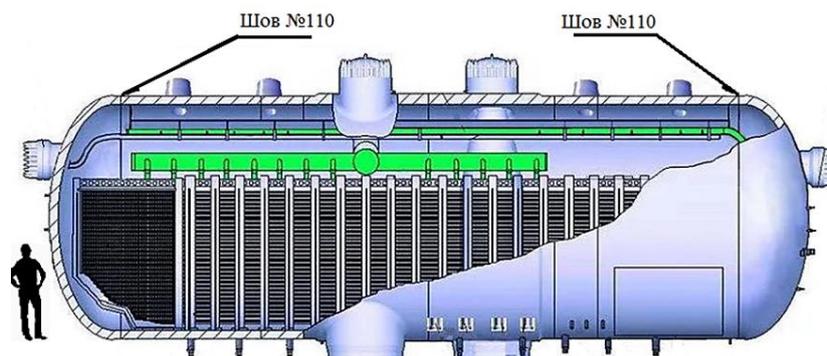


Рисунок – 1 ПГВ-1000

Внедрение технологии односторонней сварки при сварке швов № 110 (приварка днищ к корпусам ПГВ-1000) и других аналогичных изделий, где ограничен доступ персонала в зону сварочных работ, позволит повысить качество сварных швов, сократить время изготовления, снизить себестоимость. Это актуально не только в атомном машиностроении, но и других направлениях.

Для решения данной проблемы предлагается использование керамических подкладок. Керамические подкладки для односторонней сварки являются технологией для быстрой и экономичной сварки крупных металлоконструкций, крупногабаритных ёмкостей для судостроения, мостостроения, вагоностроения и т.д. Использование специальных керамических подкладок для сварки – простой и эффективный метод получения высокого качества сварного шва. Керамические подкладки позволяют получить качественный обратный валик без дополнительных дорогостоящих технологических процессов: шлифования, выборки и подварки.

Проведенные испытания и разработка технологии односторонней сварки швов №110 ПГВ-1000 показали, что применение керамических подкладок позволяет проводить сварку с одной стороны.

Керамические подкладки предотвращают чрезмерный провар в зоне проплавления и формируют зону под валиком, которая позволяет получить постоянное и равномерное усиление шва с плавным переходом в основной металл с обеих сторон.

Основной эффект от внедрения технологии односторонней сварки швов №110 ПГВ-1000 получается в основном от снижения трудоемкости и улучшения условий работы сварщиков – снижения до минимума времени работы в закрытом пространстве. Это требует изменения схемы наложения валиков сварного шва, а также числа проходов изображены на рисунках 2, 3.

Существующая технология:

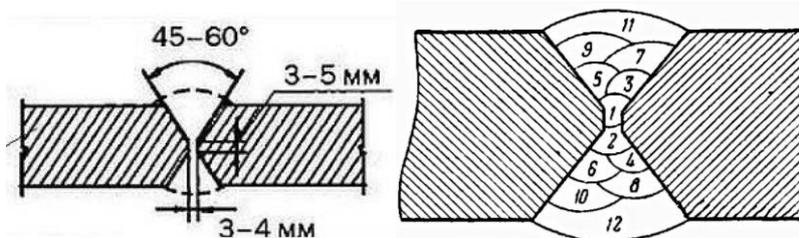


Рисунок 2 – Схемы выполнения валиков в процессе сварки 110 швов, существующая технология:

- 1 – РДС внутренней части шва, 2 – выборка с наружной стороны корневой части шва, 3 – сварка под слоем флюса основного сечения шва

Предлагаемая технология:

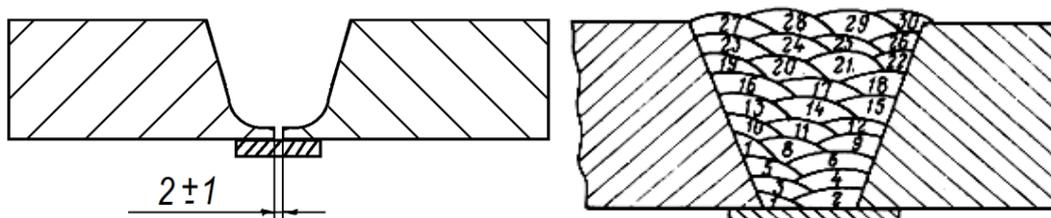


Рисунок 3 – Схемы выполнения валиков в процессе сварки 110 швов, предлагаемая технология: 1 – установка керамической подкладки, 2 – сварка под слоем флюса основного сечения шва, 3 – удаление керамической подкладки

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баландин, Ю.Ф. Конструкционные материалы АЭС. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 280 с.
2. Доронин, Ю.В. Разработка теоретических основ формирования обратной стороны шва с учетом физико-химических процессов в сварочной ванне и создание новых сварочных материалов для односторонней дуговой сварки сталей плавящимся электродом. – Москва, 2010. – 352 с.
3. Колоколов, Е.И., Паук, А.М. Методы анализа брака при производстве изделий машиностроения: тезисы докладов отраслевой научно-технической конференции. – Волгоград, 1990. – 40-41 с.

### Development of One-Way Welding Technology Seams of the Steam Generator Body

R.E. Zhidkova, A.V. Chernov<sup>1</sup>

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute - Branch of the National Research Nuclear University "Mephi",  
Volgodonsk, Rostov region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: AVChernov@mephi.ru*

**Abstract** – In modern nuclear engineering, the introduction of advanced technologies, equipment and welding materials is aimed primarily at increasing the competitiveness of domestic equipment in the world, as well as improving the safety and reliability of new units for nuclear power plants. The events at the Fukushima NPP showed the need to improve the current equipment manufacturing processes, increase its reliability and reduce the influence of such a factor as human error. One of such processes is the technology of one-sided welding of welds No.110 of heads to the steam generator vessels.

*Keywords:* NPP, PGV-1000, weldability, ceramic backing, welding, quality, productivity, safety.

УДК 620.179.16

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ КОРПУСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АЭС

Щербак Ю.Е., Чернов А.В.

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

В деятельности машиностроительного предприятия одно из первых мест занимает управление качеством выпускаемой продукции. Особые требования к качеству предъявляются в производстве изделий, предназначенных для атомных электростанций (АЭС). В современных условиях именно качество становится важнейшим фактором оптимизации производственных процессов.

*Ключевые слова:* ультразвуковой контроль, метод TOFD контроля, фазированные решетки (PAUT).

Контроль качества является самой массовой операцией в промышленном производстве. В области контроля качества сварных соединений, наплавов и основного металла изделий для оборудования АЭС наиболее распространены радиационная и ультразвуковая дефектоскопия. Недостатки традиционных методов дефектоскопии, выход новых международных стандартов, тенденции к автоматизации проведения и визуализации результатов контроля качества продукции способствуют созданию новых и усовершенствованию существующих методов неразрушающего контроля.

Классический вариант ультразвукового контроля (УЗК), применяемый при изготовлении оборудования АЭС, имеет следующие недостатки:

1. Существует зависимость результата контроля от человеческого фактора.
2. Дефектоскописты, которые проводят контроль на всех этапах изготовления оборудования для АЭС, должны обладать высокой квалификацией и иметь высшие разряды.
3. Низкая степень точности определения координат дефекта.
4. Существует зависимость обнаружения дефектов от его углового положения (для контроля используют порядка 3-6 преобразователей).
5. Нет возможности для воспроизведения и анализа результатов контроля на всех этапах изготовления и эксплуатации оборудования (не сохраняются на электронном носителе).
6. Большая трудоемкость данных контрольных операций, а именно, для примера – при проведении УЗК на одном кольцевом шве ПГВ задействованы минимум 2 дефектоскописта, которые проводят контроль 6 разными преобразователями с двух сторон продолжительностью по времени более 6 часов.

Ознакомившись с известными мировыми стандартами в области неразрушающего контроля как ISO и ASME и прочитав материалы о существующих автоматизированных методах УЗК, как предложение – для возможного пути решения существующих недостатков, возникающих при классическом методе проведения УЗК, можно использовать современные методы контроля как TOFD и фазированные решетки PAUT [1].

В ходе TOFD контроля информацию о наличии и параметрах несплошностей получают с учетом анализа акустических волн, дифрагированных в контролируемом объекте [2]. Схема реализации метода TOFD приведена на рисунке 1.

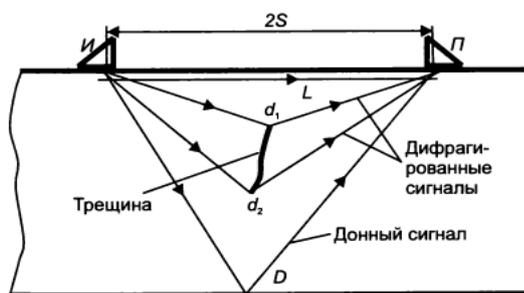


Рисунок 1 – Схема реализации метода TOFD

Контроль PAUT основывается на традиционном эхо-методе УЗК, реализуемом множественными преобразователями в составе фазированной решетки [3]. На рисунке 2 приведена схема реализации метода PAUT.

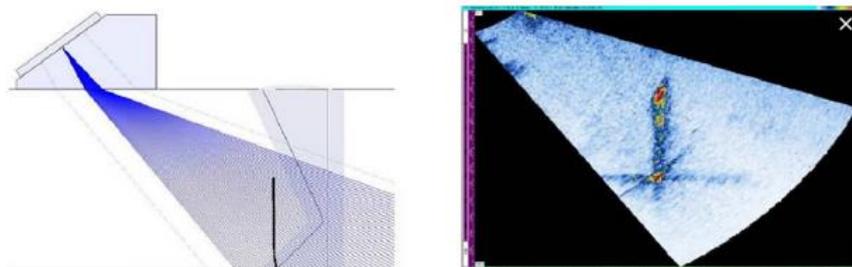


Рисунок 2 – Схема реализации метода PAUT

Методы TOFD и PAUT являются основой для автоматизированного ультразвукового контроля с записью данных (АУЗК), который реализуется при помощи сканера, на котором зафиксированы УЗ преобразователи и датчик положения, синхронизирующий положения преобразователей относительно начальной точки записи с координатой расстояния соответствующей развертки записываемых данных. Перемещение сканера вдоль оси шва может осуществляться вручную либо в полностью автоматическом режиме.

Наиболее существенными преимуществами АУЗК в сравнении с другими методами контроля являются:

- выявление дефектов, которые ранее не выявлялись традиционными методами неразрушающего контроля (не видны при радиографическом контроле и ниже уровня регистрации при ручном ультразвуковом контроле);
- исключение «человеческого фактора» при поиске дефектов: ведется запись и сохранение данных в ходе контроля, которые могут быть просмотрены на компьютере в любое время;
- высокая точность измерения дефектов;
- воспроизводимость и повторяемость результатов контроля на разных стадиях изготовления;
- высокая информативность и наглядность собираемых данных;
- высокая производительность контроля.

Например, радиографический контроль сварного шва диаметром 4000 мм и толщиной стенки 200 мм занимает до 16 часов без учета времени необходимого на установку изделия в рентгеновскую камеру. Контроль методом TOFD/PAUT этого же шва занимает около 8 часов. При этом непосредственный сбор данных занимает около 4 часов, остальное время – это подготовка к контролю и анализ данных.

В рамках дальнейшей реализации АУЗК на оборудовании для АЭС, на площадке филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск были проведены следующие испытания:

1. TOFD контроль образца для 110 швов ПГВ.
2. PAUT контроль образца для 110 швов ПГВ.
3. PAUT контроль сварного шва №111 ПГВ-1000МКО.

В ходе проведения испытаний были получены следующие результаты:

1) Из 6 искусственных дефектов и 5 калибровочных отверстий обнаружен 1 дефект, выходящий на верхнюю поверхность и 2 просверленных отверстия. Следов наличия других несплошностей не обнаружено.

Вывод: технология TOFD вследствие повышенной чувствительности и зависимости от зернистости материала не обладает достаточной достоверностью контроля высоколегированных сталей, используемых при производстве изделий направления АЭС.

2) Из 6 искусственных дефектов и 5 калибровочных отверстий обнаружены 5 дефектов и 5 просверленных отверстий. Единственный дефект, выходящий на поверхность, обнаружен не был вследствие того, что был использован преобразователь без поддержки головной волны, предназначенной для контроля подповерхностных зон.

Вывод: технология PAUT обладает достаточной выявляемостью для контроля высоколегированных сталей, используемых при производстве изделий направления АЭС.

3) Условия: контроль участков с удовлетворительными дефектами, зафиксированными по результатам ручного ультразвукового контроля.

4) Тип контроля: механизированный с датчиком пройденного расстояния.

5) Результаты контроля: обнаруженные методом PAUT дефекты соответствуют результатам ручного УЗК.

Вывод: подтверждается достаточная выявляемость для контроля технологией PAUT высоколегированных сталей, используемых при производстве изделий направления АЭС. Выявляемость дефектов методом PAUT идентична для обеих марок высоколегированных сталей 10ГН2МФА (ПГВ) и 15Х2НМФА (корпус РУ).

Дальнейшие планы для реализации АУЗК на оборудовании, предназначенного для АЭС:

1. С учетом положительных результатов выявляемости дефектов метода PAUT требуется дальнейшая проработка данной технологии.

2. Необходимы испытания схем контроля с большим количеством преобразователей PAUT на образцах для ПГВ и РУ с определением эквивалентных размеров и местоположения индикаций в св. шве.

3. Необходимы испытания схем контроля на реальных швах ПГВ и РУ.

4. Необходимы испытания раздельно-совмещенных фазированных преобразователей DMA и DLA.

5. Необходимы испытания новейших методов TFM и FMC, реализуемых преобразователями на основе фазированных решеток.

В завершение следует сказать, что процедура контроля методами TOFD и PAUT представляет собой документально оформленный алгоритм, содержащий описание цели и объема контроля, применимых методов, требования к квалификации персонала, оборудованию, настроечным образцам, анализу данных. Алгоритм включает в себя схему сканирования с указанием расположения преобразователей, передвижения и охвата зоны объекта контроля, которая обеспечивает стандартизованную и воспроизводимую методику для контроля сварных швов или основного металла.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кретов, Е.Ф. Ультразвуковая дефектоскопия в машиностроении. – СПб.: Свен, 2014. – 312с.
2. ГОСТ ISO 10863:2020, Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой метод. Применение дифракционно-временного метода (TOFD).
3. ГОСТ ISO 19285:2017, Неразрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль методом фазированных решеток (PAUT). Уровни приемки.

### **Improvement of Ultrasound Control Methods Nuclear Power Plant Housing Equipment**

**Yu.E. Tscherbak<sup>1</sup>, A.V. Chernov<sup>2</sup>**

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute - Branch of the National Research Nuclear University "MEPHI",  
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: julya.scherbak@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: AVChernov@mephi.ru*

**Abstract** – in the activities of a machine-building enterprise, one of the first places is occupied by the quality management of products. Special requirements for quality are imposed in the production of products intended for nuclear power plants (NPP). In modern conditions, it is quality that becomes the most important factor in optimizing production processes.

**Keywords:** ultrasonic test, TOFD testing method, phased array (PAUT).

## НАСТРОЙКА ЛАЗЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ КАЧЕСТВЕННОЙ РЕЗКИ И ГРАВИРОВКИ ИЗДЕЛИЙ

Горячев М.В., Токарев А.С.

*Трёхгорный технологический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ТТИ НИЯУ МИФИ), Трёхгорный, Россия*

В данной научной работе произведена настройка лазерного станка, представленного в лаборатории ТТИ НИЯУ МИФИ, для повышения качества и повышения производительности получаемых изделий. Изготовлена деталь для наглядного показа, как настроено лазерное оборудование.

*Ключевые слова:* станок, лазерное оборудование, юстировка, калибровка, сувенирные изделия.

Тема работы была выбрана из-за проблем, возникающих на предприятиях с лазерным оборудованием. Для повышения точности позиционирования лазера необходимо правильно настроить юстировку и калибровку станка, которая напрямую влияет на производительность при работе на лазерном станке.

На основе анализа первоисточников по направлению исследования сформулирована цель работы: настройка лазерного станка для повышения производительности на предприятии.

Для достижения данной цели необходимо изучить следующие задачи:

- 1) Изучить общие характеристики лазерного оборудования
- 2) Ознакомиться со станком, на котором будет производиться настройка
- 3) Выставить режимы резания для резки изделия
- 4) Показать на примере правильную и неправильную юстировку и калибровку станка
- 5) Изготовить изделие на лазерном станке

В лазерных технологиях применяют твердотельные и газовые лазеры импульсного и непрерывного действия. В большинстве процессов используется термическое действие света, вызываемое его поглощением в обрабатываемом материале. Для увеличения плотности потока излучения и локализации зоны обработки применяют оптические системы.

Особенности лазерных технологий:

1. высокая плотность потока излучения в зоне обработки, дающая необходимый термический эффект за короткое время (длительность импульса 1 мсек и менее); локальность воздействия излучения, обусловленная возможностью его фокусировки в световые пучки предельно малого диаметра (порядка длины волны излучения);

2. малая зона термического влияния, обеспечиваемая кратковременным воздействием излучения;

3. бесконтактный ввод энергии в зону обработки и возможность ведения технологических процессов в любой прозрачной среде (вакуум, газ, жидкость, твёрдое тело), через прозрачные окна технологических камер, оболочки электровакуумных приборов и т.д.

Наиболее изучены и освоены процессы сварки, сверления и резки. Лазерные станки представляют собой высокотехнологичный продукт, который заменяет, традиционные механические способы резки и гравировки материалов.

Очевидные преимущества – это высокая скорость:

1. бесшумность;
2. отсутствие необходимости предварительной обработки материалов;
3. точность;
4. широкий диапазон применения.

Одновременно можно производить и гравировку, и резку материалов произвольной формы, использовать сложные контуры. Сфокусированный лазерный луч несёт в себе достаточную концентрацию энергии для проникновения в материал заготовки. Под действием луча материал в зоне обработки может расплавляться, испаряться, воспламеняться или иным образом, изменять свою структуру. В этом случае процесс обработки напоминает механическое резание с той лишь разницей, что режущий инструмент заменён лучом, а отходы материала не отводятся в виде стружки, а испаряются при достаточной мощности и или небольшой толщине материала. Лазерный луч способен осуществлять сквозную резку. При меньшей мощности – оставлять на поверхности чёткий след, узор гравировки.[2] Достоинством лазерной обработки является очень тонкий срез при малой области вмешательства в материал, в том числе с минимальной температурной нагрузкой и деформацией, благодаря чему обработка заготовки осуществляется с очень высоким качеством. Кроме того, лазер способен обрабатывать практически любые конструкционные материалы и заготовки различных форм и габаритных размеров, в том числе тончайшие или мягкие, неподдающиеся из-за этой обработки фрезой – например, бумагу резину полиэтилен.

В настоящее время проблемами, которые встречаются на лазерном станке, являются юстировка, калибровка и точность позиционирования. Все три понятия зависят друг от друга. При неправильной юстировке станка лазерный луч будет падать на поверхность не перпендикулярно, вследствие чего произойдет несовместимость размеров заданной детали. Калибровка станка включает в себя настройку фокусного расстояния по средствам регулировки рабочего стола. При неправильной калибровке не осуществляется резка материала, так как не выставлено фокусное расстояние, способствующее для работы на станке. Точность позиционирования напрямую зависит от этих двух величин, так как при неправильно отрегулированном фокусном расстоянии и неправильно выполненной юстировке рез материала может достигать до 1 мм, что влечет не совпадение размеров чертежа детали и действительных размеров изделия [1].

В лаборатории ТТИ НИЯУ МИФИ используется станок Zerder Ace 1390 с точностью позиционирования до 0.03 мм, что позволяет изготавливать высокоточные изделия. Также станок оснащен лазерной трубкой мощностью 90 Вт, с помощью которой вырезается фанера до 10 мм и тонколистовой металл. На рисунке 1 показан лазерный станок в лаборатории ТТИ НИЯУ МИФИ.



Рисунок 1 – Лазерный станок

Станок оснащен числовым программным управлением, что позволяет автономно настраивать режимы работы. Для настройки станка используется программа RdWorks. В ТТИ НИЯУ МИФИ лазерные технологии применяются для изготовления сувенирной продукции и опытных образцов для экспериментов.

На примере сувенирного изделия проведем эксперимент, суть которого будет заключаться в правильной юстировке, калибровке и точность позиционирования станка.

Используя программное обеспечение Corel Draw, обрисовываем изделие. Это составное изделие, поэтому каждая деталь обрисовывается отдельно, сохраняя масштаб и вымеряя размеры для соединения деталей посредством паза.

После проделанной операции, пересохраняем данный проект в формат AutoCad. И открываем в программе RdWorks, с помощью которой запрограммируем станок на резку.

Выбираем режимы резания, а именно мощность лазера в процентном отношении и скорость резки. Для качественного реза необходимо выбрать скорость меньше, мощность больше.

Пример правильной подачи лазера показан на рисунке 2.

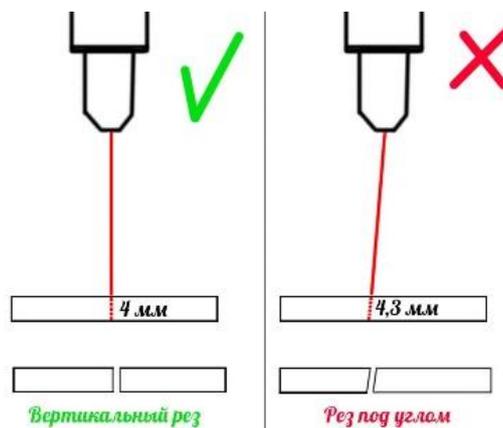


Рисунок 2 – Подача лазера

После того как станок был откалиброван, прошел юстировку, выполняем резку нашего сувенирного изделия и получаем готовый результат.

В ходе выполнения научной работы было изготовлено изделие на лазерном станке. Показана правильная настройка лазерного оборудования, благодаря которой изделие получилось качественным, уменьшилось технологическое время резки детали.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федоров, Б.Ф. Лазеры. Основы устройства и применение. – Москва: ДОСААФ, 1988.
2. Байбородин, Ю.В. Основы лазерной техники. – Киев: Выща школа, 1988.
3. Борейшо, А.С. Лазеры: устройство и действие : учебное пособие. – Санкт-Петербург: Механический институт, 1992.
4. Дубиновский, А.М., Панков, Э.Д. Стендовые испытания и регулировка оптико-электронных приборов. – Ленинград: Машиностроение, 1986.

### Setting Up Laser Equipment for High-Quality Cutting and Engraving of Products

M.V. Goryachev<sup>1</sup>, A.S. Tokarev

*Tryokhgornyy Technological Institute, the branch of the National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Tryokhgornyy, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: gorchevmisha@mail.ru*

**Abstract** – In this scientific work, the laser machine presented in the laboratory of the TTI NIYAU MEPhI was adjusted to improve the quality and increase the productivity of the resulting products. A part was made to visually show how the laser equipment is configured.

**Keywords:** machine tool, laser equipment, alignment, calibration, souvenir products.

## АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ MMA-ПРОЦЕССА НА БАЗЕ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ИНЕМ-200Т

Винныйчук В.А., Сазонов И.С., Попов Е.Ю.

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

В работе исследовали устойчивость MMA– PULSE процесса при наплавке валиков покрытыми электродами УОНИ 13/55 диаметрами 3 и 4 мм на пластины из низкоуглеродистой стали толщиной 8 мм. В качестве сварочного источника питания использовали аппарат инверторного типа ИНЭМ-200Т. Аппарат имеет микропроцессорное управление и с помощью встроенного пульта может работать в одном из четырех режимов: MMA, MMA– PULSE, TIG, TIG– PULSE. Установлено, что изучаемый процесс более устойчив по сравнению с традиционной ручной дуговой сваркой (MMA). Это обеспечивает более благоприятное формирование металла шва, оцениваемое по ГОСТ 25616-83 [1]. Электродуговой процесс, по мнению сварщиков, в импульсном режиме реализуется значительно легче и не требует специальных навыков.

**Ключевые слова:** сварочный аппарат, MMA– PULSE, ручная дуговая сварка покрытые электроды, импульс тока сварки.

В качестве сварочного источника питания использовали аппарат инверторного типа ИНЭМ-200Т. Аппарат имеет микропроцессорное управление и с помощью встроенного пульта может работать в одном из четырех режимов: MMA, MMA–PULSE, TIG, TIG–PULSE. Широкий набор регулировок и наличие импульсного режима обеспечивает возможность подбора оптимальных режимов сварки для работы любыми типами электродов: с рутиловым, основным, целлюлозным покрытиями. Импульсный режим по току регулируется по четырем параметрам (рис. 1): максимальный ток в импульсе, А; размах по току, А; частота следования импульсов, сек<sup>-1</sup>; коэффициент заполнения (или скважность), %.



Рисунок 1 – Выбор формы сварочного тока в импульсном режиме

В работе исследовали устойчивость MMA процесса при наплавке валиков покрытыми электродами УОНИ 13/55 диаметрами 3 и 4 мм на пластины из низкоуглеродистой стали толщиной 8 мм. Сварку выполняли на обычных MMA режимах на обратной полярности и импульсном режиме MMA–PULSE при прочих равных условиях.

Установлено, что изучаемый MMA–PULSE процесс более устойчив по сравнению с традиционной ручной дуговой сваркой (MMA). Это обеспечивает более благоприятное формирование металла шва, оцениваемое по ГОСТ 25616-83 [1]. Электродуговой процесс, по мнению сварщиков, в импульсном режиме реализуется значительно легче и не требует специальных навыков.

Так же экономичность, высокое качество сварного шва, производительность, эффективность [2] и простота в эксплуатации – делают MMA–PULSE сварку очень перспективным вариантом при выборе сварочных процессов и в том числе для сварки мелкой ёмкостной арматуры (штуцера, патрубки малого диаметра).

По результатам работы сделаны выводы о перспективности использования MMA–PULSE процесса для сварки ответственных швов, в т.ч. в атомной энергетике.

Перечисленные выше возможности микропроцессорных систем питания сварочной дуги приводят к существенному снижению требований к квалификации сварщиков, предъявляемых к выполнению регламентируемых сварочных работ.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25616-83. Источники питания для дуговой сварки. Методы испытания сварочных свойств.
2. Князьков В.Л. Повышение эффективности ручной дуговой сварки модулированным током электродами с покрытием за счет автоматической адаптации параметров режима к технологическому процессу // Дис..... канд. техн. наук: 05.03.06. М., 2006. – 166 с.

### **Stability Analysis of MMA Process Based on Power Supply INYEM-200T**

**V.A. Winniychuk, I.S. Sazonov, E.Yu. Popov**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University "MEPhI", Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360  
e-mail: VITikafMPM@mephi.ru*

**Abstract** – In the work, the stability of the MMA-PULSE process was studied when the rollers were built up with coated UONI 13/55 electrodes with diameters of 3 and 4 mm on plates made of low-carbon steel with a thickness of 8 mm. As a welding power source, an inverter type apparatus INEM-200T was used. The device has microprocessor control and with the help of an integrated console can operate in one of four modes: MMA, MMA-PULSE, TIG, TIG-PULSE. It has been found that the process under study is more stable than traditional manual arc welding (MMA). This ensures a more favorable formation of the weld metal, estimated according to GOST 25616-83. The electric arc process, according to welders, is much easier to implement in pulse mode and does not require special skills.

*Keywords:* welding apparatus, MMA-PULSE, manual arc welding of coated electrodes, pulse of welding current.

УДК 331.458

### **УЛУЧШЕНИЕ УСЛОВИЙ ТРУДА СВАРЩИКА ПРИ СВАРКЕ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ В ЗАМКНУТОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

**Кадыров С.Р., Бубликова И.А.**

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

В работе были разработаны мероприятия по обеспечению безопасности сварочных работ в замкнутых пространствах при ремонте оборудования АЭС, учитывающих специфику конкретного оборудования.

*Ключевые слова:* сварка нержавеющей сталей, замкнутые пространства, ремонт оборудования АЭС, негативные факторы, безопасность.

Выполнение работ, связанных со сваркой нержавеющей сталей в замкнутых пространствах сопровождается воздействием на организм сварщика ряда негативных эффектов, связанных со спецификой выполняемой работы, среди которых следует выделить основные: нехватка кислорода для дыхания, воздействие на организм вредных газов, тепловое излучение, перегрев, опасность поражения электрическим током, возможность травмирования конечностей и иных частей тела в условиях замкнутого пространства, плохое освещение [1]. Перечисленные факторы создают угрозу жизни и здоровью работника, однако существующие меры по обеспечению безопасности и созданию необходимых для проведения работ условий труда не всегда являются исчерпывающими, в связи с чем необходима разработка мероприятий под конкретные условия проведения работ, с учетом специфики ремонтируемого оборудования, геометрии и компоновки рабочего пространства, обеспечения базовых требований охраны труда.

В качестве объекта исследования и разработки компоновочных схем и мероприятий по охране труда были выбраны машинные залы турбинного цеха первой очереди, энергоблоков № 1 и 2, Ростовской АЭС. В частности, для проведения работ по сварке нержавеющей сталей в замкнутых пространствах были рассмотрены системы регенерации высокого и низкого давления второго контура. Оборудованием, на котором предполагается вести сварочные работы – подогреватели низкого давления, подогреватели высокого давления [2,3].

Предполагаемый характер выполняемых работ – ремонт теплообменных трубок и коллекторов, спиральных витых змеевиков с применением сварки.

В ходе исследований и изучения документации была разработана упрощенная схема расположения оборудования, компоновки вентиляционных установок, трассировки питающих сетей и заземляющих магистралей.

Далее, в ходе выполнения работы было подобрано осветительное и вентиляционное оборудование, на основе требований нормативной документации [4]. Также разработаны определённые дополнения к правилам охраны труда, связанных с использованием специальной термозащитной одежды из плотной ткани с прорезиненной поверхностью, а также накладками на коленях и локтях во избежание их травмирования; применением прорезиненных ковриков дискообразной формы, цельных для работы в нижней части теплообменника, сегментированных, с возможностью изъятия отдельных частей для доступа к свариваемой поверхности для верхней части теплообменника и т.д. Конечной целью является разработка подробной инструкции проведения работ на конкретном оборудовании, учитывающей его специфику, а также дополнения к правилам по охране труда [5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП-1009-73. Санитарные правила при сварке, наплавке и резке металлов. Введ. 05.03.1997. – Москва : Госстандарт, 1997.
2. ИЭ.2.RH/RN.25.07 Инструкция по эксплуатации. Система подогревателей низкого давления. – Ростовская АЭС, 2021.
3. ИЭ.2.RD/RN.25.07 Инструкция по эксплуатации. Система подогревателей высокого давления. – Ростовская АЭС, 2021.
4. ГОСТ Р 55710-2013. Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений. Введ. 01.07.2014. – Москва : Госстандарт России: Стандартинформ, 2016.
5. ИОТ.29.08 Инструкция по охране труда электрогазосварщика цеха централизованного ремонта. – Ростовская АЭС, 2021.

### **Improving the Working Conditions of the Welder When Welding Stainless Steels in a Confined Space**

**S.R. Kadyrov<sup>1</sup>, I.A. Bublikova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: Sergejn1000@gmail.com*

<sup>2</sup>*e-mail: IABublikova@mephi.ru*

**Abstract** – The paper developed measures to ensure the safety of welding operations in confined spaces during the repair of NPP equipment, taking into account the specifics of specific equipment.

*Keywords:* welding of stainless steel, closed spaces, repair of nuclear power plant equipment, negative factors, safety.

УДК 620.179.16

## **УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КОНТРОЛЬ АНТИКОРРОЗИОННЫХ НАПЛАВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГОЛОВНЫХ ВОЛН**

**Локтюшова Е.О., Чернов А.В.**

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

На применимость метода неразрушающего контроля влияет множество факторов, основными из которых являются: характер и расположение предполагаемых несплошностей, чувствительность метода контроля, условия эксплуатации оборудования и требования нормативной документации.

*Ключевые слова:* головная волна, ультразвуковой контроль методом фазированных решеток (РАУТ), дифракционно-временной метод (ТОFD).

В настоящее время контроль качества антикоррозионных наплавки корпуса реактора не предусматривает контроля сплошности наплавки и поднаплавочных трещин.

Ультразвуковой контроль методом «головных волн» в дополнении к существующим методам контроля, позволит обеспечить качество антикоррозионных наплавки на более высоком уровне и снизит риск появления несплошностей в подповерхностном слое наплавки.

Согласно действующей нормативно-технической документации при ультразвуковом контроле антикоррозионных покрытий контролируется зона сплавления наплавки с основным металлом [1]. Нормативная база с нормами оценки качества по ультразвуковому контролю (далее – УЗК) сплошности наплавки и поднаплавочных трещин в Российской Федерации отсутствует.

Как показали исследования, головная волна нечувствительна к неровностям поверхности и реагирует лишь на дефекты, отходящие от поверхности внутрь изделия, и подповерхностные дефекты. Возможности использования головной волны для обнаружения дефектов в подповерхностном слое, что является актуальным в решении проблемы повышения качества антикоррозионных наплавки корпуса реактора. Первичные результаты этих исследований могут быть приняты в качестве основы для разработки методики контроля сплошности наплавки [2].

При изготовлении корпуса реактора антикоррозионная наплавка не подвергается контролю на отсутствие подповерхностных дефектов. Схема выявления трещин в аустенитной наплавке и поднаплавочных трещин в сварных соединениях на сосудах и биметаллических трубопроводах первого контура атомных электростанций приведена на рисунке 1.

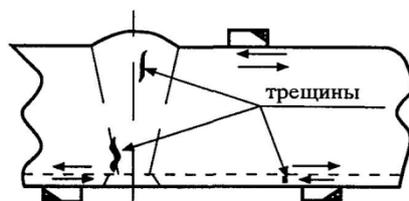


Рисунок 1 – Схема выявления трещин головной волной

Анализ показывает, что регламентированные методы неразрушающего контроля не позволяют выявить дефекты в подповерхностном слое антикоррозионной наплавки, соответственно исследования ультразвукового контроля головными волнами является актуальным для решения задачи выявления дефектов в подповерхностном слое наплавки.

В настоящее время развивающимся направлением в ультразвуковом контроле являются: ультразвуковая томография методом фазированных решеток (PAUT) в тандеме с дифракционно-временным методом ультразвукового контроля (TOFD), а также ультразвуковой контроль головными волнами для антикоррозионных наплавки до 7 мм [3].

В рамках филиала АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск проведены экспериментальные работы с участием АО НПО «ЦНИИТМАШ». В ходе работы было выполнено сканирование PAUT и TOFD образцов шва № 110 парогенератора. На рисунке 2 представлена схема дефектов.

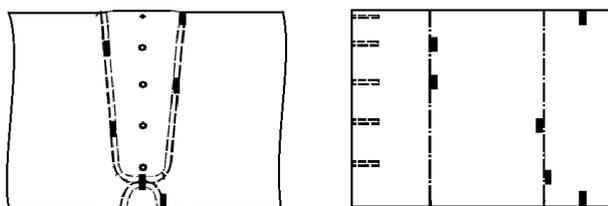


Рисунок 2 – Сканирование PAUT и TOFD образцов

Демонстрационный образец, имитирующий сварное соединение №110 (соединение днища с корпусом) типового ПГВ, с искусственными дефектами в виде просверленных отверстий и электроэрозионных пазов.

Результаты PAUT контроля приведены на рисунках 3, 4, 5.

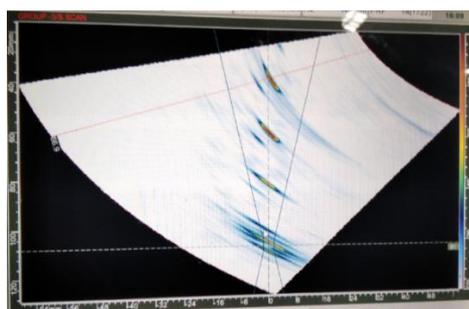


Рисунок 3 – Выявление боковых отверстий

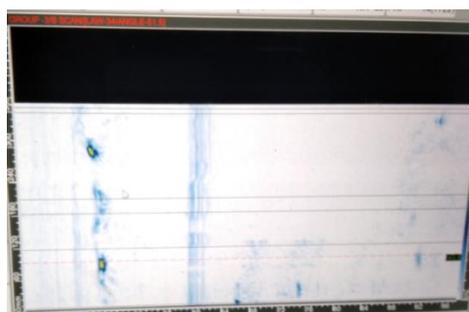


Рисунок 4 – Выявление двух верхних дефектов

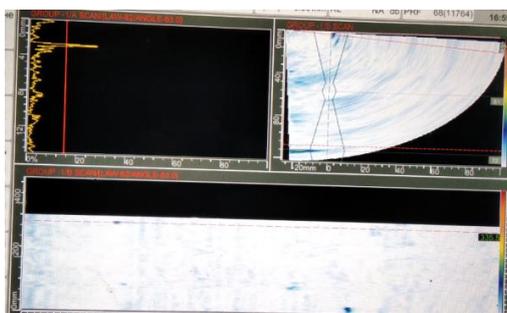


Рисунок 5 – Выявление верхнего подповерхностного дефекта

РАУТ является лучшим решением для этой марки сталей по выявляемости и отсутствию шума. TOFD контроль возможен как дублирующий к РАУТ для повышения достоверности контроля и без принятия решений, так как демонстрируются неоднозначные результаты выявляемости (обнаруживаются не все дефекты) и повышенного уровня шума. Потенциально одним из решений может быть подбор TOFD преобразователей непосредственно на образце.

Контроль РАУТ уверенно выявил все заложенные в образец дефекты. Сканы TOFD достоверны и пригодны к анализу только на частоте 10 МГц при охвате 20-30мм толщины образца.

Проведение УЗК головными волнами однородной однослойной наплавки толщиной до 3 мм включительно и двойной многослойной антикоррозионной наплавки толщиной до 7 мм включительно возможно при выполнении исследований, определяющие границы применимости метода, разработке и изготовлении настроечных образцов и специализированных средств контроля, разработке методики УЗК и норм оценки качества. Разработанная и утвержденная методика УЗК сплошности наплавки и поднаплавочных трещин отсутствует. Настроечные образцы необходимые для решения данной задачи отсутствуют. Необходимые пьезоэлектрические преобразователи имеются, но для решения данной задачи они не апробированы. Предпосылок на невозможность проведения УЗК головными волнами в настоящее время нет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Разыграев, Н.П.* Ультразвуковая дефектоскопия головными волнами – физические предпосылки и практическое применение // Дефектоскопия. – 2004. – №9. – С.29–37.
2. *Давыдов, Е.А., Дядин, В.П., Шекеро, А.Л.* О терминологических особенностях в обозначении ультразвуковых волн, образующихся при первом критическом угле // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 2018. – № 3. – С. 1-12.
3. *Троицкий, В.А., Шекеро, А.Л., Давыдов, Е., Миховски, М., Алексиев, А.* Технология оценки размеров несложностей в сварных соединениях с применением дифрагированных волн. – Киев: ИЭС им. Патона НАНУ, 2019. – С. 89-100.

### Ultrasonic Inspection of Anticorrosive Surfacing Using Head Waves

**Е.О. Loktyushova<sup>1</sup>, А.V. Chernov<sup>2</sup>**

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute - Branch of the National Research Nuclear University "MEPHI",  
Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: katia0403@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: AVChernov@mephi.ru*

**Abstract** – The applicability of the non-destructive testing method is influenced by many factors, the main of which are: the nature and location of the expected discontinuities, the sensitivity of the testing method, the operating conditions of the equipment and the requirements of regulatory documents.

**Keywords:** headwave, phased array ultrasonic test (PAUT), ultrasonic time-of-flight-diffraction (TOFD).

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ НА ОБРАБАТЫВАЮЩИХ ЦЕНТРАХ

**Арсентьева Е.С., Берела А.И., Колесникова Е.В., Простотин И.Ю., Ширшикова Д.Г.**

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

The CNC machining center is a multifunctional machine tool complex with a software control system. The machine-tool complex has very wide technological capabilities, honoring special structural elements and technical capabilities.

*Key words:* machine tool equipment, machining, machining accuracy, cutting tool.

The aim of the work is to analyze the technological features of machining centers.

Machining centers (MC) are multi-operating machines with numerical control (CNC), which can perform complex mechanical processing of 3-dimensional workpieces using different tools. The machining centers are equipped with tool magazines and automatic tool changers, which greatly increase their productivity. Roughing, semi-finishing and finishing of blanks with a large number of workpiece surfaces is performed on multitasking machines as well as various technological transitions: milling of planes, ledges, grooves, windows, wells; drilling, countersinking, reaming, reaming of various holes; special reaming of holes with tools with fine regulation on size, etc.

In order to perform all these operations the machining center needs to have a large stock of metal-cutting tools. CNC machines with automatic tool changes usually have tool stocks in their turret heads. The most "simple" milling and drilling machines are designed for machining parts using 5-12 tools. More complex multi-operating machines (machining centers) have tool magazines with a stock of 15-30, and if necessary 50-100 or even more tools [1].

The next feature of machining centers is that some of them have a working table or a dividing fixture with a certain angle division step. Turning the workpiece allows it to be machined from several sides without having to be repositioned.

Sometimes machining centers (multi-operating machines) are equipped with additional tables (pallets) and devices for automatic change of workpieces. Changing the workpiece on a pallet companion is carried out while the machine is working (without stopping the processing of the part, which at that moment stands on another pallet), which helps increase productivity [2].

Axis accuracy in machining centers is ensured by servo drives and a CNC control system. In addition to these "built-in features" of the machines, there are additional measurement/calibration systems for both tool and workpiece. The use of such contact and non-contact laser devices saves the time required to set up the part and tie it to the machine coordinate system. These systems also enable monitoring of tool wear, relative positioning of the workpiece and tool, and machined surface geometry, which increases accuracy, repeatability, and quality of machining [3].

Because of the high cost of machining centers, they are used for machining the most technologically complex workpieces. On average one machining center can replace up to three-five CNC machines or five-ten universal machines.

### REFERENCES

1. Machining centers. – Text : electronic // IB-GROUP [website]. – URL : <http://ib-gr.ru/categories.php?id=37>.
2. Matalin A. A. Technology of mechanical engineering : textbook / Matalin A. A. – Text: electronic // Publishers «Lan»: [website]. – URL : <https://e.lanbook.com/reader/book/71755/#426>.
3. Kravtsov A. G. Modern multifunctional and multi-purpose metal-cutting CNC machines and ensuring the accuracy and stability of the implementation of technological processes on them : a training manual / Kravtsov A. G. – Text : electronic // EBS «Consultant Student» : [website]. – URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741018811.html>.

## Technological Features of CNC Machining

**E.S Arsentieva., Berela A.I., Kolesnikova E.V., Prostotin I.Yu., Shirshikova D.G.**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute, the Branch of the National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Lenin St., 73/94, Volgodonsk, Rostov region, Russia 347360  
e-mail: i.prostotini@yandex.ru*

**Abstract** – The CNC machining center is a multifunctional machine tool complex with a software control system. The machine-tool complex has very wide technological capabilities, honoring special structural elements and technical capabilities.

*Keywords:* machine tool equipment, machining, machining accuracy, cutting tool.

УДК 004.352.2

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ 3D СКАНИРОВАНИЯ В СФЕРЕ ТЯЖЁЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

**Окопний М.А., Чернов А.В.**

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

Одной из ключевых операций при промежуточном и входном контролях - является оценка точного значения параметров заготовок. Это обеспечивает высокое качество и безопасность при изготовлении сложного оборудования в сфере тяжёлого машиностроения. Для получения размеров изделий появляется необходимость принципиально нового способа измерений - что позволит не задействовать ранее необходимые для этого производственные единицы, что в долгосрочной перспективе – положительно повлияет на качество и скорость выпускаемой продукции на предприятиях тяжёлого машиностроения. Операции измерений с использованием программно-измерительного комплекса Creaform Ametek, с собственным программным обеспечением, – позволяют реализовать данную процедуру.

*Ключевые слова:* сканирование, C-Track , MetraScan , измерение, трекер.

Детали и компоненты оборудования, производимые предприятиями тяжёлого машиностроения необходимо контролировать и оценивать уровень их исполнения. Сфера тяжёлого машиностроения – постоянно сталкивается с проблемой контроля сложных компонентов и деталей, в том числе – крупногабаритных. [1-3] Данная продукция в свою очередь является частями очень сложных сборок, например, реакторы типа ВВЭР. Для осуществления контроля параметров выпускаемой продукции – предлагается использовать комплекс оборудования для 3D сканирования Creaform Ametek.

Измерительная система состоит из портативного сканера MetraScan, со встроенными лазерными излучателями, и двухкамерного датчика C-Track для набора облака точек, с оптическим трекером, который определяет положение сканера в пространстве (рис. 1).



Рисунок 1 – Измерительная система

Схема рабочего процесса сканирования показана на рисунке 2.

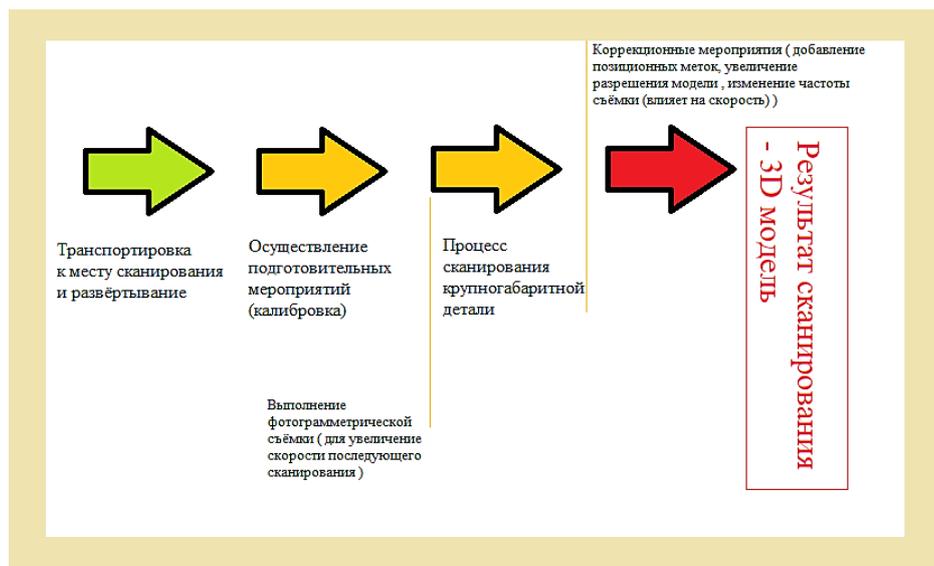


Рисунок 2 – Рабочий процесс сканирования

Сканер – беспроводной, лёгкий, эргономичный, что позволяет контролировать труднодоступные зоны. Объем измерения без перестановки трекера в 16,6 м<sup>3</sup> дает возможность контроля как небольших, так и крупногабаритных объектов с точностью до 64 мкм. На рисунке 3 показан промежуточный результат сканирования – 3D модель сканируемого объекта.

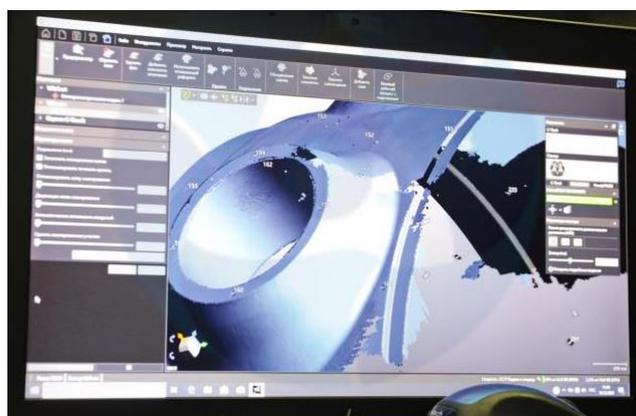


Рисунок 3 – 3D модель сканируемого объекта

Положение сканера в пространстве определяется с помощью оптического трекера S-Track, который привязывает систему координат к объекту измерения за счет определения размещенных на нем отражателей. Это позволяет свободно перемещать трекер, сканер и сам объект в пространстве в процессе сканирования.

Комбинация информации о форме проецируемых на поверхность объекта лазерных линий и взаимном расположении сканера MetraScan и трекера C-Track даёт данные о поверхности исследуемого объекта (рис. 4).

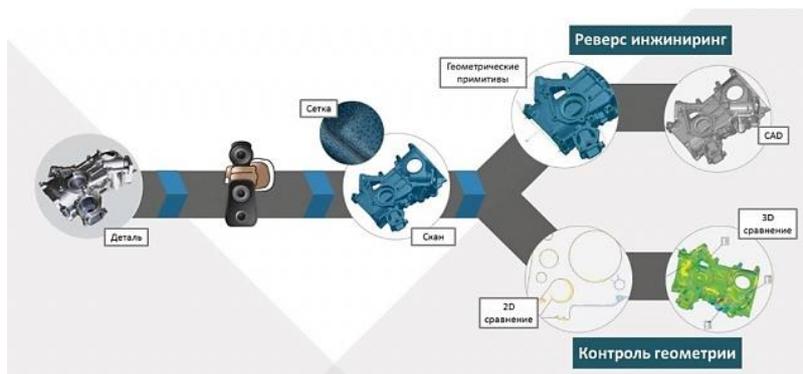


Рисунок 4 – Реверс инжиниринг(reverse engineering) и контроль геометрии

Конечным результатом сканирования является полигональная 3D-модель объекта, которая применяется как для контроля геометрии, так и для обратного проектирования. Оборудование защищено от воздействия внешней среды, что даёт возможность проводить измерения в различных климатических условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. A Complete Solution [Электронный ресурс]. – URL: <https://pdf.directindustry.com.ru/pdf/creaform-54710.html> (дата обращения: 23.12.2020).
2. Ben Касура: Ancient wonders captured in 3D [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.ted.com/talks/ben\\_kasyra\\_ancient\\_wonders\\_captured\\_in\\_3d.html](http://www.ted.com/talks/ben_kasyra_ancient_wonders_captured_in_3d.html) (дата обращения: 05.11.2020).
3. How 3D measurement technologies increase point cloud accuracy [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.creaform3d.com/en/resource-center/technological-fundamentals/intelligent-measurement/documentation> (дата обращения: 16.12.2020).

### Using 3D Scanning in Heavy Engineering Sphere

**М.А. Окопны<sup>1</sup>, А.В.Чернов<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: bfjrus@gmail.com*

<sup>2</sup>*e-mail: AVChernov@mephi.ru*

**Abstract** – One of the key operations in intermediate and incoming inspection is the assessment of the exact value of the parameters of the workpieces. This ensures high quality and safety in the manufacture of complex equipment in the field of heavy engineering. To obtain the overall dimensions of products, a fundamentally new method of measurement is needed - which will allow not to use previously necessary production units, which in the long term will have a positive effect on the quality and speed of products. at the enterprises of heavy engineering. Measuring operations using the software-measuring complex Creaform Ametek, with its own software, - allow you to implement this procedure.

*Keywords:* scanning, C-Track, MetraScan, measurement, tracker.

## СЕРВЕРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ДЛЯ ОНЛАЙН ФУНКЦИОНАЛА ГАЗОАНАЛИЗАТОРА

Севастьянов Д.А., Ратушный В.И., Ермолаева Н.В.

*Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» (ВИТИ НИЯУ МИФИ), г. Волгодонск Ростовской обл., Россия*

В настоящей работе описан принцип работы сервера для расширения онлайн функционала газоанализатора, измеряющего концентрацию нескольких газов (метан, пропан, бутан, угарный газ, водород). Газоанализатор сопряжен со смартфоном с ОС Android. Смартфон используется для отображения информации, управления режимами вывода информации на экран, определения местоположения пользователя газоанализатора, пересылки оперативной информации на удаленный сервер. Сервер развернут на компьютере Raspberry Pi B+, операционной системой выступает FreeBSD, используемая база данных – MySQL. Сервер предназначен для хранения результатов газовых замеров, координат места, где были сделаны замеры. Также разработан сайт, на котором пользователь может просмотреть показатели замеров в виде графика.

*Ключевые слова:* портативный газоанализатор, смартфон, обнаружение и контроль газов, метан, пропан, угарный газ, водород, удаленный сервер.

Ранее мы сообщали о разработке физического прототипа универсального устройства – газоанализатора для измерения концентрации нескольких газов (метан, пропан, бутан, угарный газ, водород), который может работать в режиме онлайн и разработке программного обеспечения (ПО) для смартфона с ОС Android с целью выполнения функции визуализации и менеджмента данных, получаемых от газоанализатора [1-5].

Целью настоящей работы является разработка серверной составляющей для онлайн функционала данного газоанализатора. Представленная тема является актуальной, так как задача создания данного комплекса имеет практическое применение в промышленных и бытовых целях.

Разработанный газоанализатор передает данные на смартфон, откуда информация через интернет поступает на сервер [1]. Сервер развернут на компьютере Raspberry Pi B+, операционной системой выступает FreeBSD, используемая база данных – MySQL. Управление базой данных осуществляется через веб утилиту PHP My Admin. На скриншоте (рис. 1) показана главная таблица, где хранятся показатели с газоанализатора. Данные будут поступать через канал передачи данных между базой данных и смартфоном.

id	messnr	concentration	coord	load	dtm
1	CO	128	MULL	2021-03-17 13:13:37	
2	CO	130	MULL	2021-03-17 13:14:00	
3	CO	150	MULL	2021-03-17 13:15:23	
4	CO	129	MULL	2021-03-17 13:15:36	
5	H2	110	MULL	2021-03-17 13:16:58	
6	H2	150	MULL	2021-03-17 13:17:13	
7	H2	130	MULL	2021-03-17 13:17:25	
8	H2	90	MULL	2021-03-17 13:17:36	

Рисунок 1 – Скриншот таблицы в Базе данных для хранения показателей газоанализатора

Сервер предназначен для хранения результатов газовых замеров, координат места, где были сделаны замеры. Также разработан сайт, на котором пользователь может просмотреть показатели замеров в виде графика. На этом графике будут отображаться актуальные (самые последние) данные. Для построения графика используется сторонняя библиотека AnyChart. Сайт написан на языках HTML, CSS, JavaScript и PHP.

Разработка серверной составляющей для онлайн функционала газоанализатора является завершающим этапом в работе над газоанализатором. Предлагаемый нами газоанализатор может использоваться для обеспечения безопасности работ, для контроля технологических процессов на предприятиях лакокрасочной, химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей, пищевой промышленности, на предприятиях, связанных с хранением и транспортировкой нефти и нефтепродуктов. Следует отметить, что такие газоанализаторы незаменимы в промышленности, где необходимо непрерывно контролировать технологический процесс в режиме реального времени.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермолаева, Н.В., Ратушный, В.И., Севастьянов, Д.А. Портативный многокомпонентный газоанализатор, совместимый со смартфоном на ОС Android // Вестник национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2020. – Т. 9. № 5. – С. 455-459.
2. Ермолаева, Н.В., Севастьянов, Д.А. Портативный газоанализатор на основе смартфона // Тенденции развития науки и образования : сб. науч. тр. по материалам XIX междунар. науч. конф. Самара, 2016. – Ч. 3. – С. 12-13.
3. Ермолаева, Н.В., Севастьянов, Д.А. Устройство регистрации углеводородных газов на основе смартфона // Фундаментальные основы, теория, методы и средства измерений, контроля и диагностики: материалы 18-й Междунар. молодеж. науч.-практ. конф. Новочеркасск, 2017. – С. 132-137.
4. Ермолаева, Н.В., Ратушный, В.И., Севастьянов, Д.А. Мобильное устройство для обнаружения и контроля горючих и токсичных газов // Вестник национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». – 2018. – Т. 7. – № 1. – С. 75-79.
5. Севастьянов, Д.А., Ермолаева, Н.В., Рыбальченко, А.Ю., Ратушный, В.И. Разработка газоанализатора с про-граммным обеспечением для смартфона с ОС ANDROID // Студенческая научная весна–2020: сборник тезисов и статей ежегодной научно-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Волгоград: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2020. – С. 64-67.

### Server Component for Online Gas Analyzer Functionality

D.A. Sevastyanov<sup>1</sup>, V.I. Ratushny, N.V. Ermolaeva

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University "MEPhI",  
Volgodonsk, Rostov Region, Russia  
e-mail: dima.nuclear@gmail.com*

**Abstract** – This paper describes the principle of operation of a server for expanding the online functionality of a gas analyzer that measures the concentration of several gases (methane, propane, butane, carbon monoxide, hydrogen). The gas analyzer is paired with an Android smartphone. The smartphone is used to display information, control the modes of displaying information on the screen, determine the location of the gas analyzer user, and send operational information to a remote server. The server is deployed on a single-board Raspberry Pi B+ computer, the operating system is FreeBSD, and the database used is MySQL. The server is designed to store the results of gas measurements, the coordinates of the place where the measurements were made. A website has also been developed where the user can view the measurement indicators in the form of a graph.

**Keywords:** portable gas analyzer, smartphone, gas detection and control, methane, propane, carbon monoxide, hydrogen, remote server.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ПУШКИ ГАУССА

Старченко А.С., Тришечкин Д.В., Рыбальченко А.Ю.

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

В данной работе представлена одна из разновидностей электромагнитного ускорителя масс, известная как «пушка Гаусса». Показаны принцип действия установки и возможность её использования для изучения взаимодействия магнитного поля с твердыми телами, например, в лабораторном практикуме.

*Ключевые слова:* пушка Гаусса, электромагнитное воздействие.

В настоящее время «пушки Гаусса» представляют интерес в основном для энтузиастов и студентов [1]. При этом авторы работ обычно ограничиваются расчетами с помощью программного обеспечения, имеющегося в открытом доступе, и изготовлением прототипов. Экспериментального же изучения работы конструкций, как правило, не проводится. Целью данной работы является изготовление установки и разработка методики для экспериментального исследования «пушки Гаусса» с применением баллистического маятника.

На рисунке 1 показана схема установки, в состав которой входят соленоид, батарея конденсаторов, источник напряжения для зарядки конденсаторов и ключ. Принцип работы установки: в соленоид помещается снаряд из ферромагнетика, батарея конденсаторов заряжается до заданного напряжения. С помощью ключа батарея подключается к соленоиду, при этом в обмотке возникает кратковременный импульс тока с большой амплитудой. За счет этого в соленоиде создается сильное магнитное поле, ускоряющее снаряд. Для измерения кинетической энергии снаряда используется баллистический маятник.

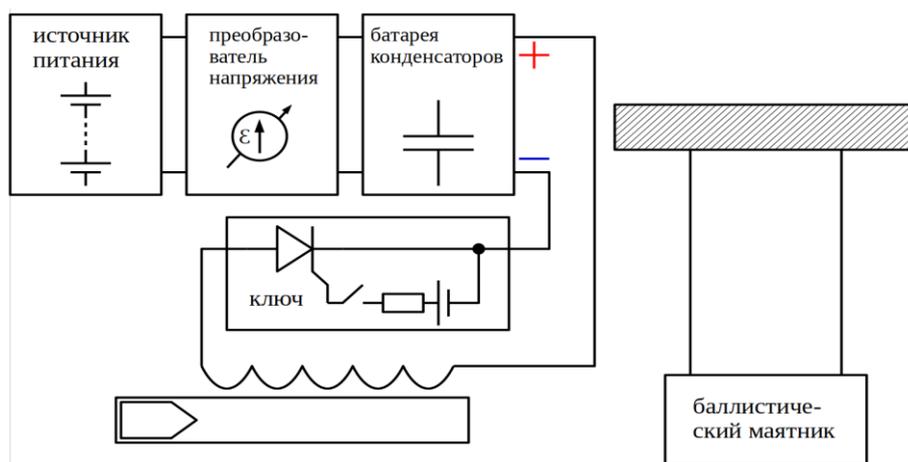


Рисунок 1 – Схема установки для изучения «пушки Гаусса»

Моделирование работы и оценку основных параметров «пушки Гаусса» можно провести, например, в программе FEMMGauss, распространяемой бесплатно [2].

Для экспериментального изучения работы установки можно использовать следующую методику: 1) соленоид закрепляется горизонтально, напротив него на линии выстрела устанавливается баллистический маятник; 2) в каркас соленоида помещается снаряд известной массы  $m$ ; 3) батарея конденсаторов с известной емкостью  $C$  заряжается до заданного напряжения  $U$ ; 4) замыкается ключ, при этом снаряд, разогнанный магнитным

полем соленоида, после вылета из ствола попадает в баллистический маятник с известной массой  $M$ ; 5) затем измеряется высота  $h$  подъема маятника относительно его исходного положения.

При обработке результатов используются известные из курса общей физики формулы, выражающие энергию конденсатора, закон сохранения импульса при неупругом взаимодействии двух тел и закон сохранения механической энергии для маятника (см., например, [3]). Приведем основные формулы:

1) исходная энергия  $W_0$  батареи конденсаторов:

$$W_0 = \frac{cU^2}{2};$$

2) скорость  $u$  и кинетическая энергия  $W_1$  снаряда:

$$v = \left(\frac{m+M}{m}\right)\sqrt{2gh} = \left(1 + \frac{M}{m}\right)\sqrt{2gh}; W_1 = \frac{mv^2}{2};$$

3) КПД  $\eta$  установки:

$$\eta = \frac{W_1}{W_0}; \frac{\Delta\eta}{\eta} = \frac{\Delta W_1}{W_1} + \frac{\Delta W_0}{W_0}.$$

Таким образом, в работе представлена установка и методика для экспериментального изучения электромагнитного ускорителя масс – «пушки Гаусса». Предложенная установка может использоваться в лабораторном практикуме по общей физике.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фахруллин, С. Р. Электромагнитный ускоритель масс. Пушка Гаусса / С. Р. Фахруллин // Достижения и приложения современной информатики, математики и физики: материалы VII Всероссийской научно-практической заочной конференции, Нефтекамск, 30 ноября 2018 года. – Нефтекамск: Башкирский государственный университет, 2018. – С. 345-361.
2. <https://www.femm.info/wiki/HomePage>
3. Трофимова, Т. И. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Таисия Ивановна Трофимова. – 11-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 560 с.

### Research of the Operating Principle of the Gauss Gun

A.S. Starchenko<sup>1</sup>, D.V. Trishechkin<sup>2</sup>, A.Yu. Rybalchenko<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>*e-mail: shura.star2001@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: shuh.red@yandex.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: payalnik07@yandex.ru*

**Abstract** – This paper presents one of the varieties of an electromagnetic mass accelerator, a «Gauss gun». The principle of operation of the installation and the possibility of its use in a laboratory practice are shown.

*Keywords:* gauss gun, electromagnetic effect.

---

---

**СЕКЦИЯ**

---

---

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ  
СТРОИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МАТЕРИАЛОВ**

УДК 621.039.5:681.518.3

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ИСПЫТАНИЙ ЗГО, ПОСТРОЕННЫХ НА  
СТАНЦИЯХ С РЕАКТОРОМ ВВЭР-1000, ДУБЛИРУЮЩИМИ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ**

**Шкребец М.И., Пимшин Ю.И.**

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

Особое место во всестороннем изучении элементов АЭС занимают исследования контуров защиты, одним из которых является защитная герметичная оболочка (ЗГО). ЗГО характеризуется сложным строительным решением и является элементом, обеспечивающим защиту окружающей среды от возможных негативных событий, и обеспечивает защиту работающего реактора от внешних воздействий. В данной работе рассматривается теоретическое обеспечение испытаний ЗГО на станциях с реактором ВВЭР-1000 на этапе эксплуатации 30 и более лет.

*Ключевые слова:* защитная герметичная оболочка, испытания, дублирующие измерительные системы.

Сегодняшняя проблема – это то, что реакторы ВВЭР-1000, построенные в 1980-90-х и 2000-х годах, подошли к этапу продления ресурсных характеристик. При выполнении продления ресурсных характеристик выполняется продление герметичных оболочек, главной функцией которых является предотвращение выхода радиоактивных веществ в окружающую среду при тяжелых авариях.

Перед продлением выполняют реконструкцию оболочек. Как правило, она заключается в замене системы преднапряжений защитной оболочки (СПЗО) более модифицированной (СПЗО-М).

После реконструкции и замены элементов оболочки выполняют ее испытание. Программа испытаний должна учитывать текущий срок эксплуатации ЗГО (около 30 лет), свойства бетона и арматуры. Однако, цели, возложенные на оболочку, не меняются.

Согласно цели, решаемой оболочкой, испытанию должны быть подвергнуты ее свойства герметичности и прочности.

Испытания на герметичность должны полностью соответствовать ранее разработанной методике и реализованной на этапе сдачи в эксплуатацию оболочки. Методика определения деформаций для оценки прочностных характеристик ЗГО будет использовать деформационные характеристики оболочки за весь период эксплуатации, и деформаций, полученных на стадии испытания оболочки при ее наддуве.

При наддуве сопротивление перемещению оказывает сила обжатия СПЗО-М и бетон, состояние которого изменилось в процессе эксплуатации. При испытании созданием избыточного давления необходимо контролировать величины перемещений по исследуемым точкам, расположенным во внутренней и внешней поверхностях оболочки.

Для определения перемещений исследуемых точек на любом этапе ЗГО разработана мобильная геодезическая контрольно-измерительная система (МГИС), являющаяся дублирующей измерительной системой.

Основным критерием оценки технического состояния ЗГО является коэффициент запаса прочности:

$$K_0 = \frac{\Delta R_{исх}}{\Delta R_{исп}}$$

В качестве  $\Delta R_{исх}$  принята разница радиусов в моментной и безмоментных зонах на основании точек, размещенных на стенках ЗГО при ее преднапряжении; в качестве  $\Delta R_{исп}$  — разница тех же радиусов на этапе испытаний при наборе внутреннего давления в 4,6 атм.

Коэффициент запаса прочности для предварительно напряженных железобетонных конструкций на всех этапах, начиная с преднапряжения  $K_0 \geq 1,5$ .

Таким образом, у нас появляется возможность получить параметры прочности и герметичности ЗГО, построенных на станциях с реактором ВВЭР-1000 дублирующими измерительными системами на этапе эксплуатации 30 и более лет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забазнов, Ю.С. Разработка и исследование методики геодезического контроля технического состояния защитных оболочек АЭС : автореферат. – 2017.
2. Забазнов, Ю.С. Геодезический контроль геометрии выравниваемого здания / Ю.С. Забазнов, И.Г. Гайрабеков, Ю.И. Пимшин // Инженерный Вестник Дона. – 2014.

### **Ensuring the Testing Process of PHs Built at Stations with PWCP-1000 Reactors Using Redundant Measuring Systems**

**M.I. Shkrebec<sup>1</sup>, Y.I. Pimshin<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: marzia.shkrebec@icloud.com*

<sup>2</sup>*e-mail: YIPimshin@mephi.ru*

**Abstract** – A special place in the comprehensive study of the elements of nuclear power plants is occupied by studies of protection circuits, one of which is a protective hermetic shell (PHS). PHS is characterized by a complex construction solution and is an element that protects the environment from possible negative events, and provides protection of an operating reactor from external influences. This report shows the theoretical support for testing the PHS at plants with a WWPR-1000 reactor at an operation stage of 30 and more years.

*Keywords:* protective hermetic shell, testing, redundant measuring system.

УДК 628.4

### **РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА БЛАГОУСТРОЙСТВА ДВОРОВОЙ ТЕРРИТОРИИ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ Г. ВОЛГОДОНСКА**

**Тетерина А.А., Гулякина В.В., Постой Л.В.**

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

В рамках проекта по благоустройству существующей дворовой территории в городе Волгодонск представлена концепция развития комфортной среды в спальных районах города. Исследования показали, что существующая ситуация в районах не соответствует запросам и желаниям населения. Кроме того, отсутствует удобство использования территории двора.

*Ключевые слова:* благоустройство территорий, применение современных технологий, малые архитектурные формы, функциональность дворовой территории, удобство использования, экологичный город.

В небольших городах России и стран СНГ существует проблема отсутствия системного подхода к организации дворовых территорий существующей застройки. Актуальность работы определяется, прежде всего, необходимостью создания условий проживания и проведения досуга населения города Волгодонска в соответствии с современными государственными и международными нормами и стандартами планирования пространства. В настоящее время данная проблема остается без внимания из-за недостатка средств финансирования, а существующие подходы к городскому благоустройству не могут в полной мере удовлетворить потребности жителей в комфортной среде.

Целью работы является разработка концепции по облагораживанию территории, и типового проекта организации придомовой территории, который являлся бы приемлемым для использования в типовых застройках города. В качестве объекта исследования принят один из типовых дворов города Волгодонска, находящийся на пересечении проспекта Строителей и улицы Энтузиастов в квартале В-3. Предметом изучения являются существующие методы по благоустройству и озеленению прилегающей территории [1]. Основные задачи – это, прежде всего, создание комфортных условий для повседневной жизни и отдыха; обеспечение удобства и уюта для людей, проживающих на данной территории; сохранение функциональности участка; акцентирование внимания на айдентике возводимых архитектурных форм [2]. Таким образом, следуя вышеперечисленным задачам, предлагаются следующие решения по благоустройству дворовой территории:

- применение четырех видов покрытия (асфальтированное – парковочные места и проезжая часть; литое покрытие из резиновой или каучуковой крошки – детская площадка, беговая (вело-) дорожка, спортивная площадка с тренажерами; террасная доска – коворкинг зона [3]; газон – зона отдыха и зеленых насаждений);
- устройство детских и спортивных площадок, включающих аттракционы и уличные тренажеры;
- создание инновационной площадки для мусора с полузаглубленными контейнерами и организацией раздельного сбора мусора;
- расположение на территории необходимого количества осветительных установок;
- возведение коворкинг зоны на месте агитационной площадки;
- создание других малых архитектурных форм (скульптуры, лавочки с навесами, клумбы [4]).

К автомобильным дорогам общего пользования применена замена дорожного асфальтового покрытия на новое согласно ГОСТ Р 50597-2017 «Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля». Парковочные места планируется расположить непосредственно примыкающими к домам № 20, 27 и 29.

Беговую дорожку, совмещенную с велопроездом, предполагается расположить по периметру всего двора. Протяженность дороги составит 330 метров, а расстояние от внутреннего края автомобильного проезда – 1.0 метр, с окаймлением бордюром (ГОСТ Р 52766-2007 «Дороги автомобильные общего пользования. Элементы обустройства. Общие требования»). Для велосипедистов предусмотрены, также вело-парковки.

В настоящее время во дворе предусмотрено две детские игровые площадки. Проектом предлагается зонирование последних, так как для каждой возрастной категории предназначено разное оборудование, которое соответствует интересам и уровню развития детей каждого из возрастов. Так площадка предполагает наличие двух зон: для детей младших возрастов 3-7 лет и для детей 7-12 лет. Вместе с этим они (игровые площадки) должны будут находиться на совмещенной территории, чтобы обеспечить взрослым возможность наблюдения за действиями детей.

Отдельно от площадок размещены уличные тренажеры, включающие велотренажеры, лыжи, маятники, степперы, эллиптические тренажеры, тренажеры для верхней тяги, жима ногами и руками, а также двойной и одинарный турник.

Сбор мусора предполагается сделать раздельным: будут размещены контейнеры для бумаги, пластика, металла и стекла. Также мусорные баки станут полузаглубленными для экономии места. Расположение ТКО удовлетворяет СП 42.13330.2016, поэтому меняться оно не будет.

Освещение предполагает наличие двадцати восьми светодиодных прожекторов мощностью равной 80Вт и световым потоком – 120 Лм/Вт. Располагаться они будут равномерно: вдоль пешеходных дорожек, авто-, вело- и беговых дорог, парковок, а также возле детских и спортивных площадок и коворкинг-зоны.

Коворкинг зона будет располагаться на месте агитационной площадки. Планшет сцены предполагается облицевать деревянными брусками, сиденья будут выполнены в виде 3-х ярусной сплошной скамейки-трибуны, оборудованной розетками с питанием от солнечных батарей.

По результатам работы выполнен проект по благоустройству дворовой территории существующей застройки города Волгодонска в квартале В-3. Для городов по типу последнего такой подход к развитию городской среды несет инновационный характер. В следствии типовой застройки города, данная концепция при условии ее правильной адаптации может быть применима и к другим дворовым территориям. Впоследствии также возможна разработка серии типовых проектов дворов и применение их в обустройстве остальных районов Волгодонска. Говоря о перспективном развитии идеи данного проекта, следует отметить то, что в дальнейшем будет рассмотрен и исследован вопрос о подземном паркинге. Это позволит значительно увеличить полезную площадь и улучшить внешний облик территории.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Казнов, С. Д.* Благоустройство жилых зон городских территорий / С.Д. Казнов. – М.: АСВ, 2017. – 958 с.
2. *Семенов, В.* Благоустройство городов / В. Семенов. – Москва: СПб. [и др.] : Питер, 2019. – 598 с.
3. *Кругляк, В.В.* Урбоэкология и мониторинг среды [Текст]: В.В. Кругляк, Н.П. Карташова. – Воронеж: ВГЛТА, 2004. – 72 с
4. *Попова, О. С.* Древесные растения в ландшафтном проектировании и инженерном благоустройстве территории / О.С. Попова, В.П. Попов. – М.: Лань, 2016. – 342 с.

### **Development of the Project of Improvement of the Yard Territory of the Existing Development of Volgodonsk**

**A.A. Teterina<sup>1</sup>, V.V. Gulyakina<sup>2</sup>, L.V. Postoy<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: anastasiyateterina.99@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: veragulakina1925@gmail.com*

<sup>3</sup>*e-mail: LVPostoj@mephi.ru.ru*

**Abstract** – As part of the project to improve the existing yard area in the city of Volgodonsk, we presented the concept of developing a comfortable environment in the residential areas of the city. Studies have shown that the current situation in the districts does not meet the needs and desires of the population. In addition, there is no convenience of using the territory of the yard. The absence of the latter can lead to a deterioration of the ecological situation of the city.

**Keywords:** improvement of residential areas, application of modern technologies, architectural landscape elements, functionality of the yard area, usability, eco-friendly city.

---

---

**СЕКЦИЯ**

---

---

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

УДК 004.8:316.334.2

**ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК ДРАЙВЕР СОЦИАЛЬНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Пингорина Д.В., Агапова С.П., Ухалина И.А.**

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

В работе рассмотрены определяющие факторы развития социально-экономической сферы общества с применением искусственного интеллекта, сформулированы преимущества и недостатки. С помощью обработки и систематизации имеющихся данных об использовании искусственного интеллекта определены проблемы и перспективы, которые могут возникнуть в ближайшем будущем.

*Ключевые слова:* искусственный интеллект, технологии, мышление, человечество, проблемы, преимущества, недостатки, предприятие, эффективность, риски.

Современное научное пространство не перестает преобразовывать окружающую среду. Стремление познать сложность человека, особенности его мозга, сознания и поведения, его потребности и желания, смысл его существования натолкнуло человечество на поиск и создание альтернативных систем, способных улучшить человеческую жизнь. Наглядным примером интеграции различных научных областей является такое научное направление, как искусственный интеллект.

Под искусственным интеллектом понимается работа цифрового компьютера, заключающаяся в выполнении задач, которые зачастую присущи только разумным существам. Данный термин находит свое отражение в проекте развития систем, которые наделены интеллектуальными процессами, свойственными человеку. К таким процессам можно отнести способность рассуждать, обобщать, учиться на прошлом опыте [1].

Общество начинает изучать проблемы искусственного интеллекта (ИИ) уже в середине XX века, в этот же период и происходит зарождение отдельной науки, посвящённой исследованию ИИ. Широкий горизонт возможностей компьютеров открывается ученым при использовании машин, которые могут быстро и точно проводить различные вычисления. Перед обществом возникает вопрос: смогут ли они достигнуть уровня человека? Появление на свет первых компьютеров, ставших базой для исследования, дал импульс к развитию ИИ [2].

Неограниченная сфера применения ИИ позволяет предположить, что искусственный интеллект способен кардинально изменить человеческое существование. Актуальность представленной темы заключается в том, что внедрение ИИ открывает новые перспективы для совершенствования деятельности и повышения продуктивности различных процессов. Целью данной статьи является изучение влияния ИИ на социально-экономическую сферу общества, оценка целесообразности его внедрения на основе выявленных проблем и перспектив его использования в народном хозяйстве.

Внедрение цифровых технологий позволяет значительно снизить количество посредников, что ускоряет длительность протекания операций и сделок между экономическими субъектами и обеспечивает снижение издержек производства, за счет роста производительности труда.

Принцип работы ИИ представляет собой процесс, состоящий из следующих этапов: (рис.1).

Первый этап – это входные данные или же получаемая первичная информация (изображения, видео, тексты, сигналы, табличные данные и т.д.). Затем идет непосредственная работа самой программы искусственного интеллекта, процесс обработки данных. Третий этап представляет выходные данные, полученные решения (классификация, детекция, сегментация, генерация, регрессия и т.д.).

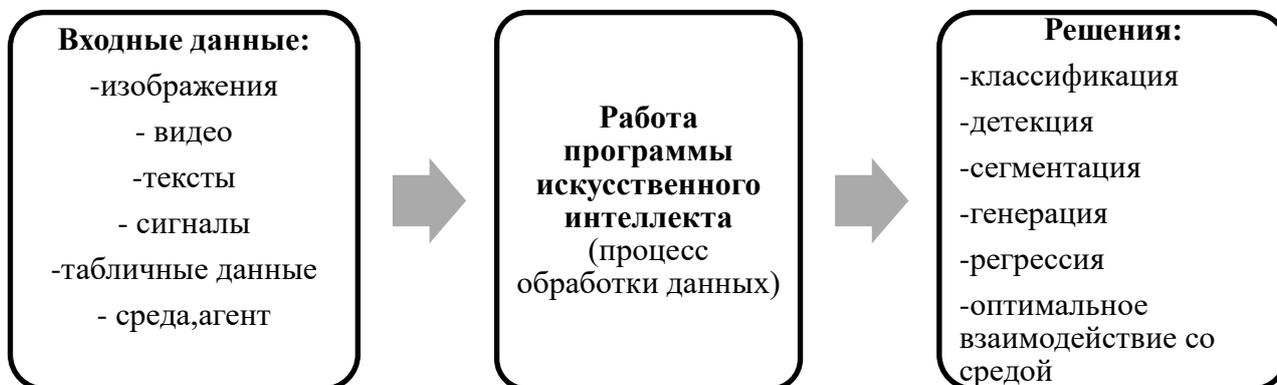


Рисунок 1 – Принцип работы искусственного интеллекта

На сегодняшний день искусственный интеллект стал неотъемлемой частью всех сфер жизни общества, он все чаще проникает в общественную жизнь людей. В настоящее время применение искусственного интеллекта отмечено в здравоохранении, образовании, атомной энергетике, промышленности, дорожном движении, сельском хозяйстве, различных сферах сервиса и других направлениях. Все вышеперечисленное говорит об особой важности данного механизма и его неоспоримой актуальности в современном мире.

IDC Worldwide Artificial Intelligence Spending Guide приводит данные об объемах российского рынка ИИ, согласно которым объем рынка ИИ превысил 290 млн долларов, затраты на решения с применением ИИ в коммерческих и государственных организациях возросли на 22,4% по отношению к 2019 году и оставались значительными в течение всего 2020 года, который по известным причинам (пандемия COVID-19) был крайне непредсказуем и изменчив. Исследование искусственного интеллекта позволяет сделать предварительные прогнозы касательно изменения объема рынка ИИ в ближайшем будущем. Так, предполагается, что рынок ИИ в 2023 году достигнет 500 млн долларов, а уже к 2024 году этот показатель составит 555,1 млн долларов. Такие расчеты, сделаны на основе изучения среднегодового роста расходов в области ИИ, который составляет 18,5% [3].

Ускорение научных исследований в области искусственного интеллекта, повышение доступности информации и вычислительных ресурсов для пользователей позволит достичь стратегические цели:

- обеспечение роста благосостояния и качества жизни населения;
- обеспечение национальной безопасности и правопорядка;
- достижение устойчивой конкурентоспособности российской экономики;
- достижение лидирующих позиций в мире в области искусственного интеллекта.

Так, например, в условиях реализации, представленной выше Национальной стратегии, Госкорпорация «Росатом» и Российский квантовый центр объявили о создании первой в России лаборатории, где главная работа посвящена исследованию и разработке методов машинного обучения и искусственного интеллекта на квантовых компьютерах, лаборатория специализируется на применении этих технологий в атомной отрасли [4]. В качестве основной задачи рассматривается развитие технологий квантового машинного обучения и квантовой оптимизации. Создание квантовых вычислительных технологий может радикально ускорить решение задач оптимизации, обработки больших массивов данных,

кластеризации и классификации. Еще одно перспективное направление – использование машинного обучения и нейронных сетей для исследования сложных квантовых систем.

Искусственный интеллект, как и любая вычислительная система, имеет свои преимущества и недостатки (табл. 1).

Таблица 1 – Преимущества и недостатки применения искусственного интеллекта

Применение искусственного интеллекта	
Преимущества	Недостатки
<ul style="list-style-type: none"> <li>- эффективен в условиях отсутствия высококвалифицированных кадров;</li> <li>- минимизация вреда для здоровья работника в агрессивных условиях;</li> <li>- минимизация человеческого фактора в критически важных сферах деятельности на монотонных работах;</li> <li>- автоматизация опасных видов работ;</li> <li>- возможность использования беспилотного управления транспортными средствами, что позволяет перемещаться длительное время без перерывов на отдых водителя;</li> <li>- точная передача команд, выполнение работы согласно переданной информации, что обуславливает точность и скорость рабочего процесса;</li> <li>- повышение эффективности в условиях работы предприятий, посредством минимального задействования персонала, высокой скорости переработки информации и принятия решений.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необходимость тотального контроля сохранности информации и персональных данных;</li> <li>- ущерб экологии в связи с большим потреблением энергии и проблемой утилизации;</li> <li>- сокращение рабочих мест вследствие автоматизации, что ведет к росту структурной безработицы;</li> <li>- огромные капиталовложения на стадии производства и внедрения;</li> <li>- риск технических сбоев и поломок;</li> <li>- риск взломов и роста киберпреступности;</li> <li>- отсутствие ориентации на эмоциональную сферу человека и изменение его социальных ориентиров;</li> <li>- отсутствие генерации креативных идей.</li> </ul>

Учитывая, что искусственный интеллект – это динамично развивающаяся система, которая имеет как преимущества, так и недостатки, для его широкомасштабного внедрения следует оценивать опасности и угрозы, которые ИИ потенциально несет в себе, также необходима серьезная оценка целесообразности его использования и детальные расчеты, позволяющие точно прогнозировать целевой результат.

В целях ускорения социально-экономического развития с использованием ИИ государству необходимо стимулировать спрос и поддерживать исследования и внедрение ИИ в различных сферах, предотвратить «утечку мозгов» с целью преодоления кадрового дефицита в высокотехнологичных отраслях, создать и адаптировать базу нормативного регулирования в области ИИ.

На данном этапе развития, можно утверждать, что искусственный интеллект только набирает свои обороты и в скором времени он станет такой же незаменимой частью нашей жизни, как интернет или прочие технологии, а недостатками такой системы будет неравенство на рынке развитых стран перед неразвитыми и незащищенность этой системы перед киберпреступностью. В последнем случае следует бороться не с самой системой, а с людьми-злоумышленниками, использующими мощные компьютерные технологии в корыстных целях. На сегодняшний день искусственный интеллект пока никак не продемонстрировал себя как зло, способное уничтожить человечество, что зачастую диктует киноиндустрия. Стоит отметить, что помимо прочего применение ИИ способно решить такие экономические проблемы, как снижение себестоимости и повышение производительности труда и др. В отличие от обычных компьютерных программ, ИИ способен гибко перенастраиваться, что позволяет многократно использовать его в различных отраслях. Согласно мнению экспертов, искусственный интеллект достигнет своего пика уже к 2030 году, что не так далеко от сегодняшнего дня. Будут ли перспективы ИИ оправданы – покажет будущее, но на данный момент человечеству стоит разумно подходить к его широкомасштабному внедрению и новым разработкам.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Статья: «Что такое искусственный интеллект (ИИ)?» [Электронный ресурс]. – URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/17550-что-такое-iskusstvennyy-intellekt-ii-opredelenie-ponyatiya-prostymi-slovami>
2. Сидоркина, И.Г. Системы искусственного интеллекта : учебное пособие / Сидоркина И.Г. – Москва : КноРус, 2020. – 245 с. – ISBN 978-5-406-07734-4. – URL: <https://book.ru/book/933618> (дата обращения: 28.03.2021). – Текст : электронный
3. Международная исследовательская и консалтинговая компания [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:IDC\\_\(International\\_Data\\_Corporation\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Компания:IDC_(International_Data_Corporation))
4. Страна-РОСАТОМ: Искусственный интеллект могут привлечь к составлению сложных расписаний и графиков работ [Электронный ресурс]. – URL: <https://strana-rosatom.ru/2021/03/12/искусственный-интеллект-могут-привл/>

### **Artificial Intelligence as a Driver of Social and Economic Development: Problems and Prospects**

**D.V. Pingorin, S.P. Agapova<sup>1</sup>, I.A. Ukhalina**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Volgodonsk, Rostov region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: svetlana-1164@mail.ru*

**Abstract** – The work examines the determining factors in the development of the socio-economic sphere of society with the use of artificial intelligence, formulates the advantages and disadvantages. By processing and systematizing the available data on the use of artificial intelligence, problems and prospects that may arise in the near future have been identified.

*Keywords:* artificial intelligence, technology, thinking, humanity, problems, advantages, disadvantages, enterprise, efficiency, risks.

УДК-005.21

## **ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ СТРАТЕГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ГОРОДА ВОЛГОДОНСК**

**Оганесян Д.Р., Павлова А.Б., Хухлаев Д.Г.**

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

В работе проведена оценка стратегического развития города Волгодонска, проанализированы основные недостатки, выявлены перспективы. На основании официальных данных были предложены собственные ключевые направления развития города.

*Ключевые слова:* стратегия, развитие, миссия, перспективы, направления, стратегия развития.

В 2015 г. премьер-министр РФ Дмитрий Медведев дал экспертному совету при правительстве России поручение разработать долгосрочный план развития страны. Программе впоследствии дали название «Стратегия-2030». Главным ее отличием явилось то, что это основополагающий и обязательный к исполнению документ, который носит не рекомендательный, а директивный характер. 1 января 2019 г. была утверждена стратегия Волгодонска.

Городская Дума определила приоритетными целями реализации стратегии следующие: повышение уровня и качества жизни населения, формирование благоприятных условий

социально-экономического развития города Волгодонска до 2030 года [1]. Следующие цели кратко представлены на рисунке 1.

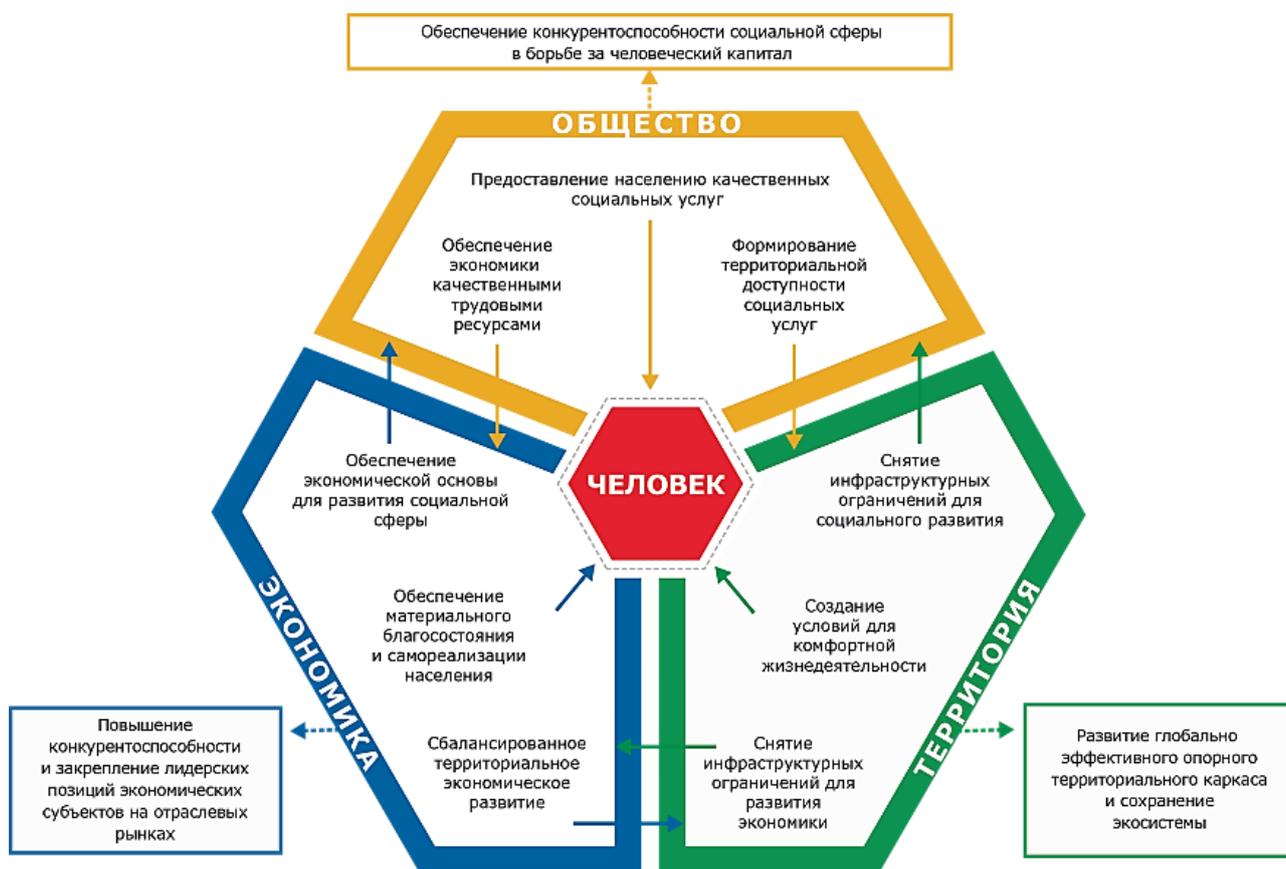


Рисунок 1 – Стратегия социально-экономического развития города Волгодонска до 2030 года

Система стратегического планирования позволяет определиться с направлением и темпом развития, очертить глобальные тенденции рынка, понять, какие изменения должны произойти, в чем преимущества, какие инструменты необходимы для успешного развития.

Процесс стратегического планирования состоит из нескольких этапов:

1. Определение миссии и целей.
2. Анализ среды, включающий в себя сбор информации, анализ сильных и слабых сторон, а также потенциальных возможностей на основании имеющейся внешней и внутренней информации.
3. Выбор стратегии.
4. Реализация стратегии.
5. Оценка и контроль выполнения.

За основу стратегии правительством была взята миссия города, которая определяет Волгодонск как индустриальный полюс роста, а также культурный, образовательный и деловой центр востока Ростовской области [2].

Правительством города была сформулирована стратегия и миссия города в обширном виде, охватывающая все сферы. Отсутствие акцента не позволяет направить ограниченные финансовые ресурсы на решение наиболее приоритетных проблем. Для определения слабых сторон и угроз, проведем SWOT-анализ города (табл. 1).

Таблица 1 – SWOT-анализ Волгодонска

Сильные стороны	Слабые стороны
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ город присутствия ГК «Росатом»;</li> <li>✓ развитый энергетический комплекс;</li> <li>✓ наличие Ростовской АЭС в 30 км от города;</li> <li>✓ наличие образовательных учреждений в области атомной энергетики;</li> <li>✓ низкая социальная и межнациональная конфликтность;</li> <li>✓ развитый потребительский рынок;</li> <li>✓ высокая концентрация сетевой торговли;</li> <li>✓ сравнительно низкое административное давление на бизнес;</li> <li>✓ высокая численность квалифицированных работников в области атомной энергетики;</li> <li>✓ свободные рыночные ниши;</li> <li>✓ наличие в городе спортивных комплексов и образовательно-спортивных организаций;</li> <li>✓ наличие в городе собственных профессиональных творческих коллективов;</li> <li>✓ выгодное географическое положение;</li> <li>✓ наличие крупных предприятий, производящих продукцию на экспорт.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ недостаточно развитая материально техническая база лечебно-профилактических учреждений;</li> <li>✓ недостаток финансовых ресурсов, выделяемых собственниками для модернизации производственных мощностей, на создание экологически чистых и безопасных производств, внедрение энерго- и ресурсосберегающих технологических процессов;</li> <li>✓ отсутствие системы утилизации отходов, проблемы с местами захоронения;</li> <li>✓ значительно изношенный парк техники и коммунальных сетей городской инфраструктуры;</li> <li>✓ система подготовки трудовых ресурсов не сбалансирована с потребностями рынка труда;</li> <li>✓ высокая концентрация промышленного производства на ограниченной территории;</li> <li>✓ загрязнен водный и воздушный бассейн;</li> <li>✓ значительная дифференциация доходов и имущества населения;</li> <li>✓ отсутствие качественного дорожного полотна, связывающего город с соседними населенными пунктами;</li> <li>✓ слабо развит туризм.</li> </ul>
Возможности	Угрозы
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ возможность вхождения в федеральные и региональные целевые программы, в том числе в рамках реализации национальных проектов;</li> <li>✓ модернизация и развитие энергетики;</li> <li>✓ развитие инновационных процессов и производств на базе имеющегося научного потенциала, в том числе и через реализацию научных разработок ученых города;</li> <li>✓ развитие механизмов частного государственного партнерства;</li> <li>✓ возможность привлекать студентов из других регионов;</li> <li>✓ потенциал наращивания образовательного и интеллектуального потенциала населения города;</li> <li>✓ повышение конкурентоспособности продукции промышленных предприятий за счет роста инвестиционной и инновационной активности и обновления на основе этого важнейших производственных фондов;</li> <li>✓ нахождение вокруг города сельскохозяйственных районов, что определяет их потребность в переработке с/х продукции предприятиями города.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ухудшение экологической ситуации;</li> <li>✓ миграция (отток) трудоспособного населения;</li> <li>✓ дефицит финансовых ресурсов, трудности с обеспечением производственных площадок объектами инфраструктуры;</li> <li>✓ снижение численности населения молодежи трудоспособного возраста - уменьшение трудового потенциала;</li> <li>✓ снижение платежеспособности населения вследствие возможного экономического кризиса;</li> <li>✓ ухудшение демографических показателей (смертность превышает рождаемость, старение население, миграционный отток населения).</li> </ul>

Как видно из анализа, город обладает большим количеством преимуществ и возможностей для развития, но и «узких мест» тоже много.

Одной из проблемных отраслей города является туризм. Проанализировав официальный документ, мы пришли к выводу, что приведенных в стратегии природно-географических ресурсов недостаточно для развития туризма и притока потребителей туристских услуг. В городе недостаточно развитая туристская инфраструктура (транспортная, социальная, культурная). В результате чего эта сфера требует больших финансовых вложений, которые, вероятно, несоизмеримы с потенциальным экономическим результатом от развития отрасли.

Развитие сферы здравоохранения также сопровождается серьезными рисками. В условиях пандемии она сильно пострадала, проблема нехватки специалистов усугубилась сильнее. Что, по нашему мнению, является ключевой проблемой в данной области. Плюс ко всему, проблемой можно назвать нехватку кадров в городских больницах, а также оборудования, приспособлений, инструментов и медикаментов, условий оказания медицинской помощи.

Стратегия предполагает удержание достигнутого в 2017 году рекордно низкого показателя уровня смертности, что в современных реалиях оказалось сложнее. Показатель смертности увеличился. Добиться снижения показателя представляется нам достаточно сложным, так как отсутствует инструментарий достижения заявленных целей.

Волгодонск имеет все шансы выполнить отведенную ему роль промышленного полюса роста региона. Город обладает и энергетическими и производственными мощностями, имеет производственно-научную и образовательную базы, все эти факторы становятся фундаментом активного развития.

Промышленный комплекс Волгодонска состоит из электроэнергетики, производства для нефтяной, газовой и атомной промышленности специального оборудования. А также деревообработки и мебельного производства.

В городе образован Волгодонский промышленный кластер атомного машиностроения, в который входят ведущие предприятия города, образовательные организации. Базисом инновационной деятельности промышленных предприятий кластера являются результаты научно-исследовательских работ.

Эффективная работа кластера обеспечивает:

- рост объемов производства и реализации машиностроительной продукции, компонентов и систем управления, в том числе инновационного продукта;
- рост производительности труда;
- увеличение объема выполняемых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ по созданию новых и модернизации существующих технологий и производств;
- увеличение созданной в России добавленной стоимости по всем переделам цепочки создания стоимости конечной продукции;
- повышение активности малого и среднего бизнеса;
- рост объема реальных инвестиций;
- обеспечение социальной стабильности и экономического развития города Волгодонска и Ростовской области [2].

Спрос на услуги отечественных разработчиков и производителей оборудования для атомных электростанций постоянно увеличивается в связи с ростом заказов (особенно для строящихся АЭС за рубежом) и необходимостью импортозамещения продукции, а также дороговизной, длительными сроками поставки техники и запчастей зарубежного производства, которая разрешена к ввозу в Российскую Федерацию.

В долгосрочной перспективе (до 2030 года) ожидается устойчивое повышение спроса на продукцию и услуги кластера в связи с планами строительства АЭС за рубежом – в Турции, Иране, Египте, Вьетнаме, Финляндии.

Считаем, что для развития города и повышения инвестиционной привлекательности необходимо активное продвижение предлагаемой городом продукции на российские и зарубежные рынки. Эту задачу успешно решают важнейшие предприятия города, такие как, «Атоммаш», «Атоммашэкспорт», ООО «ВКДП». Другие предприятия также вовлечены в этот процесс и предлагают на рынок новую продукцию, например, «Топаз-сервис» готов предложить рынку новый товар – автомоечную машину-робота.

Рассмотрев результаты анализа отраслей г. Волгодонска, на которые можно сделать акцент, мы можем выделить следующие: энергетическое машиностроение, деревообрабатывающая и мебельная промышленность, сельское хозяйство, образование.

Существует объективная необходимость обеспечения роста кадровыми ресурсами за счет подготовки специалистов нашим ВУЗом, который успешно выполняет отведенную ему роль.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

3. Официальный сайт администрации города Волгодонск [Электронный ресурс]. – URL: <http://old.volgodonskgorod.ru/node/28243> (дата обращения: 28.03.2021).
4. Стратегия социально-экономического развития города волгодонска до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.gorduma.org/news/prpressa-o-dume/item/strategiya-2030.html> (дата обращения: 28.03.2021).

### Features of Planning the Statistical Development of the City of Volgodonsk

**D.R. Oganesyanyan<sup>1</sup>, A.B. Pavlova<sup>2</sup>, D.G. Huhlaev<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: oganesyan\_dianochka@list.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: timohinapavlovanaska@yandex.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: omega356@yandex.ru*

**Abstract** – The paper evaluates the strategic development of the city of Volgodonsk, analyzes the main shortcomings, and identifies prospects. On the basis of official data, the authors proposed their own key directions for the development of the city with the consequences that follow from them.

*Keywords:* strategy, development, mission, prospects, directions, development strategy.

УДК 37.014 (470.61)

## ПРОБЛЕМЫ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ГОРОДЕ ВОЛГОДОНСК

**Телегина Е.А., Рогачева Ж.С., Анцибор А.В.**

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

Во все времена одной из основных сфер городского потенциала и показателем развития инфраструктуры является образование. Образованность с древних времен и по сей день ценится как с точки зрения уровня познания человека в частности, так и в качестве оценки и возможности его беспрепятственного получения в городской среде, в общем. С точки зрения качества и возможности предоставления образования в городе Волгодонске существует ряд проблем, которые оказывают антипозитивное влияние на возможность и желание получать образование на территории города Волгодонска. В данной статье будут освещены некоторые из них.

*Ключевые слова:* образование, Волгодонск, проблемы, качество, мнение, анализ, факторы влияния.

Для того чтобы определить основные и значимые проблемные аспекты сферы образования города Волгодонска следует определить значение понятия «образования» с точки зрения становления города перспективной и востребованной площадкой для получения образования, а как следствие, и позитивного, располагающего к чему-то хорошему, месту проживания на данный момент времени, и в дальнейшей перспективе [1].

Для этого был проведен социальный опрос различных слоев населения города Волгодонска на тему уровня образования города Волгодонска на данный момент времени,

существующих проблем и перспектив его развития в дальнейшем. Категории населения, принявшие участие в данном социальном опросе представлены на рисунке 1.

К какой категории населения Вы относитесь?

207 ответов

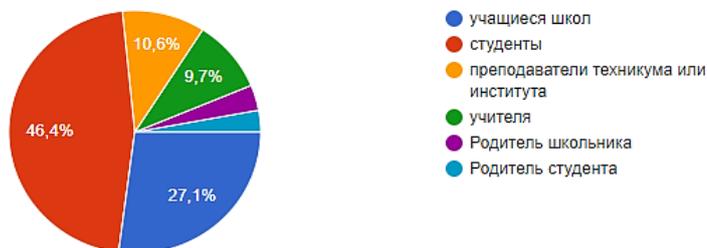


Рисунок 1 – Диаграмма категорий населения

Значение «сферы образования» в формировании городского потенциала, по мнению опрошенных жителей города Волгодонска очень велико, составляет практически 92%, наглядно эти данные представлены на рисунке 2.

Как Вы считаете, сфера образования - это одна из главных составляющих городского потенциала?

207 ответов

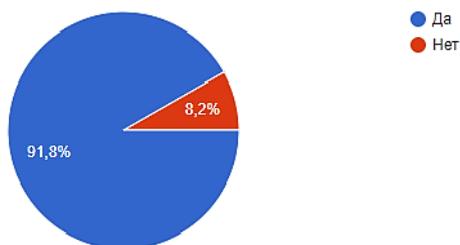


Рисунок 2 – Диаграмма значения сферы образования в формировании городского потенциала

Основываясь, на приведенных выше данных, можно с уверенностью сказать, что «образование» играет значительную роль в формировании имиджа города, его особенностей, отличительных черт и главное – является ключевым критерием в осуществляемом человеком выборе места проведения своей дальнейшей жизни и своего становления, как личности [3].

На основе проведенного социального опроса, в плане оценки различными категориями населения нашего города уровня образования Волгодонска, мнения опрошенных людей разделились. Большинство из анкетированных оценили уровень образования города Волгодонска, по 10-ти бальной шкале на 5-8 баллов. Результаты данного опроса представлены на рисунке 3.

Как Вы оцениваете уровень образования города Волгодонска по 10-ти бальной шкале?

207 ответов

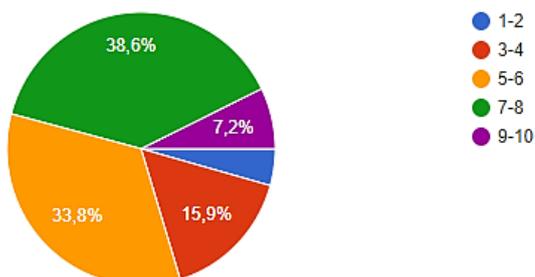


Рисунок 3 – Диаграмма, отражающая оценку уровня образования города Волгодонска

Наличие на диаграмме неудовлетворительных оценок уровня образования города сигнализируют о том, что на данный момент существует ряд проблемных зон в состоянии «сферы образования» города Волгодонска и ещё есть, к чему стремиться.

Наиболее распространённые проблемы в «образовании» по степени их актуальности, на основе результатов проведенного исследования представлены на рисунке 4.

Что по Вашему мнению является важной проблемой образования Волгодонска?

207 ответов



Рисунок 4 – Графическое представление проблем сферы образования по степени актуальности для населения города

1. Желание потенциальных обучающихся нашего города получать образование в других городах. Естественно данные действия обосновываются многими факторами, но зачастую, эти факторы не связаны непосредственно с городской средой и уровнем образования, данные решения зависят непосредственно от личных проблем и желаний молодого поколения. Это, безусловно, неплохо. Но итог все равно один – молодое поколение уезжает из города.

2. Стереотипы молодого поколения. К сожалению, достаточно весомая часть молодежи на данный момент времени не стремится к тому, чтобы сделать лучше и продуктивнее город Волгодонск, – город, в котором родился или живешь, долгий промежуток времени. Сейчас работает другая система: «Лучше и удобнее уехать туда, не знаю куда, главное, чтобы там уже и без меня было все хорошо, а я приеду и этим воспользуюсь».

3. Катастрофически маленькое число вузов в городе Волгодонске.

4. Наличие в г. Волгодонске практически единственного учреждения высшего образования. Для того чтобы уровень образования города находился на наивысшем уровне, уровень образованности населения должен также быть на высшем уровне.

5. Нехватка преподавательских кадров. В связи с тем, что в городе Волгодонске нет высших образовательных учреждений для получения профессии – педагог, молодому поколению приходится уезжать из города для получения данного образования. Как следствие, возвратятся в Волгодонск единицы.

6. Отсутствие разнообразия профессий, которые можно освоить в процессе получения высшего образования в г. Волгодонске. Спектр профессиональных направленностей не так разнообразен, как хотелось бы.

Анализ данных проблем и перспективы возможных изменений и угроз в сфере образования представлены в SWOT-анализе на рисунке 5.

<b>SWOT-анализ.</b>	
<p style="text-align: center;"><b>Сильные стороны (S)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Учреждения города Волгодонска имеют возможность дать высокий уровень образования.</li> <li>2. Создаются все возможные условия для получения качественного образования.</li> <li>3. Хорошо развитая система дошкольного и школьного образования.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Слабые стороны (W)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нехватка вузов высшего образования.</li> <li>2. Отсутствие выбора и разнообразия профессий в сфере высшего образования.</li> <li>3. Нехватка профессиональных кадров.</li> <li>4. Стереотипы молодого поколения.</li> <li>5. Желание молодого поколения продолжить обучение в других городах.</li> </ol>
<p style="text-align: center;"><b>Возможности (O)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Создать в г. Волгодонске возможность получать высшее образование по большому спектру профессии.</li> <li>2. Показать молодому поколению перспективы их дальнейшего образования и работы в Волгодонске.</li> <li>3. Сделать процесс образования приятным и интересным.</li> </ol>	<p style="text-align: center;"><b>Угрозы (T)</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В перспективе еще большая незаинтересованность молодого поколения в дальнейшем получении образования и жизни в городе Волгодонске.</li> <li>2. Катастрофическая нехватка педагогических кадров.</li> </ol>

Рисунок 5 – SWOT-анализ сферы образования

В конечном итоге можно сделать вывод о том, что сфера образования города Волгодонска является основополагающей в потенциале развития города. Для увеличения заинтересованности и популяризации Волгодонска в качестве перспективного места для получения образования, дальнейшей профессиональной деятельности и жизни в целом, следует особое внимание уделять образовательной составляющей. Для этого необходимо регулярно осуществлять анализ проблемных зон, предпринимать усилия по исправлению ситуации, повышению обеспеченности системы школьного образования Волгодонска квалифицированными кадрами, а главное, по развитию инфраструктуры города [2].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. VestnikBIST\_2-2019\_site.pdf (vestnik-bist.ru) [Электронный ресурс] (дата обращения: 27.03.2021).
2. Громцев, С.А. Педагогические проблемы системы подготовки специалистов с высшим образованием в Российской Федерации : монография / С. А. Громцев, А. Н. Пальчиков, В. Б. Коновалов. — Саратов : Вузовское образование, 2014. – 65 с.
3. Джурицкий, А.Н. История образования и педагогической мысли : учебник / А. Н. Джурицкий. – Саратов: Вузовское образование, 2017. – 356 с.

### Problems in the Field of Education in the City of Volgodonsk

**E.A. Telegina, J.S. Rogacheva, A.V. Antsibor**

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute - a branch of the National Research Nuclear University "MEPHI", Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: telegina2013@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: ZSRogacheva@mephi.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: AVAntsibor@mephi.ru*

**Abstract** – At all times one of the main areas of urban potential and an indicator of infrastructure development is education. Education from ancient times to this day is valued, both in terms of the level of human knowledge in particular, and as an assessment and possibility of its problem-free production in the urban environment, in general. From the point of view of the quality and possibility of providing education in the city of Volgodonsk, there are a number of problems that have an anti-positive impact on the opportunity and desire to receive education in the city of Volgodonsk. This article will cover some of them.

**Keywords:** education, Volgodonsk, problems, quality, opinion, analysis, factors of influence.

## ПРОБЛЕМА НЕХВАТКИ ИНВЕСТИЦИЙ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СТАРТАПОВ В МАЛОМ И СРЕДНЕМ БИЗНЕСЕ

Буряк А.Е., Семенов И.В., Ухалина И.А., Агапова С.П.

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

Важность развития и увеличения доли малого и среднего бизнеса в экономике России, на протяжении последних лет обсуждается экономическим сообществом все с большей заинтересованностью. В современных реалиях российского малого и среднего бизнеса остро стоит проблема, как заполучить финансирование на создание стартапов или же где и как найти инвестиции на развитие уже созданного бизнеса. Поэтому данный вопрос мы будем рассматривать, как основной, который тормозит рост малых и средних предприятий.

*Ключевые слова:* малый и средний бизнес, финансирование, инвестиции.

Изначальная нехватка инвестиций для реализации идей в области малого и среднего бизнеса является самой значительной и одной из самых сложных проблем, с точки зрения ее преодоления. Что же является причиной возникновения данной проблемы?

Во-первых, на территории нашей страны до сих пор инвестиционный климат находится в сложном положении, что усложняет получение финансирования. Во-вторых, экономическая обстановка также находится в нестабильном положении, что серьезно замедляет рост количества малых предприятий. Но существует еще одна причина, которая не в меньшей степени влияет на бизнес в целом и которая касается самих предпринимателей – это финансовая неграмотность и слабые предпринимательские качества.[1]

На основе данных опроса проведенного университетом «Синергия», из 150 тыс.чел. опрошенных, выявил, что 40,5% не хватает знаний о предпринимательстве, а 42,6% – капитала (рис. 1) [2].



Рисунок 1 – Результаты опроса

Исходя из полученных данных, проблема нехватки знаний, откуда получить деньги, встает наравне с самой проблемой нехватки капитала. Следовательно, нужно делать упор не только на изменение инвестиционного климата, но и на уровень знаний и информированности предпринимателей, так как неосведомленность о различных государственных программах поддержки затрудняет ситуацию с инвестированием стартапов в малом и среднем бизнесе. Этим и должны заниматься инвестиционные агентства, которые будут давать необходимые знания в области инвестирования бизнеса, а так же помогать находить инвесторов для последующего взаимодействия.

Так как получение капитала является тем фактором, который затрагивает предприятия разного размера, мы и рассмотрим проблему, связанную с ним. Начнем с того, что

сложности в получении капитала для малого и среднего бизнеса можно разделить на два основных аспекта:

- малые предприятия реагируют на изменение конъюнктуры быстрее всего, что сказывается на их прибыли, а резкие изменения внешних условий влияют на риски для инвесторов и что ставит под угрозу получение финансирования;

- малым предприятиям доступ на рынок капитала весьма ограничен, точнее, затруднен, а значит, затруднен и доступ к материальным и финансовым ресурсам, что заставляет предпринимателей прибегать к самофинансированию.[3]

Вышеизложенные проблемы можно решить несколькими путями:

1. Создание развитой системы организаций поддержки малого и среднего бизнеса, которая будет способствовать получению финансирования облегченным методом. Например, не так давно появившаяся сеть организаций «Мой бизнес», которая предоставляет льготы по кредитованию стартапов с поддержкой от государства.

2. Развивать государственную политику, направленную на снижение налоговой нагрузки и оказания помощи в кредитовании для МСБ. Например, расширение практики микрофинансирования с участием государственных и муниципальных фондов поддержки малого предпринимательства, софинансирование при обновлении производства и т.д.

3. Предусмотреть в условиях кредитов и займов, облегченный вариант возврата средств в ситуациях, связанных с ухудшением положения заемщика в связи с возникновением форсмажорных ситуаций, в частности, возможность не начислять заемщику штрафы и неустойки.

4. Создание инвестиционных агентств для малого и среднего бизнеса, которые будут помогать находить инвесторов, заинтересованных в предложенном стартапе;

5. Не стоит игнорировать проблему нехватки знаний у предпринимателей, так как незнание, как и откуда взять деньги на развитие, может стать серьезным барьером для продвижения новых бизнес-идей. Поэтому необходимо повышать предпринимательскую активность и бизнес-компетенции, повышение осведомленности о государственной поддержке у молодых предпринимателей, начиная с обучающихся в вузах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Радугина, В.С.* Инвестиционные процессы малых предприятий: сильные стороны и границы саморазвития / 2007 [Электронный ресурс] - URL: [http://www.science-bsea.bgita.ru/2007/ekonom\\_2007\\_2/radugina\\_invest.htm](http://www.science-bsea.bgita.ru/2007/ekonom_2007_2/radugina_invest.htm).
2. Журнал BANKNN [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.banknn.ru/zhurnal/stati/nehvatka-kapitala-i-znaniy-yavlyayutsya-barerom-dlya-sozdaniya-rossiyanami-biznesa>.
3. *Паштова, Л.Г.* Актуальные проблемы стартапов (малых производственных предприятий) в экономике России / Паштова Л.Г., Баев Г.О. // Cyberleninka [Электронный ресурс] - URL: <https://cyberleninka.ru/>.

### **The Problem of Lack of Investment for Implementing Startups in Small and Medium Businesses**

**A.E. Buryak, I.V. Semenenko, I.A. Ukhalina, S.P. Agapova<sup>1</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: svetlana-1164@mail.ru*

**Abstract** – the importance of developing and increasing the share of small and medium-sized businesses in the Russian economy has been discussed by the economic community with increasing interest in recent years. In the modern realities of Russian small and medium-sized businesses, there is an acute problem of how to get funding for the creation of startups, or where and how to find investments for the development of an already established business. Therefore, we will consider this issue as the main one that slows down the growth of small and medium-sized enterprises.

*Keywords:* small and medium business, financing, investments.

## ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА АТОМНУЮ ОТРАСЛЬ РОССИИ

Иванова П.Д., Анцибор А.В., Рогачева Ж.С.

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

В работе изучено влияние пандемии коронавирусной инфекции на атомную отрасль на территории Российской Федерации. Проведен сравнительный анализ результатов деятельности за 2020 год атомной и машиностроительной отраслей по итогам которого сделаны соответствующие выводы.

*Ключевые слова:* атомная отрасль, машиностроительная отрасль, пандемия COVID-19, экономические показатели, управление, электроэнергетика.

До сих пор мы переживаем времена коронавирусной инфекции, которая оказала влияние на многие отрасли экономики. COVID-19 пришел в Россию в апреле 2020 года, и именно с данного периода, неготовая к таким событиям Российская промышленность пошла на спад. Но что происходит в это время с одной из фундаментальных отраслей Российской экономики? Речь идет об атомной отрасли, а если быть конкретнее, об энергетическом дивизионе ГК «Росатом» – Концерне «Росэнергоатом».

В целом могло быть два сценария: либо бизнес прекратит свое существование, либо примет необходимые меры вовремя, и устоит. Из анализа, проведенного Центром макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования (ЦМАКП), следует, что в годовом выражении отечественное производство в апреле упало на 6,6 %, а уже в мае на 9,6 %. Также, основываясь на данных Росстата были выделены следующие группы: самые пострадавшие отрасли, умеренно пострадавшие, не пострадавшие и выигравшие. Предприятия, деятельностью которых является обеспечение электрической энергией, газом и паром входят в группу отраслей, которые почти не пострадали от кризиса, вызванного пандемией, уровень их выпуска, в силу устойчивости спроса, остался относительно стабильным [1].



Рисунок 1 – Процентное соотношение выработки предприятий, обеспечивающих электрической энергией, газом и паром за апрель – май 2020 года по отношению к 2019 году

Исходя из данных рисунка 1, мы можем увидеть снижение выработки предприятий отрасли за первые два месяца введения карантинных мер.

Рассматривая финансовую годовую отчетность Концерна Росэнергоатом, в частности, отчет о финансовых результатах, мы можем увидеть, что по сравнению с 2019 годом доходы от реализованной электрической энергии уменьшились на 7 590 856 тыс. руб. (Рис. 2) [2].

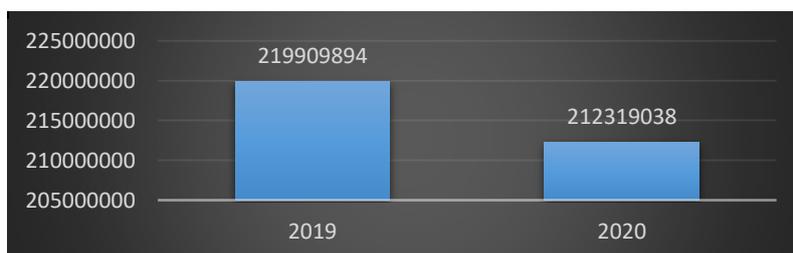


Рисунок 2 – Доходы от реализации электрической энергии, тыс. руб. за 2019 и 2020 гг., тыс. руб.

Так как многие организации и предприятия приостановили свою работу и перешли на удаленную работу, количество потребляемой электроэнергии сократилось, также влияние оказывают ценовые категории. Использование электроэнергии из дома является более дешевым вариантом, нежели потребление электроэнергии из офиса, т.к. для физических и юридических лиц существуют разные тарифы. Тем не менее, выручка Концерна «Росэнергоатом» в 2020 году выросла на 1,26% по сравнению с 2019 годом (рис.3).

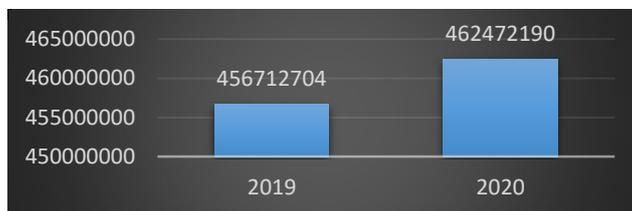


Рисунок 3 – Показатели выручки Концерна «Росэнергоатом» за 2019 и 2020 гг., тыс. руб.

Для того чтобы более наглядно оценить результаты деятельности атомной отрасли, приведем в сравнение показатели выработки предприятий машиностроительного сектора экономики. Согласно данным ЦМАКП, предприятия, занимающиеся производством машин и оборудования, вошли в группу умеренно пострадавших.

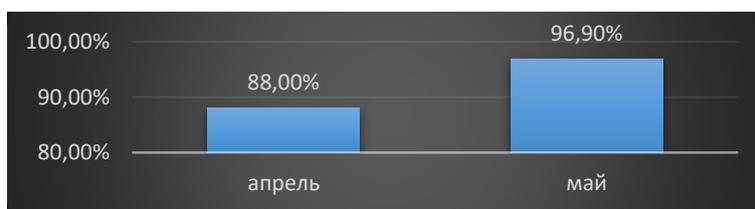


Рисунок 4 – Процентное соотношение выработки предприятий по производству машин и оборудования за апрель – май 2020 года по отношению к 2019 году

В апреле – мае 2020 года сжатие спроса на отдельные инвестиционные товары еще не успело проявиться в связи с длительным циклом их производства, а иногда и особенностями выполнения контрактов (в условиях начала кризиса еще происходят различного рода поставки и продолжение работ, например, достройка объектов, в рамках доисполнения контрактов). Данное явление можно было наблюдать и во время кризиса в 2008/2009 и 2014/2015 гг. Действие данного феномена мы можем увидеть на рисунке 4.

Исходя из вышеизложенных данных, мы видим, что предприятия машиностроительного сектора в большей степени пострадали от пандемии коронавирусной инфекции, чем предприятия, обеспечивающие электрической энергией.

COVID – 19 оказал влияние на долгосрочные планы корпорации, которые были сформулированы 7 лет назад, в 2014 году, поэтому на заседании общественного совета «Росатома» 30 сентября 2020 года обсуждали актуализацию стратегии деятельности на период до 2030 года. Игорь Ермаков – глава департамента стратегического планирования «Росатома», сообщает, что приоритетные стратегические цели остались неизменными, это такие цели как увеличение доли на международном рынке, снижение себестоимости продукции, развитие новых продуктов для российского и международного рынков, а также достижение лидирующих позиций в ряде передовых технологий на мировой арене. Более того, было подчеркнуто, что пандемия дала возможность выйти в новые сегменты. Руководительница проектного офиса программ устойчивого развития «Росатома» Полина Лион рассказала о части новой стратегии, которая заключается в том, что для работы госкорпорации были взяты 17 целей и 10 принципов Глобального договора ООН, которые затрагивают качество бизнес – процессов. [3]

Не смотря на пандемию атомная отрасль не входит в категорию тех секторов экономики, которые могут исчезнуть в один день, или приостановить свою работу, поэтому для непрерывной работы руководством «Росатома» было принято решение сформулировать

дублирующий состав топ-менеджеров как центрального аппарата, так и дивизионов, и предприятий. Госкорпорация приняла все необходимые меры по предотвращению распространения коронавирусной инфекции, в т.ч. обеспечение персонала необходимыми средствами индивидуальной защиты [4].

«Росатом» заботится не только о собственных сотрудниках, но также участвует в борьбе против COVID-19, путем разработки новых аппаратов, покупки медицинского оборудования для больниц и т.д.

Так, госкорпорация поделилась технологией стерилизации тест – систем, которые необходимы для сдачи анализов на COVID. Разработка и вывод на рынок аппарата «ТИАНОКС», его применяют при реанимации больных с тяжелой формой коронавируса. Данный аппарат был создан сотрудниками РФЯЦ ВНИИЭФ, по совместительству – преподаватели Саровского физико-технического института НИЯУ МИФИ. «Росатом» для больниц закупил 192 аппарата ИВЛ, другое медицинское оборудование, средства защиты на общую сумму около 1 млрд. рублей, также вместе с федеральным медико-биологическим агентством создали систему от звонка пациента в скорую помощь до первого назначения врача в стационаре, она позволила значительно сократить время до начала оказания медицинской помощи больным [5].

В качестве вывода можно отметить, что Московский центр ВАО АЭС, столкнувшись со сложностями, вызванными пандемией, действует активно, вовлекая в процесс решения проблемы все доступные ресурсы и ищет комплексные решения, способные снизить возникшие риски. Персонал и руководители открыты к взаимодействию, как региональном, так и глобальном масштабе, соответствующем уровню возникающих угроз.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Какие отрасли российской промышленности пострадали от пандемии коронавируса сильнее всего [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.forbes.ru/biznes/404085-kakie-otrasli-rossiyskoy-promyshlennosti-postradali-ot-pandemii-koronavirusa-silnee>.
2. Финансовая отчетность. Отчет о финансовых результатах Концерна «Росэнергоатом» за 2020 год [Электронный ресурс]. – URL: Акционерам ([rosenergoatom.ru](http://rosenergoatom.ru)).
3. Заседание Общественного совета Росатома [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.rosatom.ru/journalist/news/na-zasedanii-obshchestvennogo-soveta-rosatoma-obsudili-strategiyu-razvitiya-do-2030-goda/>.
4. Коронавирус повлиял на стратегию деятельности «Росатома» до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://strana-rosatom.ru/2020/10/12/koronavirus-povliyala-na-strategiyu-deya/>.
5. Росатом. Итоги 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.atomic-energy.ru/video/110331>.

### **Impact of the Covid-19 Pandemic on the Russian Nuclear Industry**

**P.D. Ivanova<sup>1</sup>, A.V. Antsibor<sup>2</sup>, Z.S. Rogacheva<sup>3</sup>**

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

*Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: pllnrvnv@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: AVAntsibor@mephi.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: ZSRogacheva@mephi.ru*

**Abstract** – The article examines the impact of the coronavirus pandemic on the nuclear industry of the Russian Federation. A comparative analysis of the results of activities for 2020 and of nuclear and engineering enterprises was carried out, based on which the corresponding conclusions were drawn.

**Keywords:** nuclear industry, engineering industry, COVID-19 pandemic, economic, management, electricity.

## ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА» В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Голянова Т.М., Телегина Е.А., Ухалина И.А., Ефименко Н.А.

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

В современном мире, как никогда актуальна производственная составляющая экономики. Одним из основополагающих параметров в мировой рейтинговой оценке является экономический аспект развития. Приоритетным направлением в развитии производственного сектора является возможность непрерывного формирования в сознании потребителей «потока создания ценностей». Для того чтобы деятельность организации оказывала положительное влияние как на само предприятие, так и на экономические показатели страны в целом используется концепция «Бережливого производства». В данной статье были рассмотрены особенности, т.е. проблемы внедрения данной концепции в Российской Федерации.

*Ключевые слова:* Бережливое производство, минимизация потерь, увеличение эффективности, экономика страны.

Для того чтобы наиболее точно определить и отразить в данной работе характерные черты и особенности распространения концепции Бережливого производства (БП) в России следует разобраться в сути понятия «Бережливое производство».

Бережливое производство – это уникальная концепция, используемая в управлении компанией, для повышения эффективности её деятельности, при использовании которой акцент делается как на повышение и улучшение качественной и количественной характеристики деятельности, осуществляемой данной компанией, так и на уменьшение и минимизацию потерь организации [3].

Что же представляет собой концепция «Бережливого производства»?

Если представить сферы, которые затрагиваются и подвергаются изменению и модернизации для дальнейшего эффективного с любых точек зрения функционированию компании, в виде наглядного изображения, данная концепция будет выглядеть так, как представлено на рисунке 1 [2].



Рисунок 1 – Система бережливого производства

Эффективность использования в качестве основополагающей концепции «Бережливое производство» выражается в следующих аспектах функционирования предприятия:

- одним из ключевых моментов является увеличение производительности;
- уменьшение неэффективного использования оборудования;
- длительность процесса создания изделия или услуги значительно снижаются;
- объёмы неиспользованного сырья и материалов, которые хранятся в складских помещениях, так же уменьшаются [1].

На основе всего вышесказанного можно сделать вывод, что использование концепции «Бережливого производства» повышает в разы эффективность функционирования организации и минимизирует убытки её деятельности или же полностью их ликвидирует.

Возникает вопрос: «Что мешает российским компаниям внедрять в свою управленческую деятельность данную концепцию, и каковы особенности её внедрения?»

Первой и неоспоримой особенностью, влияющей на сознание руководителей компании и отказ от использования «Бережливого производства», является то, что для внедрения данной концепции требуется не только модернизация производственных процессов в общем, но и управленческого аппарата, корпоративной системы взглядов, сознания и цели деятельности каждого работника в частности.

В продвижении философии Бережливого производства играет значительную роль психологическая особенность личности. Каждый человек чаще всего, вместо того, чтобы принять что-то новое и подготовиться к кардинальному перевороту, который улучшит его жизнь, в частности к эффективности функционирования данной компании, либо отсрочит на максимальный срок принятие этих изменений или вовсе их не будет рассматривать. Именно в данной особенности и заложен смысл основополагающей проблемы распространения концепции БП.

Также одной из особенностей является нехватка квалифицированных специалистов. Они, в свою очередь, должны не просто разбираться во всех тонкостях организации процесса «Бережливого производства», а совмещать в себе такие особенности и качества, как: педагогические, аналитические, способность грамотно руководить, умение делать правильные прогнозы на дальнейшие перспективы развития предприятия. Таких специалистов в России не так много.

Еще одной из проблем становится желание внедрить концепцию БП в кратчайшие сроки, что ни к чему хорошему не приводит. Комплексное изменение и улучшение экономических и социальных показателей – это кропотливый и долговременный процесс.

Проблемой успешного внедрения БП в деятельность предприятий является неосознание того, что «Бережливое производство» – это не универсальная концепция работы организации. Бережливые подходы являются одним из движущих инструментов повышения экономической и социальной эффективности и естественно, функционируют в комплексе с другими инструментами.

К проблемам внедрения БП приводит и существование мнения, что использование данной концепции не требует финансовых, ресурсных и трудовых затрат. Что в корне является неверным, т.к. любой скачок вверх подразумевает вложение средств, особенно в улучшении деятельности компании. Нехватка ресурсов также может привести к затормаживанию процессов организации производства на «бережливых» принципах.

Миф о том, что суть использования «Бережливого производства» заключается в том, чтобы просто уменьшить количество запасов направляет усилия предприятия по неэффективному пути. Одной из задач является снижение запасов так, чтобы предприятие так же эффективно и ритмично функционировало с минимальным количеством потребляемых ресурсов и чтобы это привело к дальнейшему увеличению экономической составляющей.

Еще одним мифом является то, что главной задачей данной концепции в плане трудовых ресурсов становится сокращение количества работников, что не верно. Особенностью концепции «Бережливого производства» является грамотное и эффективное перераспределение ресурсов, в том числе и трудовых, а не их ликвидация.

Еще одной ошибкой и особенностью Российских компаний является точное копирование в использовании «Бережливого производства» другими странами, что ведет к неэффективному внедрению. Данная концепция в первую очередь является философией компании, а, следовательно, у каждой фирмы она своя.

Также отличительной чертой внедрения БП становится то, что в Российских компаниях не существует устойчивой взаимосвязи: люди – процессы. Ведь, именно люди являются создателями и «двигателями» всех процессов.

На основе всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что эффективность функционирования предприятий Российской Федерации целиком и полностью зависит от желания работников предприятия занять ключевые позиции в своей отрасли. Каждый грамотный руководитель примет обдуманное и рациональное решение по поводу внедрения бережливых подходов в деятельность своего предприятия. Особенности внедрения концепции «Бережливое производство» возникают на каждом предприятии, под воздействием тех процессов, которые составляют специфику деятельности в той или иной отрасли. Общими трудностями в продвижении концепции БП на российских предприятиях являются, в первую очередь, незнание, боязнь, а иногда и нежелание руководителей что-либо менять в налаженной деятельности своих предприятий. Однако все признают тот факт, что современная экономика направлена на поиск эффективных путей использования ограниченных ресурсов и одним из эффективных инструментов является «Бережливое производство».

Основной вывод состоит в том, что «Бережливое производство – это не просто стратегия развития, это комплексный подход к повышению экономической и социальной эффективности предприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Причины отставания внедрения БП на предприятиях РФ [Электронный ресурс]. – URL: Причины отставания внедрения БП на предприятиях РФ (freepapers.ru)/ (дата обращения: 26.03.2021).
2. rdv [Электронный ресурс]. – URL: Бережливое производство: 8 эффективных инструментов и примеры удачного внедрения системы - блог RDV IT (rdv-it.ru) (дата обращения: 26.03.2021).
3. Клюев, А. В. Концепция бережливого производства : учебное пособие / А. В. Клюев. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2013. – 88 с. – ISBN 978-5-7996-0960-3. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/68438.html> (дата обращения: 26.03.2021). – Режим доступа: для авторизир. Пользователей

### **Features of Implementation of the Concept of «Lean Production» in the Activities of Enterprises of the Russian Federation.**

**T.M. Golyanova, E.A. Telegina, I.A. Ukhulina, N.A. Efimenko**

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute - a branch of the National Research Nuclear University*

*"MEPhI," Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: golyanova.tanechka@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: telegina2013@yandex.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: uhalina@yandex.ru*

**Abstract** – In the modern world, the production component of the country is more relevant than ever. One of the fundamental parameters in the world rating assessment is the economic aspect of development. The priority direction in the development of the production sector is the possibility of continuous formation of a "stream of value creation" in the minds of consumers. The concept of "Lean Production" is used to ensure that the activities of the organization have a positive impact both on the enterprise itself and on the economic performance of the country as a whole. In this article the peculiarities, i.e. problems of implementation of this concept in the Russian Federation, were considered.

*Keywords:* lean production, minimization of losses, increased efficiency, Russian Federation, economy.

---

---

**СЕКЦИЯ**

---

---

**СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ  
ОБЩЕСТВА В ПЕРИОД ИНДУСТРИАЛЬНОЙ РЕВОЛЮЦИИ 4.0**

УДК 621.039 : 364.32

**ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГОСКОРПОРАЦИИ «РОСАТОМ» И  
ОБЩЕСТВЕННЫХ ФОНДОВ В РЕШЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЗНАЧИМЫХ  
ПРОЕКТОВ**

**Власова В.Д., Гуламов В.Х., Локонова Е.Л.**

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

В работе рассмотрен важный элемент политики Госкорпорации «Росатом» – социальная политика, которая направлена на привлечение и создание комфортной среды для молодых и высокопрофессиональных специалистов атомной отрасли. В работе показано взаимодействие Госкорпорации «Росатом» и различных общественных фондов в решении социально-значимых проектов. В сфере взаимодействия с различными регионами страны, с регионами присутствия предприятий Госкорпорации «Росатом» имеются конкретные примеры положительного решения вопросов реализации социально-значимых проектов. Например, начиная с вопросов взаимодействия с местными органами власти и общественными организациями по совершенствованию форм и методов муниципального управления, созданию благоприятного общественно-политического и социально-экономического климата до создания благоприятных условий, в рамках благоустройства и содержания городских территорий. Такие совместные решения способствуют эффективному развитию регионов присутствия атомной отрасли.

*Ключевые слова:* социальная политика, Госкорпорация «Росатом», общественные фонды, социально-значимые проекты, регионы присутствия атомной отрасли.

Значимость фактора эффективности и масштабов энергетического производства в развитии человеческой цивилизации непрерывно возрастает. Данный фактор является одним из определяющих факторов, который влияет на показатель всей человеческой цивилизации. В современных условиях только атомная энергетика может удовлетворить затраты общества. В сфере взаимодействия с различными регионами страны, с регионами присутствия предприятий Госкорпорации «Росатом» имеются конкретные примеры положительного решения вопросов реализации социально-значимых проектов. Так, начиная с 2012 года, Концерн «Росэнергоатом» учредил Фонд содействия развитию муниципальных образований, так называемая «Ассоциация территорий расположения атомных электростанций» (Фонд «АТР АЭС»). Данный Фонд объединил 13 муниципальных образований территорий расположения АЭС и 11 атомных станций России. Цель данного объединения – это решение различных вопросов, связанных, прежде всего, с развитием инфраструктуры территорий расположения самих атомных станций, проведения разъяснительной работы среди населения о принципах безопасной работы самих предприятий атомной отрасли. Надо отметить, что создание такого объединения доказало свою эффективную работу. Примеров совместных взаимодействий Госкорпорации «Росатом» и общественных организаций можно привести множество. Это различные совместные проекты, которые решают вопросы по общему качественному развитию городов присутствия АЭС, социально-экономической жизни населения данных территорий, прежде всего за счет участия в конкурсах социальных проектов [1].

Цели, которые ставятся для решения социально-значимых проектов при совместной работе Госкорпорации и различных общественных фондов, многозначные. Это, прежде всего, создание большей привлекательности для проживания специалистов атомной отрасли

на территориях, которые находятся довольно далеко от федеральных центров, для специалистов с высоким научно-техническим потенциалом, а также представителей рабочих специальностей.

Начиная с 2013 года, проводятся открытые конкурсы социальных проектов среди некоммерческих организаций территорий расположения АЭС. Так, например, в настоящее время совместно с Госкорпорацией «Росатом» реализованы следующие социально-значимые проекты: – благоустроена центральная часть города, пешеходная зона в районе пл. Николаева; – создан первый городской парк в Курчатове; – в лесопарковой зоне городской спортивный парк «Атом-град» в Полярных Зорях; – благоустроена аллея «Золотые семьи» и установлен памятник святым благоверным Петру и Февронии в Волгодонске и в Десногорске и т.д.[4].

Цель исследования – рассмотреть вопрос о взаимодействии Госкорпорации «Росатом» и общественных фондов в решении социально-значимых проектов в зоне развития АЭС и влияние атомной станции на развитие инфраструктуры города (на примере РоАЭС и города Волгодонска).

Следует отметить, что Ростовская атомная электростанция является мощным предприятием атомной энергетической отрасли юга России. Именно на данную атомную станцию приходится выработка порядка половины всей электроэнергии в Ростовской области. Кроме того, РоАЭС является крупным налогоплательщиком. Также атомная станция является лидером южного региона по привлечению различных видов инвестиций, но, тем не менее, вкладывая существенные ресурсы в развитие своего города-спутника Волгодонска и прилегающих сельских районов, такие как Волгодонской, Зимовниковский, Дубовский, Цимлянский.

Итак, какие же социально-значимые проекты были осуществлены на территории города Волгодонска? В соответствии с действующим законодательством, в 2012 году, на развитие объектов социальной сферы города-спутника атомной станцией и Концерном было направлено около 1 миллиарда 400 миллионов рублей. Эти средства были потрачены на сеть газоснабжения, а так же водопроводы, очистно-канализационные сооружения, проводилось освещение улиц, прокладывались дороги, троллейбусные линии, строились спортивные комплексы, покупалось дорогостоящее оборудование в больницы. Порядка 3,3 млрд. рублей было вложено, инвестировано в капитал природоохранного назначения. Следует отметить, что все вышеуказанное является не разовым проектом, а системной работой по реализации экологической политики РоАЭС. Примером может служить то, что атомная станция ежегодно проводит ряд мероприятий по борьбе с разрастанием сине-зелёных водорослей в Цимлянском водохранилище. Проекты, которые направлены на поддержку наименее социально защищённых групп, таких как ветераны войны, инвалиды, дети из малообеспеченных семей, сироты и дети, оставшиеся без родителей, семьи сотрудников полиции, погибших при исполнении служебного долга, являются особо значимыми для атомной станции [2].

На средства, которые выделила Ростовской АЭС в рамках программы благотворительности, оказывается помощь городским учреждениям здравоохранения. Например, была проведена замена старых деревянных окон на металлопластиковые в кардиологическом отделении городской больницы №1, приобретено необходимое дорогостоящее оборудование для детской городской больницы.

В 2005 году «Концерном Росэнергоатом» в рамках разработанной и утвержденной комплексной программы мероприятий по выполнению рекомендаций и предложений Государственной экологической экспертизы по проекту Ростовской АЭС, реализуется «Программа комплексного экологического мониторинга на площадке и в районе размещения Ростовской АЭС». Примером реализации вышеуказанной программы могут служить такие мероприятия как наблюдение за гидрологическим и метеорологическим режимом; за режимом уровня подземных вод; наблюдение за сейсмичностью; за микродеформациями

грунтового массива площадки; за креном и осадкой, состоянием наземных и водных экосистем; контроль за радиационными параметрами в окружающей среде и т.д. [3].

Ростовская АЭС довольно успешно реализует ипотечную программу жилищного строительства. Льготная программа обеспечения жильем сотрудников АЭС довольно долго успешно действует на самой станции. Так же следует отметить, что в течение последних трех лет Ростовская АЭС являлась победителем областного конкурса «Коллективный договор – основа эффективности производства и защиты социально-трудовых прав работников». На Ростовской АЭС активно действует созданная Организация молодых атомщиков ОМА.

С целью узнать современный уровень осведомлённости населения города Волгодонска в области реализации социально-значимых проектов, был проведён опрос, в котором приняло участие 52 респондента. На вопрос «Испытываете ли Вы, страх, проживая рядом с атомной станцией?» 69% ответили что не испытывают страха проживая рядом с атомной станцией, 19% – испытывают в меньшей мере страх, 8% – граждан боятся жить рядом с АЭС, 4% – испытывают страх в большей мере. Результаты опроса по данному вопросу показали высокую осведомлённость граждан о мерах и средствах безопасности на атомных станциях. На следующий вопрос о том, знают ли респонденты о существовании фонда «АТР АЭС» (Ассоциация территорий расположения атомных станций), всего 17% респондентов ответили, что знают о существовании данного фонда. На вопрос о том, что знают ли о социальных проектах, которые осуществляются РоАЭС, 52% респондентов ответили, что знакомы с социальными проектами РоАЭС. Следующий вопрос «какие социальные проекты знакомы респондентам» показал следующие результаты: 27% – выбрали, ремонт и оборудование учебных помещений, спортивных залов, уличных территорий и игровых площадок детских садов и школ, 25% – проекты творческого и спортивного развития детей во всех городах, 16% – создание аллеи «Золотые семьи» и установка памятников, 14% – создание и оборудование многопрофильных площадок военно-спортивной подготовки, 9% – благоустройство центральной части города и пешеходных зон, 9% – реконструкция памятников и обелиска. На вопрос о том, считаете ли, что участие РоАЭС в жизни города способствует развитию г. Волгодонска, были даны следующие ответы: 83% – респондентов считают, что РоАЭС способствует развитию г. Волгодонска; 11% – считают, что РоАЭС не способствует развитию г. Волгодонска; 4% – не знают степень влияния атомной станции на город; 2% – считают, что РоАЭС способствует развитию, но не достаточно.

Учитывая вышеизложенное, можно сделать следующий вывод, что АЭС оказывают значительную поддержку в развитии городов, районов и целых областей. Взаимодействие Госкорпорации «Росатом» и общественных фондов способствуют эффективному развитию регионов присутствия атомной отрасли в решении социально-значимых проектов, что можем наблюдать на примере опроса населения г. Волгодонска. В целом в городе население осведомлено о социально-значимых проектах, проводимых РоАЭС, но совершенно не знакомы с данными проектами на федеральном уровне.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Роль энергии в развитии человеческой цивилизации [Электронный ресурс]. – URL: <https://helpiks.org/6-33413.html> (дата обращения: 30.03.2021).
2. Конкурс соцпроектов [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.rosenergoatom.ru/stations\\_projects/fond-atr-aes/konkurs-sotsproektov/](https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/fond-atr-aes/konkurs-sotsproektov/) (дата обращения: 31.03.2021).
3. Росатом Госкорпорация «Росатом» ядерные технологии атомная энергетика АЭС ядерная медицина [Электронный ресурс]. – URL:- [https://www.rosatom.ru/journalist/news/v-2020-godu-v-gorode-sputnikе-kolskoy-aes-realizovany-sotsialnye-proekty-na-202-mln-rub/?sphrase\\_id=1837024](https://www.rosatom.ru/journalist/news/v-2020-godu-v-gorode-sputnikе-kolskoy-aes-realizovany-sotsialnye-proekty-na-202-mln-rub/?sphrase_id=1837024) (дата обращения: 31.03.2021).
4. Конкурс социально значимых проектов на территориях присутствия ОАО «Концерн Росэнергоатом» [Электронный ресурс]. – URL: <https://csrjournal.com/12353-konkurs-socialno-znachimyx-proektov-na-territoriyax-prisutstviya-oao-koncern-rosenergoatom.html> (дата обращения: 30.03.2021).

## **Interaction of Rosatom State Corporation and Public Funds in Solving Socially Significant Projects**

**V.D. Vlasova<sup>1</sup>, V.Kh. Gulamov<sup>2</sup>, E.L. Lokonova<sup>3</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: valeralokonova@ya.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: gulamov905@gmail.com*

<sup>3</sup>*e-mail: ELLokonova@mephi.ru*

**Abstract** – The paper considers an important element of the policy in the State Atomic Energy Corporation «Rosatom» – social policy, which is aimed at attracting and creating a comfortable environment for young and highly professional specialists in the nuclear industry. The paper shows the interaction of the State Atomic Energy Corporation «Rosatom» and various public funds in solving socially significant projects. There are specific examples of positive solutions for the socially significant projects implementation in the field of interaction with various regions of the country, where ROSATOM enterprises are presented. For example, starting with the issues of interaction with local authorities and public organizations to improve the forms and methods of municipal government, create a favorable socio-political and socio-economic climate ending with creating favorable conditions within the framework of the improvement and maintenance of urban areas. Such joint decisions contribute to the effective development of the regions where the nuclear industry is presented.

**Keywords:** social policy, State Atomic Energy Corporation «Rosatom», public funds, socially significant projects, regions of the nuclear industry presence.

УДК 378.147 : 004

## **ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА НА ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ВИТИ НИЯУ МИФИ)**

**Железнякова А.В., Грачев А.С., Горбачев А.В.**

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

В данной статье поднимался вопрос субъективного сравнения качеств очного и дистанционного формата высшего образования студентами ВИТИ НИЯУ МИФИ. Для исследования поставленной задачи, среди обучающихся был проведен опрос, в котором им предлагалось сравнивать два формата (традиционного и дистанционного) обучения. На основании результатов проведенного опроса проводился анализ. В работе также была описана организация дистанционного обучения в нашем институте, используемые методы и решения организации обучения и аттестаций, проблемы и перспективы данного формата обучения.

**Ключевые слова:** пандемия, COVID-19, электронная информационно-образовательная среда, система дистанционного обучения.

Целью данной статьи является получение информации об особенностях перехода студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ (Волгодонский инженерно-технический институт Филиал Национального исследовательского ядерного университета "МИФИ") на дистанционный формат обучения с точки зрения самих студентов, а также анализ преимуществ и недостатков такого формата обучения.

В проведенном нами опросе принимали участие студенты ВИТИ НИЯУ МИФИ. В опросе приняли участие 366 человек. Данные были собраны при помощи анкеты, созданной на платформе Google forms. Доступ к заполнению анкеты осуществлялся по ссылке, распространяемой по группам через личные кабинеты студентов. Респонденты являются студентами ВИТИ НИЯУ МИФИ очной формы обучения, обучающиеся на всех направлениях подготовки.

В российском обществе существует неоднозначное отношение к дистанционному формату обучения. Неготовность образовательных организаций, к полноценному переводу всех форм занятий в дистанционный формат было явным. Однако, в ВИТИ НИЯУ МИФИ данный процесс, на наш взгляд, прошел эффективно. Создана электронная информационно-образовательная среда и продуктивно применяется система дистанционного обучения (СДО) на платформе moodle. Также, наличие программного обеспечения MS Lync/Skype for business/Zoom (контактная работа в режиме видеоконференции) сделали переход на дистанционное обучение максимально адаптивным как для преподавателей, так и для студентов.

Студентам ВИТИ НИЯУ МИФИ был задан вопрос о том, какая из платформ для проведения дистанционных занятий в формате видео-конференции является для них более удобной – MS Lync/Skype for business или Zoom (учитывая также равноценность программ). В опросе были заданы такие критерии как: качество связи, интерактивность, удобство интерфейса, стабильность. Результаты опроса можно увидеть на рисунке 1.

Также в анкете поднимался вопрос об удобстве платформы Moodle. Более 78% опрошенных указали, что доступ к информации на платформе удобен, т.к. она четко и понятно структурирована, более 19% указали, что расположить информации можно было удобнее, а 2,5% респондентов указали на неудобство доступа к информации.

Оперативность взаимодействия студента и преподавателя на платформе Moodle: загрузка необходимых материалов, создание форм для загрузки ответов, а также своевременная их проверка – является ключевым фактором дистанционного обучения. Опрос выявил, что более 82% респондентов указали на своевременность взаимодействия преподавателей с платформой, около 16% – на то, что материалы и необходимые формы часто прикрепляются некоторыми преподавателями с опозданием, и лишь около 1% высказались на задержку с большинством преподавателей.

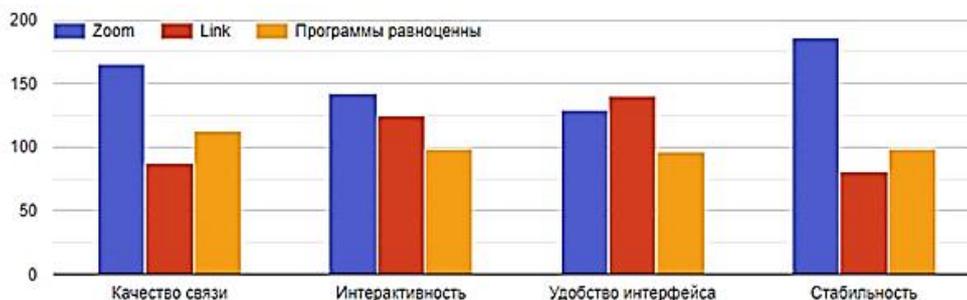


Рисунок 1 – Сравнение используемых при дистанционном обучении программ по качественным параметрам

### **Анализ организации обучения в дистанционном формате в весеннем семестре 2020 г.**

Экстренный переход на новый для образовательных организаций, формат обучения может влиять на психоэмоциональное состояние студентов. Но большинство студентов ВИТИ НИЯУ МИФИ адаптировались к новой форме обучения без проблем – 48,4% респондентов оценили свою адаптацию на «Отлично», 40,7% – «Хорошо», 9,6% – «Удовлетворительно», и только 1,3% – «Плохо».

Вопрос изменения мотивации, в связи с переходом процесса обучения из учебных аудиторий в домашнюю обстановку, является одним из основных. Для более 94% респондентов переход на такой формат обучения оказался удобен, но 20,8% из них отметили,

что процесс обучения стал для них более сложным. Находясь в институте, обучающиеся могут быть более нацелены на получение знаний, чем находясь дома. Но 29,8% отметили, что их мотивация к обучению выросла. У 57,4% респондентов уровень мотивации остался на прежнем уровне, а снижении мотивации сообщило 12,8% опрошенных.

Основным способом организации лекций в ВИТИ НИЯУ МИФИ на период дистанционного обучения остается проведение онлайн-занятий в реальном времени в формате конференции. В опросе респондентам предлагалось оценить уровень интерактивности дистанционной формы занятий, и 77% студентов оценили интерактивность проводимых лекций на высоком уровне.

Проблема лабораторных работ, проводимых на компьютерах в институте с использованием специализированных программ, была решена настройкой удаленного доступа к программному обеспечению института, а выполнение опытов было представлено в формате видео-материалов. По данным опроса было выявлено, что 80,6% респондентов отметили высокое качество проведения лабораторных занятий, подразумевая, что «преподаватель по необходимости подготавливал видеоматериал, объяснял суть работы и способ ее выполнения. Было предоставлено программное обеспечение для выполнения работы, если оно необходимо».

Студентам был задан вопрос о том, насколько удобно сдавать контрольные точки дистанционно. Подавляющее большинство респондентов (94%) указали на достаточное удобство формата проведения контрольных точек, а 6% опрошенных указали на неудобства, что, вероятно, связано с наличием у студентов технических проблем при проведении конференции, а также с интернет подключением.

Сессия в условиях ДО была проведена посредством программного обеспечения MS Lync/Skype for business/Zoom соответствии с необходимыми требованиями. Большинство респондентов в количестве 67,5% оценили организация проведения сессии на «Отлично», 26,8% на «Хорошо», 5,7% на «Удовлетворительно». Это свидетельствует о высоком уровне подготовки института к этому мероприятию и о компетентном подходе в организации технической части проведения сессии.

Некоторые участники опроса указывали, что испытывали те или иные трудности, связанные с новым форматом обучения. Эти трудности были связаны как с технической составляющей, так и с подходом к обучению, где больше важна самоорганизация. Важным недостатком новой формы обучения, безусловно, является отсутствие контактной работы, способствующее поддержанию мотивации к обучению, но в условиях пандемии дистанционное обучение стало единственным способом продолжать получение знаний и не прекращать процесс обучения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sherry, L. Issues in Distance Learning // International Journal of Educational Telecommunications. №1(4), 1995, pp. 337-365. Charlottesville, VA: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). URL: <https://www.learntechlib.org/primary/p/8937/>.
2. Phipps, R., Merisotis, J. What's the Difference? A Review of Contemporary Research on the Effectiveness of Distance Learning in Higher Education // Institute for Higher Education Policy. April 1999. URL: <http://www.ihep.org/research/publications/whats-difference-review-conteilitary-research-effectiveness-distance-learning>.
3. Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M., Zvacek, S. Teaching and Learning at a Distance: Foundations of Distance Education // American Journal of Distance Education. Vol. 25(3), 2011, pp. 201-204.
4. Zheleznyakova A.V., Grachev A.S. The role of internal motivation's factors in the development of professional competences in future specialists of the nuclear industry // Modern science, №2, 2018, pp. 74-78.

#### **Features of the Transition to Distance Learning in Educational Institutions of Higher Professional Education (On the Example of МЕРФИ)**

**A.V. Zheleznyakova<sup>1</sup>, A. S. Grachev, A.V. Gorbachev**

**Abstract** – This article raises the issue of subjective comparison of the qualities of full-time and distance higher education by students of VITI NIYAU MPEHI. To study the task, a survey was conducted among students, in which they were asked to compare two formats (traditional and distance learning). Based on the results of the survey, an analysis was conducted. The paper also describes the organization of distance learning in our institute, the methods and solutions used to organize training and certification, the problems and prospects of this training format.

*Keywords:* pandemic, COVID-19, electronic information and educational environment, distance learning system.

УДК 378 -053.81:316.752

## **ГРАЖДАНСКАЯ ПОЗИЦИЯ АНДРЕЯ ДМИТРИЕВИЧА САХАРОВА В ОЦЕНКАХ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЁЖИ**

**Попов И.А., Лобковская Н.И.**

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

В работе рассматривается оценка представителями молодого поколения гражданской позиции советского физика и общественного деятеля А.Д. Сахарова в год его 100-летнего юбилея. Проведён формирующий социологический опрос среди студентов высших образовательных организаций о направленности научной и общественной деятельности, нравственной позиции ученого. Сделан вывод о необходимости популяризации морально-нравственных, правовых, научно-технических взглядов А.Д. Сахарова.

*Ключевые слова:* Андрей Дмитриевич Сахаров, гражданская позиция, оценочные суждения, студенческая молодежь, социологический опрос, общественная деятельность.

На протяжении всей истории человечества ученые изобретают то, чего раньше никогда не существовало, некоторые изобретения подвергаются сомнению – нужно ли их реализовывать, правильно ли это будет по отношению к правам и свободам людей. Этическая сторона их всегда под вопросом. Иногда учёные изобретают, даже не подозревая, что их творения будут использоваться во вред человечеству, а иногда им приходится работать под давлением. В любом случае, им нужно сделать выбор: принять и жить дальше, или принять и попытаться предотвратить возможные разрушительные последствия воплощения их творения в жизнь. Важно понять, как, создавая новые технологии, не сойти с пути добра и не утратить гуманность. Личность Андрея Дмитриевича Сахарова имеет историческую важность не только в научном, но и в правозащитном сообществе. Учёный интересовался и хорошо разбирался как в физике, так и в общественно значимых областях, аргументировано высказывая свое мнение, думая не о себе, а о благе людей, которым и должна служить наука.

Невероятно, но факт: весь мир, в отличие от наших соотечественников, знает А.Д. Сахарова в первую очередь как выдающегося общественного деятеля, бесстрашного борца за права человека, за утверждение на Земле общечеловеческих ценностей, и только потом как изобретателя водородной бомбы. А.Д. Сахаров являл личный пример глубокого и активного интеллектуала, восставшего против закрытой и костной системы [1-4]. В связи с этим представляется важным и интересным выявить и проанализировать оценочные суждения современной студенческой молодежи.

В феврале-марте 2021 г. среди студентов высших учебных заведений проведён социологический опрос формирующей направленности, результаты которого позволяют сделать следующие выводы:

1. 48,3% респондентов знают о А.Д. Сахарове и его работе, 38,3% слышали о нем, оставшиеся 13,3% не знают что это за человек. Результаты позволяют сделать вывод, что больше половины молодёжи либо слышали фамилию, но не знают область деятельности ученого и, тем более, его общественно важных достижений, либо не знают Сахарова вовсе. В связи с чем исследование имеет особую актуальность.

2. Опрошенная молодежь – 50% – полагает, что создание водородной бомбы пошло на пользу и позволило сдерживать агрессивные страны и сбалансировало силы в ядерной гонке вооружения (кстати, именно это стало поводом к ее разработке). 30% студентов считают, что создание водородной бомбы не пошло на пользу человечеству из-за усиления военной и экологической угрозы всему человечеству, еще 10% уверены, что это способствовало гонке вооружений ведущих стран мира и их конфронтации, 6,7 % высказались, что это было во вред, так как сократилось финансирование других отраслей, в том числе и социальной, из-за высокой стоимости ядерного производства. Таким образом, большинство респондентов считает не полезным создание водородной бомбы и отдаёт предпочтение сохранению природы и военной обстановки иными силами. Значит, молодёжь чувствует себя в безопасности, под надёжной военной защитой государства и думает больше о сохранении экологии, о мирном решении проблем. Есть другое, менее оптимистичное предположение – она просто не замечает нарастающей военной угрозы.

3. В рейтинге аргументов за запрет ядерных испытаний сложилась такая картина: 68,3% опрошенных уверены, что ядерные испытания загрязняют биосферу и в будущем негативно скажутся на всем живом, поэтому надо от них отказаться; 50% за запрещение испытаний из-за их тотальной разрушительной силы; 41,7% считают, что ядерные испытания нарушают право человека на безопасную жизнь; 35% отметило затратность испытаний, государство должно перенаправить деньги на улучшение положения в других отраслях народного хозяйства. Студенты, основываясь на информации об испытаниях ядерного оружия, косвенно поддержали А.Д. Сахарова. Осознавая всю опасность и неоднозначность в гуманистическом отношении испытаний ядерного оружия, современная молодежь продемонстрировала главные моральные принципы – ядерные испытания надо прекратить. Примечательно, что А.Д. Сахаров всегда выступал за запрещение ядерных испытаний во всем мире.

4. Молодежь – 65% – полагает, что А.Д. Сахаров поступал правильно, выступая в оппозиции к власти и борясь за права человека, так как люди нуждались в объективной оценке рисков гонки вооружения. 46,7% опрошенных назвали его великим ученым, мнение которого оказалось в центре внимания мировой общественности. Лишь 10 % студентов посчитали, что он поступал неверно, выступая против власти и добавляя разногласий, хотя мог действовать вместе с ней во благо страны и сохранения мира во всем мире. Обобщая, можно сказать, что молодёжь готова выслушивать и принимать аргументированную оценку авторитетной личности, даже если она будет раскритикована властью.

5. Опрашиваемые студенты – 63,3% – считают, что А.Д. Сахарову не позволяли прекратить борьбу за права людей моральные принципы и высокие нравственные ориентиры. Большинство из них – 45% – уверены, что ученым двигало переживание за будущее всего человечества. Однако 46,7% предположили, что физик хотел реабилитироваться за создание водородной бомбы. Таким образом, большая часть принимавших участие в опросе уверены, в бескорыстности его правозащитной деятельности и благородной мотивации ученого.

6. Студентам был задан вопрос о соблюдении прав и свобод человека в современной России: только 6,7% считают проблему надуманной и не актуальной, потому что в России признаются и гарантируются все права и свободы человека из Конституции и общепризнанных международных деклараций, остальная сказали, что в России иногда

нарушаются или признаются не все права и свободы человека. Конечно, в любой стране вопрос о развитии прав и свобод граждан всегда актуален, тем более в России, ступившей на суверенный демократический путь совсем недавно, но современная молодёжь имеет выраженный запрос на социально-правовую справедливости и зорко подмечает отклонения от высоких стандартов.

7. Важны результаты ответов на вопрос о сближении культурных позиций разных стран: 48,3% респондентов считают, что это уменьшит количество конфликтов и жизнь станет безопаснее; 45% также уверены, что люди лучше начнут понимать друг друга; 43,3% полагают, что сближение обогатит культурный потенциал мирового сообщества. Мнение большинства студентов совпадает с мнением учёного, который считал, что при культурной конвергенции жить станет легче и лучше.

По результатам опроса выявлено отношение студенческой молодежи к личности и достижениям А.Д. Сахарова: во всех общественно важных вопросах мнение респондентов совпало с мнением ученого, исключением стала оценка создания водородной бомбы – студенты посчитали, что это не пошло на пользу, а сам изобретатель был уверен, что ее создание было необходимо для равновесия в ядерной гонке вооружения. Молодёжь слабо представляет себе историческую важность этого события, но дорожит экологической и мирной обстановкой в мире, как и А.Д. Сахаров; негативно относится к ядерному оружию и осознает опасность ядерных испытаний; не зависит от мнения власти о конкретной личности, а даёт оценку самостоятельно; осознаёт важность соблюдения прав других людей; позитивно оценивает культурную конвергенцию; обладает выраженным чувством справедливости и остро реагирует на несоблюдение прав человека. Студенты обладают схожими с ученым взглядами по главным гуманистическим вопросам, что важно для оценки гражданского самосознания современной молодежи.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гудкова, Л.Д. Образ Сахарова в общественном мнении: 20 лет спустя / Л.Д. Гудков, А.Г. Левинсон // Вестник общественного мнения. Данные. Анализ. Дискуссии. – № 1(107). – С. 87-101. – URL : <https://cyberleninka.ru/article/n/obraz-saharova-v-obschestvennom-mnenii-20-let-spustya> (дата обращения: 15.02.2021).
2. Сахаров, А.Д. Мир, прогресс, права человека: статьи и выступления / А.Д. Сахаров. – Ленинград : Советский писатель, 1990. – 128 с. (дата обращения: 17.02.2021).
3. Сахаров, А.Д. Размышления о прогрессе, мирном сосуществовании и интеллектуальной свободе / А.Д. Сахаров. – URL: [https://www.yabloko.ru/Themes/History/sakharov\\_progress.html](https://www.yabloko.ru/Themes/History/sakharov_progress.html) (дата обращения: 19.02.2021).
4. Архив Сахарова [Электронный ресурс]. – URL : <https://www.sakharov-archive.ru/> (дата обращения: 23.02.2021).

#### **Civil Position Andrey Dmitriyevich Sakharov in Assessment of Modern Youth**

**I.A. Popov<sup>1</sup>, N.I. Lobkovskaya<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: ya.max1999-2010@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: nadezhda-lobkovskaya@yandex.ru*

**Abstract** – The article examines the assessment by representatives of the young generation of our country of the civic position of the Soviet physicist and public figure A.D. Sakharov. A formative sociological survey was conducted among students of higher educational institutions about the direction of scientific and social activities, the moral position of the scientist. It is concluded that it is necessary to popularize the moral, legal, scientific and technical views of A.D. Sakharov.

**Keywords:** Andrey Dmitriyevich Sakharov, civic position, value judgments, student youth, sociological survey, social activities.

## **ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПЕРЕСЕЛЕНЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ СОВЕТСКИХ ВЛАСТЕЙ В ПЕРИОД СТРОИТЕЛЬСТВА ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА НА ПРИМЕРЕ СТАНИЦ И ХУТОРОВ ЦИМЛЯНСКОГО РАЙОНА**

**Недурубов А.Н., Довбыш С.А**

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

В процессе патриотического воспитания большое значение имеют знания о событиях истории малой родины. В статье рассматриваются вопросы переселения жителей малых хуторов и станиц Цимлянского района в период строительства Цимлянского гидроузла. На основе архивных исторических документов, впервые вводимых в научный оборот, определены основные этапы этого сложного процесса.

*Ключевые слова:* патриотическое воспитание, Цимлянский гидроузел, постановления райисполкома, переселение жителей станиц и хуторов.

Тема патриотического воспитания молодежи имеет большое значение для любой страны и воспитание это начинается со школьной скамьи, начинается в тот период, когда формируется сознание молодого человека и закладывается на долгие годы, на всю оставшуюся жизнь. «Патриотическое воспитание» должно стать, прежде всего «органичной частью жизни самого общества» об этом заявил Владимир Путин в 2016 году на заседании российского оргкомитета «Победа». По мнению президента России, только объединив усилия «мы сможем вырастить поколения, которые знают свою страну, чувствуют сопричастность ее судьбе» [1]. «Это очень важная тема. Это касается школьников, молодых людей, подростков, – сказал Путин. – Это не значит, что нужно навязывать одну идеологию, но воспитывать молодых людей, граждан страны молодых на основах патриотизма, любви к отечеству, на основе знания собственной истории, на основе различных идей по планам развития страны – чрезвычайно важная вещь» [2].

В данной работе осуществляется попытка открыть неизвестные страницы истории по вопросу переселения жителей Цимлянского района в период строительства Цимлянского гидроузла. В том числе были привлечены и впервые в научный оборот вводятся архивные материалы из фондов Архивного отдела Администрации Цимлянского района (АОАЦР). Также были использованы воспоминания очевидцев тех событий, что усиливает объективность освещения данных событий. Значимость событий, о которых пойдёт речь, очень велика именно для того, чтобы не допускать фальсификаций и искажений, попыток навешивания ярлыков и очернения отечественной истории.

Строительство Волго-Донского водного пути, включающего в себя Волго-Донской судоходный канал, Цимлянский гидроузел, Донской магистральный оросительный канал с распределительными каналами начались по Постановлению Совета министров СССР № 480-183с от 27 февраля 1948 года.

Под водохранилище занята территория общей площадью в 263,6 тыс. га, в том числе: усадьбы и огороды 9,6 тыс. га; сады и виноградники 0,7 тыс. га; пашня 35,7 тыс. га; сенокос 71,1 тыс. га; выгон 78,2 тыс. га; лес и кустарники 30,1 тыс. га. В зону подтопления попали 164 сельских населённых пункта. Общее количество переселённых дворов составило – 13 716, мелких промышленных объектов – 507, количество строений 1 644 [3].

Строительство сопровождалось переселением жителей из зоны затопления Цимлянского водохранилища. По мере разработки и строительства началось переселение конкретных станиц и хуторов. 12 октября 1948 г. было принято решение о переносе ст. Кумшацкой, а 2 марта 1949 г. переносится ст. Цимлянская. Поскольку она являлась

районным центром, то по Указу Верховного Совета РСФСР № 743\1 от 11.01. 1950 года, в только что перенесенную станицу Кумшацкую был перенесен и райцентр и она переименовывается [4].

В архивах сохранились документы, которые подтверждают, что райисполком должен был принять в короткие сроки сложные решения о перенесении колхозов, строений, школ, бытовых учреждений, ветеринарных, фельдшерских пунктов [5].

Также нужно было обеспечить и водоснабжение населения на новых местах. Так уже в августе 1949 года Цимлянский райсовет принял важные решения о строительстве шахтных колодцев во всех населенных пунктах затопляемой зоны, в том числе в хуторах Ремизов, Колотовка, Челбин, Чекалов, Крутой и станицах Новоцимлянской, Карнауховской, Терновской. Всего райсовет просил управление Волго-Донского водного пути выделить средства на рытьё 34 таких колодцев [4].

В 1949 г. остро встал вопрос о переселении ст. Красноярской из зоны будущего водохранилища. Жители станицы до конца не верили, что руководству удастся остановить Дон.

Андрей Петрович Кузнецов вспоминает: «Переселение жителей проводилось в сентябре-октябре 1949 года. Проходило оно без посторонней помощи. «Переселялись кто как мог. В основном, перевозились на быках и машинах, которые выделял колхоз, или просто нанимались для перевозки. Люди переселялись не только в хутор Добровольский, но и в хутор Потапов, в станицу Романовскую, Цимлянскую».

В Красноярской было 223 домовладения вместе с государственными учреждениями (здание сельсовета, противочумного пункта, «Заготзерна», молокозавод, медпункт, магазин, почта, ветлечебница и др.). В хутор Добровольский переселилось 137 собственников, 71 семья переселилась в ст. Романовскую, Цимлянскую, Зимовники, Соленовскую и даже в Ростов.

В 1949 году было намечено перенести 32 населенных пункта, но в полном объеме план выполнен не был. По плану 1950 года предусматривалось перенести 44 населённых пункта, общим числом 7103 двора. Кроме того, предстояло перестроить дороги и мосты, стационарные сооружения и линии связи, вырубить 780 тысяч кубометров леса, подлежащих затоплению, провести работы по санитарной очистке чаши будущего Цимлянского водохранилища. Но сделать это было очень трудно, так как техника была необходима на строительных работах.

В результате к 1 июля 1950 года было перенесено только 1346 домов, из них восстановлено на новом месте лишь 491. Это заставило местные районные власти забить тревогу. Они стали обращаться в областные органы, что бы району была выделена помощь в этом процессе. По мнению Цимлянского райисполкома требовались тысячи рабочих различной квалификации (бетонщики, каменщики, штукатуры и др.). В районе таких специалистов не было. Было подсчитано, что только для переселения семей колхозников требовалось 474 плотника, а имелось всего 62. Также район испытывал нехватку техники. Требовалось как минимум 30 машин, а имелось только 4. Возникали трудности и со строительством новых школ: не хватало стройматериалов. Только для строительства трех новых школ требовалось до 400 кубометров камня и песка. Райисполком просил у областных органов власти выделить необходимое количество квалифицированной рабочей силы, автотранспорта, бесперебойности финансирования, снабжения строительными материалами и, самое главное кирпичом, а также обеспечение строителей продовольственными и промышленными товарами [6].

Архивные документы свидетельствуют, что ситуация кардинально изменилась к 1951 году, что позволило значительно увеличить темпы. Кроме того, в декабре 1951 году в район строительства Цимлянского водохранилища было направлено дополнительно 175 автомашин, 2 автокрана, а также большое количество тракторов. Эти меры позволили форсировать работы, которые были завершены в начале 1952 года. Следует отметить, что первоначальный план переселения из зоны строительства 12448 дворов из-за неучтенных

хозяйств, стоящих отдельно от населенных пунктов, был увеличен, и всего к началу 1952 года было перебазировано 15750 хозяйств. Намеченный объем работ был завершен в срок. Особую важность имел и вопрос о переносе братских могил советских воинов, погибших в годы войны. Примером решения этой проблемы является, например, решение Новоцимлянского сельсовета от 14 ноября 1950 г. Этим решением и ходатайством военкомата были перенесены братские могилы из затопляемых населенных пунктов на новое место [7].

Ударными темпами канал был построен за четыре года, и в 1951 году плотина Цимлянской гидроэлектростанции перекрыла Дон. Официально открытие Волго-Донского судоходного канала состоялась 27 июля 1952 года. Рукотворное море поглотило многие хутора и станицы с их богатейшей историей. Некоторые места вода смыла до неузнаваемости, при этом были интересные находки: кресты нательные, казацкие награды, монеты всех времен и народов, обломки оружия [8]. А.А. Константинов вспоминает: «Жители до конца верили, что все останется по-прежнему, но вода Цимлянского моря так и не отступила, навеки затопив родную землю». [9]. Затоплением водами Цимлянского водохранилища было затронуты земли трех районов Ростовской области (Цимлянский, Волгодонской и Дубовский).

Собранные сведения расширяют историческую источниковедческую базу важного процесса создания современного облика восточных районов Ростовской области. В это период были достигнуты огромные успехи советской экономикой. Процесс отличался трудностью и неоднозначностью. Но, это часть нашей истории, истории малой родины, из таких небольших событий складывалась история нашей большой страны, нашей большой родины

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимир Путин призвал воспитывать молодежь еще патриотичнее и продолжать борьбу с фальсификациями истории. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2956353> (дата обращения: 31.03.2021).
2. Путин высказался за патриотическое воспитание молодежи без идеологизации такой работы. [Электронный ресурс]. – URL : <https://tass.ru/politika/6230692> (дата обращения: 31.03.2021).
3. Заключение на стройках коммунизма. ГУЛАГ и объекты энергетики в СССР. Собрание документов и фотографий. – М.: российская политическая энциклопедия (РОССПЭН), 2008. – С. 108.
4. Архивный отдел Администрации Цимлянского района (АОАЦР). Р-112. (Цимлянский районный Совет народных депутатов и его исполнительный комитет) Оп.1 Д.25 Л.258, 280; Д.26.Л.280.
5. Цимлянский гидроузел. [Электронный ресурс]. – URL: <http://stepnoy-sledopyt.narod.ru/vd/zgidrouzel/zgidrouzel.htm> (дата обращения: 31.03.2021).
6. АОАЦР. Р-142. (Органы местного самоуправления территории Новоцимлянского сельского поселения) Оп.1 Д.2. Л.23.
7. АОАЦР. Р-116. (Отдел по переселению из зоны затопления). Оп.1. Д.99а. Л.58.
8. Сивашов Н.П. Как живешь станица под водой? [Электронный ресурс]. – URL: <https://tsimla-news.ru/как-живешь-станция-под-водой> (дата обращения: 31.03.2021).
9. Константинов, А. Цимла. Грозные годы твои. [Электронный ресурс]. – URL: <http://cimlabibl.ru/materialy/tsimla-groznye-gody-tvoi-aleksey-konstantinov/> (дата обращения: 31.03.2021).

#### **About the Peculiarities of the Resettlement Policy of the Soviet Authorities During the Construction of the Tsimlyansky Reservoir on the Example of the Villages and Farms of the Tsimlyansky District**

**A.N. Nedorubov<sup>1</sup>, S.A. Dovbysh<sup>2</sup>**

*Volgodonsk Institute of Engineering and Technology – branch of the National Research Nuclear University "MEPhI",  
Volgodonsk, Rostov Region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: batrakan@rambler.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: dovbish02@mail.ru*

**Abstract** – In the process of patriotic education, knowledge about the events of the history of the small motherland is of great importance. The article deals with the issues of resettlement of residents of small farms and villages of the Tsimlyansky district during the construction of the Tsimlyansky hydroelectric complex. On the basis of archival historical documents, first introduced into scientific circulation.

*Keywords:* patriotic education, Tsimlyansk hydroelectric complex, resolutions of the district executive Committee, resettlement of residents of villages and farms.

УДК 316.46

## **РОЛЬ В ИСТОРИИ РОССИИ В.И. ЛЕНИНА ГЛАЗАМИ СОВРЕМЕННОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ**

**Калмыкова Д.С., Лобковская Н.И.**

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

Роль лидера в истории государства – тема актуальная и дискуссионная, особенно, если эксперты ее формулируют неоднозначно, а иногда и полярно. В связи с этим интересно узнать, как воспринимает современная молодежь вождя мирового пролетариата В.И. Ленина. В ходе работы были решены основные задачи для достижения поставленной цели – систематизированы оценки экспертов-историков, проведен социологический опрос студентов высших учебных заведений, проанализированы результаты, сформулирован вывод о позитивной роли В.И. Ленина в истории России.

*Ключевые слова:* В.И. Ленин, лидер, вождь, социологический опрос, студенческая молодежь.

Тема лидерства является наиболее важной и актуальной для большинства сфер жизни общества. В историческом контексте правомерно разведения понятий «лидер» и «вождь» и понимание вождя как одного из типов лидера. Отличие вождя от лидера состоит в том, что первый определяет направление движения группы, а второй символизирует власть, сторонники лидера поддерживают его повестку, сторонники вождя – его личность [1]. Часто успешное масштабное лидерство сопоставляется с пассионарностью в силу их пересекающихся траекторий. Однако пассионарии не всегда проявляют качества лидера, так как призваны, скорее, не вести за собой массу, а толкать ее к достижению той или иной цели [2]. Так, российский революционер и общенациональный политический лидер В.И. Ленин имел черты и лидера, и вождя, и пассионария [3]. В связи с обозначенным масштабом его личности интересно узнать, как воспринимает современная молодежь эту историческую личность.

Объектом исследования является личность лидера в историческом контексте, предметом – роль В.И. Ульянова-Ленина в качестве общенационального лидера глазами студенческой молодежи. В декабре 2020 г. проведен опрос студентов преимущественно ВИТИ НИЯУ МИФИ. К опросу привлеклись все возрастные категории, но в выборке учтено мнение респондентов от 19 до 25 лет – 232 человека.

На основе полученных данных, можно отметить, что большинство студентов знают В.И. Ленина как российского революционера (85%), следовательно, имеют представление о периоде его правления (рис. 1).



Рисунок 1 – Ответ на вопрос о том, кем для Вас является В.И. Ленин

Большинство молодежи положительно оценивают его как общенационального политического лидера – 63%. Интересно, что 65% опрошенных отрицает популярное сегодня предположение, что Ленин был тайным немецким агентом, это свидетельствует о критическом отношении студентов к навязываемой некоторыми историками теории заговора. К тому, что великий вождь пролетариата был дворянином во втором поколении значительная часть молодых людей – 46% – относится безразлично, из чего следует, что дворянское происхождение никак не влияет на отношение людей к Ленину. На вопрос о целях Ленина как организатора революции большинство ответили, что это было для создания и развития справедливого общества (55%) и для свержения временного правительства (53%), студенты считают, что Октябрьский переворот сыграл больше положительную роль (53%) в судьбе нашей страны, чем отрицательную. Из всего этого видно, что нынешнее поколение молодежи воспринимает действия Ленина справедливо обоснованные.

Оценивая Ленинские идеи, молодежь выделила бесплатное образование (68%), организацию детских дошкольных учреждений (52%), уравнивание в правах мужчин и женщин (53%), равенство всех сословий (64%) и преодоление культурной и экономической отсталости (61%) как наиболее значимые и своевременные, изменившие мир и сделавшие жизнь людей лучше и справедливее (рис. 2).



Рисунок 2 – Диаграмма популярности идей В.И. Ленина

На вопрос об актуальности сегодня идей Ленина мнения разделились. Часть студентов считает его идеи как никогда актуальными – 37%, еще 32% заявили об их ненужности, а 28% посчитали их утопическими (рис. 3). Значит, молодежь, не отрицая факта построения Лениным справедливого государства, полагают, что сейчас его идеи – не лучший вариант для России, так как мир стал иным, и не стоит пытаться вернуться в прошлое.



Рисунок 3 – Актуальность идей В.И. Ленина сегодня

Оценивая план развития Советской России, большинство студентов считают, что план хороший, но интеллектуальных и материальных ресурсов было недостаточно (43%). Существовало влиятельное меньшинство из буржуазии, не желавшей перемен в пользу бедных слоев населения, для воплощения идей справедливости нужны были средства, которых у рабоче-крестьянского класса не было. Наследие же Ленина студенты считают нашим достоянием (49%).

Таким образом, исследование показало, что молодежь высоко оценивает Ленина и его роль в истории. Большинство гордятся им и считают, что революция привела к положительным результатам, а многие его идеи живут до сих пор. Ленин в глазах молодого поколения, выглядит гениальным лидером, создавшим из почти разрушенной России государство добра и справедливости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гумилев, Л.Н. Теория пассионарности и этногенеза / Л.Н. Гумилев // Москва : АСТ, 2016. – 936 с.
2. Логинов, В.Т. Ленин и революция / В. Т. Логинов. – Москва : Академический Проект, 2018. – 540 с.
3. Политология : учебник / Г.В. Морозова, А.Б. Баранникова, М.В. Буланов, Э.И. Гайсина. – Казань : КФУ, 2013. – 384 с.

### Role in the History of Russia V.I. Lenin in the Eyes of a Modern Student Youth

**D.S. Kalmykova<sup>1</sup>, N.I. Lobkovskaya<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: diana.kalmickova2001@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: nadezhda-lobkovskaya @yandex.ru*

**Abstract** – The role of a leader in the history of a state is a topical and controversial topic, especially if experts formulate it ambiguously, and sometimes in a polarizing manner. In this regard, it is interesting to know how modern youth perceives the leader of the world proletariat V.I. Lenin. In the course of the work, the main tasks were solved to achieve this goal - the assessments of expert historians were systematized, a sociological survey of students of higher educational institutions was carried out, the results were analyzed, a conclusion was formulated about the positive role of V.I. Lenin in the history of Russia.

**Keywords:** V.I. Lenin, leader, leader, sociological survey, student youth.

## МОЛОДЕЖЬ 21 ВЕКА В ПРЕДСТАВЛЕНИИ СТУДЕНЧЕСТВА

Ивченко А.В., Левина И.А., Василенко Н.П.

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

Из поколения в поколение передается недовольство молодым поколением. Исследователи, ученые, педагоги публикуют характеристики молодых людей и их сравнительные характеристики по поколениям. В своем исследовании мы посмотрели, а как сами молодые люди характеризуют свое поколение молодежи.

*Ключевые слова:* молодежь, характеристика молодежи, «облако тегов».

Вопросы по обсуждению современной молодежи ведутся из поколения в поколение. Современную молодежь нашего поколения определяют термином «поколение Z», это все кто родился после 2000 года, то есть молодежь 21 века.

Основные характеристики этого поколения, которые приводят ученые, это:

– не могут себя представить без Интернета, гаджетов, Интернет помогает им думать и жить быстрее; они имеют «так называемое клиповое сознание», так как не могут в течение долгого времени быть сосредоточенным на какой-либо задаче, им нужно переключать внимание;

– «будут только там, где им легко и нравится»; не боятся не найти работу, вылететь с учебы;

– любая задача для них должна быть сформулирована максимально точно, алгоритмично; они будут искать только информацию, которая им интересна;

– готовы к волонтерству, к работе безвозмездно, за идею [1].

Обсуждая плюсы и минусы современной молодежи, исследователи выделяют:

– ценности современной молодежи: 1 – семья, любовь, дружба, честность и доброта; 2 – успех, карьера, работа, спорт, секс;

– их креативность, умение мыслить нестандартно;

– большинство негативно относится к алкоголю;

– хотят достичь успехов в карьере;

– большинство повышает свой интеллектуальный уровень;

– желание жить полной жизнью;

– спорт для них является нормой жизни [2].

И это понятно, так как «с точки зрения психологии молодость – это период обретения своего я, утверждения человека как индивидуальной, неповторимой личности; процесс поиска своего особого пути достижения успеха и счастья». Поэтому у всех есть свои преимущества и недостатки. Современная молодежь олицетворяет все возможные качества, как хорошие, так и плохие. Так как «в любом поиске, молодой человек не застрахован от трудностей и ошибок: у него еще нет достаточного опыта, чтобы принимать правильные решения в многочисленных сложных ситуациях». [3]

У современной молодежи исследователи выделяют и отрицательные качества:

– не желает подчиняться традициям и обычаям – она хочет преобразовать мир, утвердить свои инновационные ценности;

– пытаются выделиться из окружающей их толпы с помощью яркого цвета волос или татуировки; вовлекаются в моду на пластические операции;

– часто не могут понять, чего им хочется или какой же сделать выбор;

– подчеркивают свою независимость, выражая это в своих грубых и необдуманных речах;

- зависимы от Интернета, тратят свое время не на саморазвитие, а на компьютерные онлайн игры;
- алкоголизм, наркотики и преступность как форма протеста, необъявленная стихийная война с обществом;
- множество конфликтов с родителями[3].

Особенно актуальным являются исследования ученых по определению отличия нынешнего молодого поколения от молодежи времен СССР[4].

Все это говорит о том, что проблема характеристик современной молодежи была и остается наиболее актуальной, что и определило направление нашего исследования.

В результате исследования нами было опрошено всего 138 студентов (56 студентов заочного обучения, 59 студентов очного обучения и 23 студента техникума).

В качестве метода нами выбран метод ассоциаций или ассоциативный тест, который может выступать эффективным способом выявления всех возможных признаков и свойств исследуемого объекта [5].

Студентам предъявлялась анкета с объектами-стимулами для генерирования трех ассоциаций на каждый объект. В качестве объектов выступали слова, относящиеся к характеристикам молодежи 21 века: характеризуются как ..., предпочитают..., не терпят..., выбирают сайты..., относятся к учебе..., увлекаются..., в свободное время предпочитают.... Ценность данного метода состоит в том, что ассоциации появляются без активного восприятия, спонтанно и без логической оценки. Так как характеристики современного молодого поколения получились многофакторными, трудно поддающимися группировке, то для визуального представления материала нами был выбран наиболее актуальный в современных социальных исследованиях метод «облако тегов» [6]. Результаты части исследования представлены на следующих рисунках 1 и 2.



Рисунок 1 – Ответы студентов на вопрос о том, как они характеризуют молодежь 21 века



Рисунок 2 – Ответы студентов на вопрос о том, чего не терпит молодежь 21 века

По представленной интерпретации по рисункам, мы видим, что сами молодые люди в характеристиках своих современников выделяют как положительное, так и отрицательное. Они видят молодое поколение активными, умными, веселыми, амбициозными, ответственными, свободными, которые не терпят оскорбления, обман, критику, ссоры, контроль и запреты.

Но и замечают недостатки современных молодых людей, указывая на их невоспитанность, некультурные, отсутствие целеустремленности, лень, закрытость, импульсивность, безалаберность, интернет-зависимость, тягу к вредным привычкам, безответственное отношение к учебе.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поколение Z. Современная молодежь: кто они? – URL : <https://35media.ru/articles/2017/07/19/gogozhane-zhaluyutsya-na-rejdy-pristavov> (дата обращения: 15.03.21).
2. Плюсы и минусы современной молодежи. – URL : <https://plusminusi.ru/plyusy-i-minusy-sovremennoj-molodezhi/> (дата обращения: 13.03.21).
3. Современная молодежь: проблемы и перспективы. – URL : <https://www.art-talant.org/publikacii/26522-sovremennaya-molodezhy-problemy-i-perspektivy> (дата обращения: 10.03.21).
4. Чем отличаются друг от друга современные и советские подростки. – UR : <https://www.ptoday.ru/blog/chem-otlichayutsya-drug-ot-druga-sovremennye-i-sovetskie-podrostki/> (дата обращения: 10.03.21).
5. Метод ассоциаций. – UR L: <https://geniusrevive.com/metod-assotsiatsij/> (дата обращения: 15.03.21).
6. Онлайн-программа для создания иллюстраций из облаков слов. – URL : [WordArt.com](http://WordArt.com) - Word Cloud Art Creator (дата обращения: 15.03.21).

### Youth of the 21st Century in the Representation of Students

**A.V. Ivchenko<sup>1</sup>, I.A. Levina<sup>2</sup>, N.P. Vasilenko<sup>3</sup>**

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

*Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: ivchenkoav2002@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: irinalevina2002@gmail.com*

<sup>3</sup>*e-mail: NPVasilenko@mephi.ru*

**Abstract** – From generation to generation, dissatisfaction with the younger generation is transmitted. Researchers, scientists, educators publish characteristics of young people and their comparative characteristics across generations. In our research, we looked at how young people themselves characterize their generation of young people.

*Keywords:* youth, characteristics of youth, «tag cloud».

## ОТНОШЕНИЕ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ К ИНКЛЮЗИВНОМУ ОБУЧЕНИЮ ЛЮДЕЙ С РАССТРОЙСТВОМ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА

Ташкинов М.С. \*, Лобковская П.А.\*\*

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

\*\* ГБПОУ МГКМИ им. Ф. Шопена, Москва, Россия

В работе рассматривается проблема обучения аутичных людей в высшей школе. Проведён социологический опрос среди студентов относительно инклюзивного образования в вузах и характеристиках расстройств аутистического спектра. Полученные обобщенные результаты показывают отношение респондентов к совместному обучению и понимание студентами характеристик расстройств аутистического спектра.

*Ключевые слова:* инклюзивное образование, расстройства аутистического спектра, высшая школа, социологический опрос, студенческая молодежь.

Возможность полноценно обучаться в высшей школе людям с расстройствами аутистического спектра (РАС) на сегодняшний день довольно ограничена, несмотря на законодательство в этой сфере [1]. Большинство вузов не учитывает особенности работы с аутичными студентами, поэтому высокофункциональные аутисты, способные к обучению, после поступления рискуют встретиться с непониманием и неприятием, как студентов, так и преподавателей, что может стать триггером ухудшения их психического состояния [2].

С целью повышения уровня эмпатии к людям с РАС и для лучшего понимания их проблем важно ознакомиться с мнением студентов о возможном совместном обучении и выявить готовность принятия особенностей взаимодействия с данной категорией обучающихся. В феврале-марте 2021 г. проведён опрос среди студентов высших учебных заведений.

Более половины опрошенных не знают или не имеют чёткого представления об инклюзивном образовании, при этом среди предложенных образовательных подходов 45,3% респондентов считают именно инклюзивное образование более правильным. Достаточными условиями в вузах для инклюзивного образования посчитали всего 10% опрошенных, 90% считают условия недостаточными. 45,3% респондентов считают, что проблема инклюзивного образования должна решаться на государственном уровне и 48,4% полагают, что государство может решать этот вопрос только в рекомендательном для учебных заведений порядке. Большая часть студентов слышали о РАС и правильно ответили на вопрос о характерных особенностях. Однако в данном вопросе никто не определил расстройства аутистического спектра как «расстройство, которое проявляется произвольными двигательными и/или вокальными тиками (подергиваниями)», но в вопросе с просьбой характеризовать РАС, данный ответ был третьим по количеству – 35,9%. В вопросе присутствовало было два правильных ответа, на один из которых правильно ответили 70,3% студентов, а на второй всего 10,9%. Это показывает, что студенты не могут однозначно определить характеристики РАС и путаются в ответах.

Известным заблуждением является, что люди с расстройствами аутистического спектра обладают определённым уровнем интеллекта (рис. 1), на самом деле он индивидуален – от низкофункционального до высокофункционального.



Рисунок 1 – Уровень интеллекта людей с РАС по мнению респондентов

Студенты – 98,4% – выделили необходимость просвещать общество с целью решения проблемы толерантного отношения к людям с РАС, уважения к ним и внимательного отношения к их проблемам. В вопросе о проблеме корректного отношения к студентам с РАС 57,8% респондентов посчитало решением «своевременное грамотное информирование по вопросам инклюзивного образования».

Можно сделать вывод, что опрошенные считают инклюзивное образование более правильным подходом для людей с РАС, но выделяют неготовность к этому как образовательных организаций высшего образования, так и студентов, что показывает необходимость грамотного информирования по данному вопросу всего академического сообщества и повышения общего уровня культуры отношений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 N 273-ФЗ. – URL : [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/) (дата обращения: 17.03.2021).
2. Расстройства аутистического спектра (РАС) / Всемирная организация здравоохранения. – URL : <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/autism-spectrum-disorders> (дата обращения: 15.03.2021).

### Attitude of Students to Inclusive Training of People with Autism Spectrum Disorders

M.S. Tashckinov<sup>1\*</sup>, P.A. Lobkovskaya<sup>2\*\*</sup>

<sup>\*</sup>*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI», Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>\*\*</sup>*College of F. Chopin, Moscow, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: ya.max1999-2010@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: polina-lobkovskaya@yandex.ru*

**Abstract** – The paper deals with the problem of teaching autistic people in higher education. A sociological survey was conducted among students regarding inclusive education in universities and the characteristics of autism spectrum disorders. The generalized results obtained show the attitude of respondents to coeducation and students' understanding of the characteristics of autism spectrum disorders.

**Keywords:** inclusive education, autism spectrum disorders, high school, sociological survey, student youth.

УДК 004.8

## КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

**Ожерельев В.Д., Абидова Е.А.**

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

Особую роль в определении технического состояния силовых трансформаторов играет контроль выделяющихся в трансформаторном масле газов. На сегодняшний день большое количество трансформаторов АЭС эксплуатируются с продлённым сроком службы. Возникает потребность в контроле их состояния. В ходе работы был написан программный код на Python для классификации состояния трансформаторов с использованием машинного обучения на основе данных, содержащих значения растворённых газов ( $H_2$ ,  $CO$ ,  $C_2H_2$ ,  $C_2H_4$ ) в трансформаторном масле.

*Ключевые слова:* Python, машинное обучение, классификация, градиентный бустинг, силовые трансформаторы.

Текущая тенденция на эксплуатацию силовых трансформаторов с продлённым сроком службы влечёт за собой необходимость в повышенном контроле состояния данного маслonaполненного оборудования. Развитие дефектов данного оборудования сопровождается выделением характерных газов в трансформаторном масле. Однако в начальной стадии развития дефектов их концентрация невелика. Газы длительное время могут сохраняться в масле. При достижении критических значений концентраций газов в оборудовании могут проявляться различного рода отказы, дефекты, которые влекут за собой кардинальное снижение ресурса (срока службы) трансформаторов.

Имея в наличии значения концентраций газов  $H_2$ ,  $CO$ ,  $C_2H_2$  и  $C_2H_4$ , поставим задачу классификации. Пусть  $X$  - множество описаний объектов,  $Y$  - конечное множество меток классов [1]. Существует неизвестная целевая зависимость – отображение  $y^*$ :  $X \rightarrow Y$ , значения которого известны только на объектах конечной обучающей выборки  $X_m = (x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m)$  [1]. Требуется построить алгоритм  $a$ :  $X \rightarrow Y$ , способный классифицировать произвольный объект  $x \in X$  [1]. В нашем случае  $Y$  состоит из следующих элементов:  $\{0, 1, 2, 3\}$ , где 0 – это метка исправной работы, 1 – это метка частичного разряда, 2 – это метка разряда низкой энергии, 3 – это метка низкотемпературного термического дефекта.

Решать будем поставленную задачу на языке Python с использованием машинного обучения. Исходные данные – это матрица размерностью 420 на 4. Столбцы – это газы, выделенные в трансформаторном масле, а строки – это значения этих газов. Состояние оборудования для этих данных известно. Вид матрицы исходных данных:

$$\begin{bmatrix} H_{2,1,1} & CO_{1,2} & C_2H_{4,1,3} & C_2H_{2,1,4} \\ H_{2,2,1} & CO_{2,2} & C_2H_{4,2,3} & C_2H_{2,2,4} \\ \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ H_{2,420,1} & CO_{420,2} & C_2H_{4,420,3} & C_2H_{2,420,4} \end{bmatrix}$$

Сформируем матрицу «объекты-признаки» и добавим аддитивно к ней метки принадлежности. Для формирования матрицы вычислим медианные значения по столбцам. Таким образом, X размерностью 420x4 превратим в вектор-строку, размерность которой равна 1x4. После добавления метки принадлежности к определённому классу получим вектор, пригодный для применения различных моделей машинного обучения:

$$[\text{median}(\text{H}_2) \quad \text{median}(\text{CO}) \quad \text{median}(\text{C}_2\text{H}_4) \quad \text{median}(\text{C}_2\text{H}_2) \quad Y_i],$$

где  $\text{median}(\text{H}_2, \text{CO}, \text{C}_2\text{H}_4, \text{C}_2\text{H}_2)$  – медианные значения концентрации  $\text{H}_2, \text{CO}, \text{C}_2\text{H}_4, \text{C}_2\text{H}_2$  соответственно,  $Y_i$  – метка принадлежности к классу.

Имеется 100 файлов со значениями концентраций газов. Над всем массивом файлов проделаем вышеописанную операцию, а затем конкатенируем полученные строки. Таким образом, получим матрицу data состоящую из 100 строк, которые содержат медианные значения по концентрациям газов в каждом файле, и 5 столбцов.

В качестве алгоритма машинного обучения выберем градиентный бустинг, который применяется для задач регрессии, классификации, ранжирования. Суть его состоит в построении модели предсказания в форме ансамбля моделей (например, деревьев решений), которые строятся последовательно [2]. Следующее дерево учится на ошибках предыдущего [2]. Затем этот процесс повторяется с наращиванием количества таких моделей. Таким образом, получается модель, способная к обобщению на разнородных данных [2]. В решении данной задачи будем использовать класс GradientBoostingClassifier из модуля ensemble библиотеки sklearn.

Импортировав данный классификатор, применим его к 80% данным от исходного объёма data в «сыром» виде, т.е. без настройки параметров его сигнатуры. Результативность алгоритма оценим по численному значению метрики «ассигасу» (доля верных ответов) на 20% данных от исходного объёма data. Результат классификации представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Результат классификации

№	Прогнозируемая метка	Реальная метка	№	Прогнозируемая метка	Реальная метка
1	0	0	11	0	3
2	0	0	12	3	3
3	0	0	13	2	2
4	3	3	14	1	1
5	1	1	15	1	1
6	3	3	16	1	1
7	1	1	17	0	0
8	2	2	18	3	2
9	3	3	19	2	2
10	2	2	20	0	0

Из 20 тестовых сигналов алгоритм неверно спрогнозировал метку принадлежности к классу лишь в двух случаях. Эти случаи необходимо рассматривать отдельно и выяснить причину неверной классификации. Однако в нашем случае метрика ассигасу равна 0,9. Таким образом, алгоритм с дефолтными настройками неплохо справился с задачей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Задача классификации (Classification Problem) [Электронный ресурс]. – URL: <https://wiki.loginom.ru/articles/classification-problem.html> (дата обращения: 20.01.2021).
2. Градиентный бустинг (CatBoost) в задачах построения торговых систем. Наивный подход [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mql5.com/ru/articles/8642> (дата обращения: 04.02.2021).

## Technical State Classification of Power Transformers with using Machine Learning

V.D. Ozhereliev<sup>1</sup>, E.A. Abidova<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>*e-mail: VictorOzhereliev@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: e-abidova@mail.ru*

A special role in determining the technical state of power transformers is played by the control of gases released in the transformer oil. Today, a large number of NPP transformers are operated with an extended service life. There is a need to control it state. During the work, a Python program code was written to classify the state of transformers using machine learning based on data containing the values of dissolved gases (H<sub>2</sub>, CO, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) in transformer oil.

*Keywords:* Python, machine learning, classification, gradient boosting, power transformers.

УДК 621.039

## ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

**Задорожнюк О.А., Абидова Е.А.**

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

Электроприводная арматура атомных электрических станций является ответственным элементом оборудования АЭС. В процессе эксплуатации детали арматуры подвергаются различным видам изнашивания, что с течением времени приводит к возникновению различного рода отказов. Потому, особо важно наличие своевременного ремонта арматуры. Стратегия ГК Росатом направлена на переход от обслуживания по регламенту - к ремонту по фактическому состоянию. Это достигается внедрением систем технического диагностирования состояния арматуры без ее разборки и демонтажа.

*Ключевые слова:* диагностика электроприводной арматуры, диагностический комплекс, метод главных компонент, метод повышения чувствительности электрических параметров к механическим дефектам, ремонт по текущему состоянию, чувствительность.

В работе предлагается метод повышения чувствительности электрических параметров к механическим дефектам. На данный момент механические дефекты распознаются по вибрационными параметрам и проблемой такого диагностирования оборудования АЭС может являться его труднодоступность и радиоактивная загрязненность [1]. Важно отметить, что предлагаемый метод не требует разборки и демонтажа арматуры и специального размещения комплекса в условиях АЭС, т.к. вся диагностика производится по току [2]. Внедрение Методики снижает затраты на диагностирование одной единицы оборудования почти в 14 раз.

С целью повышения чувствительности был предложен подход на основе МГК. Для демонстрации преимуществ предлагаемого подхода были проведены эксперименты в лабораторных условиях. Первая серия экспериментов была направлена на иллюстрацию повышения чувствительности. Во время работы оборудования регистрировались электрические параметры. Затем сопоставляли плотности распределения вероятности

параметров исправного и неисправного оборудования. Но исходные распределения токовых параметров практически совпадали, что исключало обнаружение дефекта. Далее был апробирован предлагаемый метод и те же сигналы были спроецированы на высшие компоненты сингулярного разложения. Вероятности ошибок снизились до приемлемого уровня. Таким образом, чувствительность явно повысилась.

Следующая серия экспериментов проводилась для иллюстрации избирательности предлагаемого подхода по отношению к разным видам дефектов. Эксперимент состоял в регистрации сигналов электрической мощности заведомо исправной ЭПА и оборудования с дефектами. Полученные сигналы тока были предварительно обработаны штатными методами. Сравнение среднеквадратических значений сигналов и сравнение спектров диагностических сигналов позволяют обнаружить дефект.—Далее к тем же данным был применен подход на основе МГК. По результатам, кластер исправного состояния удален от кластеров, соответствующих неисправностям, а кластера неисправных состояний почти не совпадают.

Предлагаемый метод, повышающий качество диагностирования, может быть реализован в пилотном образце универсального измерительного комплекса, разработанного по заказу ГК РОСАТОМ для контроля технического состояния и настройки ЭПА. Комплекс обладает лучшими техническими характеристиками по сравнению с действующим приборным парком.

Результат повышения чувствительности, продемонстрированный в работе, чрезвычайно актуален в условиях перехода АЭС Российской Федерации на 18-ти месячный топливный цикл.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андропов, Е.В. Повышение надежности эксплуатации АЭС на основе реализации принципа разнообразия / Е.В. Андропов, И.Р. Коган, В.П. Поваров, Л.П. Павлов // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2017. – № 3. – С. 33-44.
2. Бакиров, М.Б. Разработка и внедрение технологии оперативной диагностики повреждения ответственного оборудования как процедуры управления ресурсом АЭС / М.Б. Бакиров, В.П. Поваров // Вестник ВГУ. Серия: Физика. Математика. – 2015. – № 1. – С. 5-17.

### **Increasing the Sensitivity of the Method for Diagnosing Shut-off Valves by Electrical Parameters**

**О.А. Zadorozhnyuk<sup>1</sup>, Е.А. Abidova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: fedotova09876@gmail.com*

<sup>2</sup>*e-mail: e-abidova@mail.ru*

**Abstract** – Electric actuator fittings of nuclear power plants are a critical element of nuclear power plant equipment. During operation, reinforcement parts are subjected to various types of wear, which over time leads to the occurrence of various kinds of failures. Therefore, it is especially important to have timely repair of fittings. The strategy of the State Corporation Rosatom is aimed at the transition from maintenance according to the regulations to repair according to the actual state. This is achieved by the introduction of systems for technical diagnostics of the state of the valve without disassembling and dismantling.

**Keywords:** diagnostics of electric drive valves, diagnostic complex, method of principal components, method of increasing the sensitivity of electrical parameters to mechanical defects, repair according to the current state, sensitivity.

## РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ХАОТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ДИАГНОСТИЧЕСКИХ СИГНАЛАХ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ

Прыткова Д.А., Хегай Л.С.

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

В современных условиях при проведении диагностики электроприводной арматуры обычно применяют спектральный анализ огибающих диагностических сигналов. Однако он имеет такие недостатки, как невозможность выявления недетерминированной составляющей сигналов, а также малая чувствительность к начальной стадии дефекта. Поэтому предложено использовать для анализа диагностических сигналов фазовые портреты. В ходе работы был разработан комплекс программ на Python, который позволяет выполнить построение фазовых портретов и оценить их количественно. В качестве количественной оценки была использована фрактальная размерность.

*Ключевые слова:* электроприводная арматура, фазовый портрет, фрактальная размерность, диагностика, Python.

В настоящее время, при проведении контроля состояния электромеханического оборудования, все чаще используют методы диагностики, которые позволяют оценивать вклад как случайных, так и детерминированных составляющих сигнала. В работах [1,2] показано, что реальные сигналы содержат и детерминированную, и вариабельную, и стохастическую компоненту. В исследованиях [3] показано, что недетерминированная составляющая несёт в себе информацию о состоянии электромеханического оборудования. Авторами [3] было предложено для оценки стохастической, недетерминированной составляющей сигнала использовать, такие методы анализа диагностических сигналов, как анализ фазовых портретов, сингулярных спектров и фрактального анализа.

Обеспечение надёжной работы электроприводной арматуры (ЭПА) является одним из важнейших критериев безопасной эксплуатации АЭС. В качестве основного метода диагностики электроприводной арматуры используют метод спектрального анализа огибающих диагностических сигналов. Однако данный метод нечувствителен к дефектам на ранних стадиях развития и сложен при оценке полученных результатов. Была предложена идея [4] использовать для анализа диагностических сигналов фазовые портреты, построенные по токовым сигналам ЭПА. До настоящего времени фазовые портреты оценивались визуально.

Вид фазового портрета имеет фрактальную форму (рис. 4) Для получения количественной оценки изображений такого рода в работах Чумака, Казиахмедова [3,5] предложено использовать фрактальную размерность. Таким образом, в работе была поставлена задача получить количественную оценку фазовых портреты, используя фрактальную размерность.

Для решения данной задачи был разработан комплекс программ, который позволяет строить фазовые портреты и вычислять их количественную оценку в виде фрактальной размерности.

Разработанный комплекс программ написан на языке программирования Python.

Координаты точек для расчёта фрактальной размерности вычисляются при разных значениях поля «Сторона квадрата» (20, 30, 40, 50 и 60). Абсцисса точки – это количество ячеек квадратной сетки, в которые попали точки фазового портрета. Ордината точки – наибольшая сторона ячейки квадратной сетки.

Алгоритм работы программы для построения фазовых портретов и вычисления координат точки для расчёта фрактальной размерности показан на рисунке 1.



Рисунок 1 – Алгоритм работы программы для построения фазовых портретов и вычисления координат точки для расчёта фрактальной размерности

Алгоритм работы программы для расчёта фрактальной размерности показан на рисунке 2.

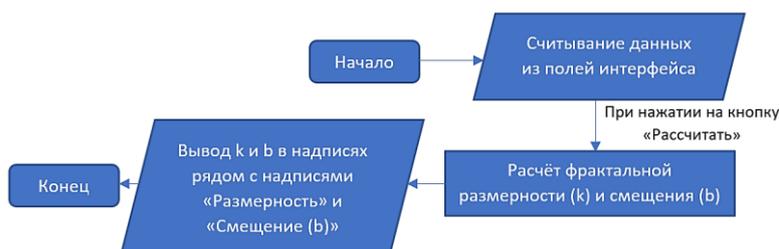


Рисунок 2 – Алгоритм работы программы для расчёта фрактальной размерности

С помощью разработанного комплекса программ была проведена обработка диагностических сигналов ЭПА шестого блока Нововоронежской АЭС 2018 и 2019 года. На рисунке 3 показаны сигналы исправной (слева) и неисправной (справа) электроприводной арматуры. На рисунке 4 показаны их фазовые портреты.

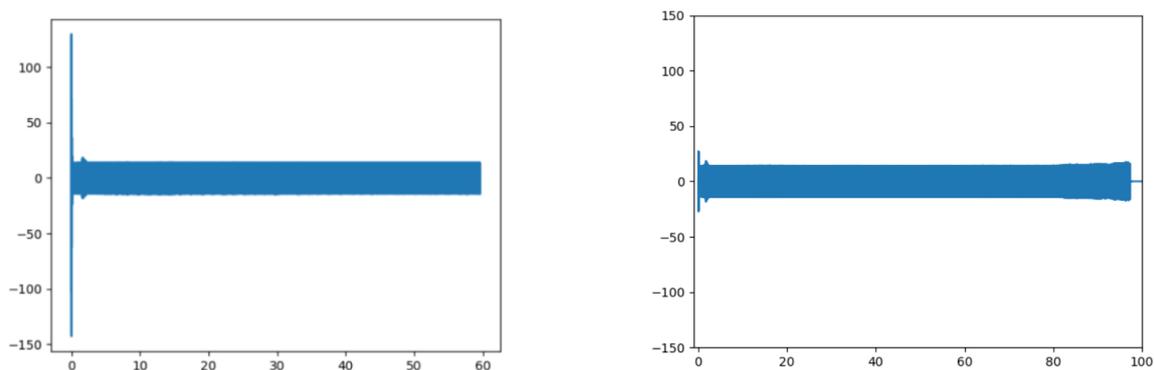


Рисунок 3 – Сигналы ЭПА 10LCA21AA002 2018 года (слева) и 2019 года (справа)

Фрактальная размерность для фазового портрета сигнала ЭПА 10LCA21AA002 2018 г. равна 1,4, а для сигнала ЭПА 10LCA21AA002 2019 г. – 1,8. Видно, что фрактальная размерность фазового портрета увеличивается на участке сигнала, где наблюдается дефект, по сравнению с фазовым портретом исправного сигнала на этом же участке. Таким образом, оценка фрактальной размерности фазового портрета оказалась чувствительной к изменению состояния оборудования.

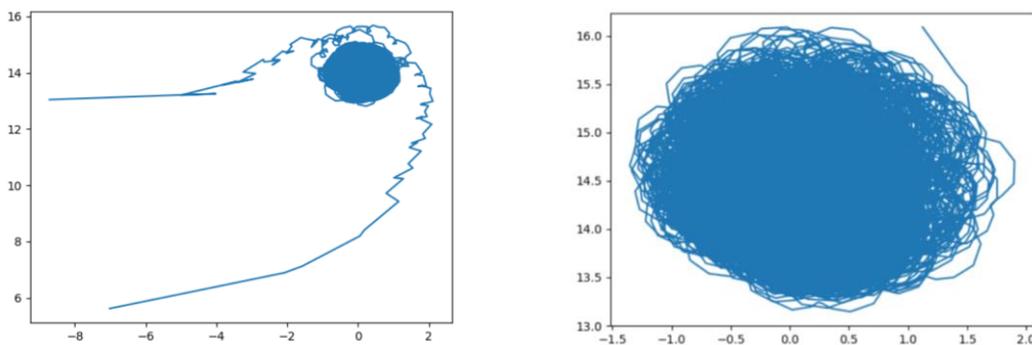


Рисунок 4 – Фазовые портреты сигналов ЭПА 10LCA21AA002 2018 г. (слева) и 2019 г. (справа) на участке, где наблюдается дефект

Итоговым результатом работы стал программный комплекс для построения фазового портрета, вычисления координат точки для расчёта фрактальной размерности и расчёта фрактальной размерности. С помощью этого программного комплекса были сделаны расчёты фрактальной размерности сигналов электроприводной арматуры с дефектом и без дефектов. А также на основе этих сигналов построены фазовые портреты и сингулярные спектры. При сравнении фрактальных размерностей оказалось, что у сигнала исправной арматуры фрактальная размерность меньше, чем у арматуры с дефектом.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Adams, M.L. and Abu-Mahfouz, I.A. (1994) Exploratory research on chaos concepts as diagnostic tools for assessing rotating machinery vibration signatures, Proc. IFTOMM, 4th International Conference on Rotordynamics, Sept. 1994, Chicago, pp. 29-39.
2. He, Q., Wang, L. and Liu, B. 2007. Parameter estimation for chaotic systems by particle swarm optimization. Chaos, Solitons and Fractals 34: 654-61.
3. Чумак, О.В. Энтропия и фракталы в анализе данных / О.В. Чумак. – Москва-Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2011. – 164 с.
4. Абидова, Е.А. Совершенствование методов обработки информации в системах диагностики оборудования АЭС : монография / Е.А. Абидова, А.В. Чернов, Л.С. Хегай – Москва : НИЯУ МИФИ; Волгоград: ВИТИ НИЯУ МИФИ, 2019. – 118 с.
5. Казиахмедов, Т.Б. Фрактальный анализ и решение задач для выявления особенностей временных рядов при диагностике систем / Т.Б. Казиахмедов. – Нижневартовск : Вестник НВГУ. – 2015. – № 3. – С. 20-26.

### Development of a Complex of Programs for Quantitative Assessment and Visualization of Chaotic Processes in Diagnostic Signals of Electric Valves

D.A. Prytkova<sup>1</sup>, L.S. Khegay<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>*e-mail: muz1@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: lskhegai@mephi.ru*

**Abstract** – In modern conditions, when carrying out diagnostics of electric drive valves, spectral analysis of the envelopes of diagnostic signals is usually used. However, it has such disadvantages as the impossibility of detecting the non-deterministic component of the signals, as well as low sensitivity to the initial stage of the defect. Therefore, it is proposed to use phase portraits for the analysis of diagnostic signals. In the course of the work, a complex of programs in Python was developed, which allows you to build phase portraits and evaluate them quantitatively. Fractal dimension was used as a quantitative estimate.

**Keywords:** the electrodriving fittings, phase portrait, fractal dimension, diagnostics, Python.

# РАСПОЗНАВАНИЕ КРИЗИСА ТЕПЛООБМЕНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМА SVM

Шешукова В.В., Скоморохов А.О.

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

В работе рассматривается использование метода опорных векторов для распознавания кризиса теплообмена. Кризис теплообмена при кипении – это явление резкого ухудшения теплоотдачи на теплопередающей поверхности, ведущее, как правило, к быстрому возрастанию ее температуры.

*Ключевые слова:* машинное обучение, распознавание, АЭС, метод опорных векторов.

Алгоритм раннего обнаружения кризиса теплообмена разрабатывался для корабельной ЯЭУ с водяным теплоносителем. Исследования проводились на стенде СВД-2. Экспериментальный участок представлял собой стержень квадратного профиля вписанный в цилиндр диаметром 7.0 мм – имитирующий тепловыделяющий элемент (ТВЭЛ). Режим задавался как тройка основных параметров – давление, расход и температура на выходе  $\{P, G, T\}$ .

Для каждой экспериментальной точки при достижении параметрами установившихся значений проводился спектральный анализ акустического сигнала. Спектральная плотность мощности (СПМ) оценивалась в диапазоне 0.25 - 50 кГц с разрешением по частоте  $\Delta f = 250$  Гц. Таким образом, каждая СПМ задавалась своими значениями на 200-х эквидистантных частотах, которые использовались в качестве исходных признаков при разработке алгоритма диагностирования. Всего было реализовано 20 режимов, для которых оценено 175 спектров. Спектры, измеренные в моменты после скачка температуры стенки ТВЭЛа, относились к классу «кризис теплообмена» [1,2].

Тридцать наиболее информативных диагностических признаков среди измеренного множества спектров были определены при помощи критерия  $\chi^2$ . Для выбранных признаков строилось решающее правило, в качестве которого использовался метод опорных векторов (англ. Support Vector Machine, SVM) [3-7].

Исходные данные представляли собой матрицу  $173 \times 200$ , соотношение классов «нормы» и «кризиса» составило 109 и 64 соответственно. Примеры СПМ, относящихся к различным классам представлены на рисунке 1.

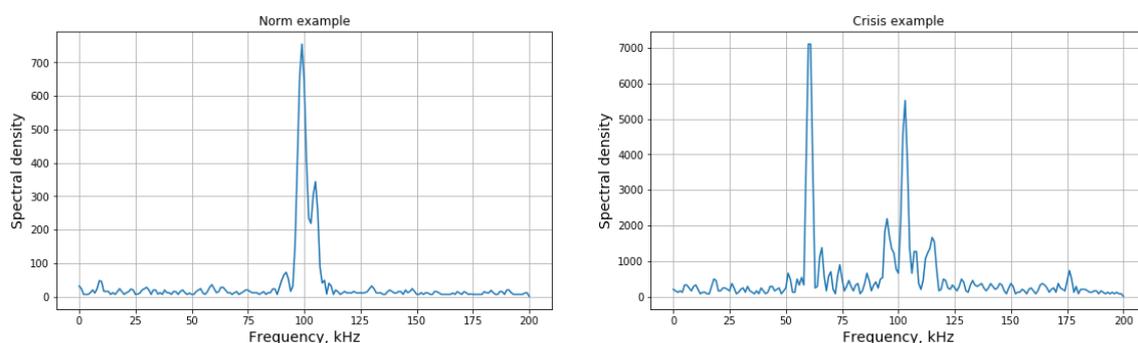


Рисунок 1 – Примеры «нормы» и «кризиса»

В данной работе было рассмотрено применение метода опорных векторов для задачи распознавания кризиса теплообмена с использованием языка программирования python и его библиотеки sklearn. В качестве ядерной функции было выбрано радиально-базисное ядро.

Метод опорных векторов имеет ряд преимуществ, таких как высокая точность, большое количество настраиваемых параметров, большое количество примеров. Однако в качестве недостатка хочется отметить сложность подбора оптимальных гиперпараметров, которая зависит от природы данных, их предобработки и других факторов.

В данной работе было продемонстрировано применение данного алгоритма, который позволил диагностировать кризис теплообмена ядерного энергетического реактора с достаточно высокой точностью.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Скоморохов, А.О.* Многомерные статистические методы диагностики аномальных состояний ЯЭУ: автореферат диссертации ... доктора технических наук: 05.14.03. – Обнинск, 2011.
2. Mogilner A. I., Skomorokhov A. O., Shvetsov D. M. On the problem of noise spectra classification in nuclear power plant operation diagnostics // Nuclear Technology. – 1981. – Т. 53. – №. 1. – С. 8-18.
3. *Bzdok D., Krzywinski M., Altman N.* Points of significance: Machine learning: supervised methods. – 2018.
4. *Wu X. et al.* Top 10 algorithms in data mining // Knowledge and information systems. – 2008. – Т. 14. – №. 1. – С. 1-37.
5. *Ramaswamy S., Rastogi R., Shim K.* Efficient algorithms for mining outliers from large data sets // ACM Sigmod Record. – ACM, 2000. – Т. 29. – №. 2. – С. 427-438.
6. *Settouti N., Bechar M.E.A., Chikh M.A.* Statistical Comparisons of the Top 10 Algorithms in Data Mining for Classification Task // International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence. 2016.
7. *Андреас Мюллер, Сара Гвидо* Введение в машинное обучение с помощью Python. Руководство для специалистов по работе с данными. Москва: Самиздат, 2017 [https://github.com/Gewissta/Introduction\\_to\\_ML\\_with\\_Python\\_russian\\_translation](https://github.com/Gewissta/Introduction_to_ML_with_Python_russian_translation).

### Recognizing Heat Exchange Crisis Using SVM Algorithm

V.V. Sheshukova<sup>1</sup>, A.O. Skomorokhov<sup>2</sup>

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

*Obninsk, Kaluga region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: riabtcevavv@oiate.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: askom@gmail.com*

**Abstract** – This article discusses the use of a support vector machine to recognize a heat transfer crisis. A boiling heat transfer crisis is a phenomenon of a sharp deterioration in heat transfer on a heat transfer surface.

*Keywords:* machine learning, recognition, NPP, SVM, acoustics.

УДК 004.04

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ СОСТОЯНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПЕРЕГРУЗКЕ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА АЭС

Муратова Е.Л., Абидова Е.А.

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

В данной статье изучаются существующие методы диагностики для обеспечения безопасной и качественной работы АЭС и их синтез для разработки системы диагностики приводов работы перегрузочной машины. Работа направлена на повышение безопасности, повышение КИУМ за счёт качественной оперативной диагностики оборудования СУЗ. Предлагаемый в работе метод диагностики может быть внедрен на российских и зарубежных АЭС.

*Ключевые слова:* диагностика, безопасность, токовые параметры, перегрузка ядерного топлива, фазово-плоскостной метод.

Опыт перегрузки реакторов типа ВВЭР свидетельствует о событиях, потенциально опасных для ядерной и радиационной безопасности – это повреждения тепловыделяющих сборок и поглощающих стержней. Механизмы машины перегрузочной (МП) могут оказаться под различными негативными внешними факторами, что может привести к развитиям критических дефектов, влекущих за собой нарушение безопасности работы АЭС.

В настоящее время процесс перегрузки контролируют посредством телевизионной системы и системы тензометрического контроля. Эти подходы позволяют установить только сам факт выполнения операции уже после ее выполнения. В то же время диагностика самих механизмов МП не предусмотрена, что повышает риски развития их дефектов и снижает безопасность работы МП. Всё перечисленное обуславливает высокую актуальность работ, направленных на совершенствование практики эксплуатации перегрузочных машин на АЭС [1].

Таким образом, целью нашей работы является совершенствование методов контроля процесса перегрузки топлива.

Основным механизмом машины перегрузочной является рабочая штанга, выполняющая наиболее ответственные операции, такие как установка, извлечение топлива и сцепление-расцепление с кассетой. Конфигурация зоны обслуживания МП представлена на рисунке 1 [2].

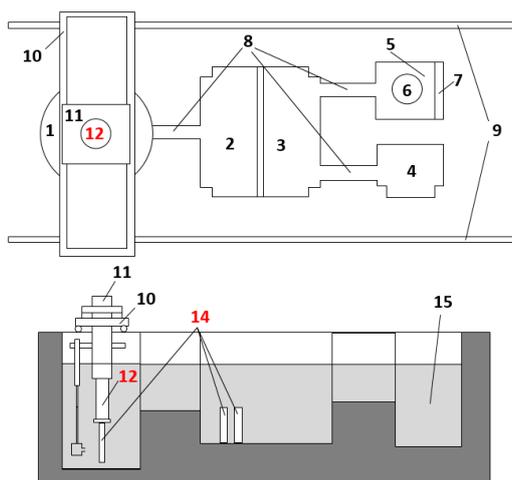


Рисунок 1 – Конфигурация зоны обслуживания МП

1 – реакторный отсек; 2, 3, 4 – отсеки бассейнов выдержки отработавшего топлива; 5 – отсек универсального гнезда; 6 – зона транспортного чехла; 7 – зона вспомогательных приспособлений; 8 – транспортные коридоры; 9 – рельсовый путь; 10 – мост; 11 – тележка; 12 – рабочая штанга; 13 – телекамера; 14 – тепловыделяющие сборки; 15 – слой воды; 16- строительная часть реакторного зала

Перед разработчиками системы диагностики встают определенные проблемы, связанные с особенностями объекта [3, 4]: разнообразие операций, которые выполняет объект; сложность траектории движения, которая обусловлена конфигурацией зоны перегрузки и множество приводов, которые обеспечивают функционирование подвижных частей.

Нами была предложена диагностика по току, так как она имеет следующие преимущества: уменьшение влияния внешних помех, возможность регистрации тока вне зоны работы объекта и возможность регистрации сигналов МП всех блоков многоблочной АЭС одними средствами [5]. Учитывая это, нами была разработана система диагностики перегрузочной машины по токовым сигналам с использованием фазово-плоскостного метода. На рисунке 2 представлена схема регистрации токовых сигналов со стендом «Крона 517».

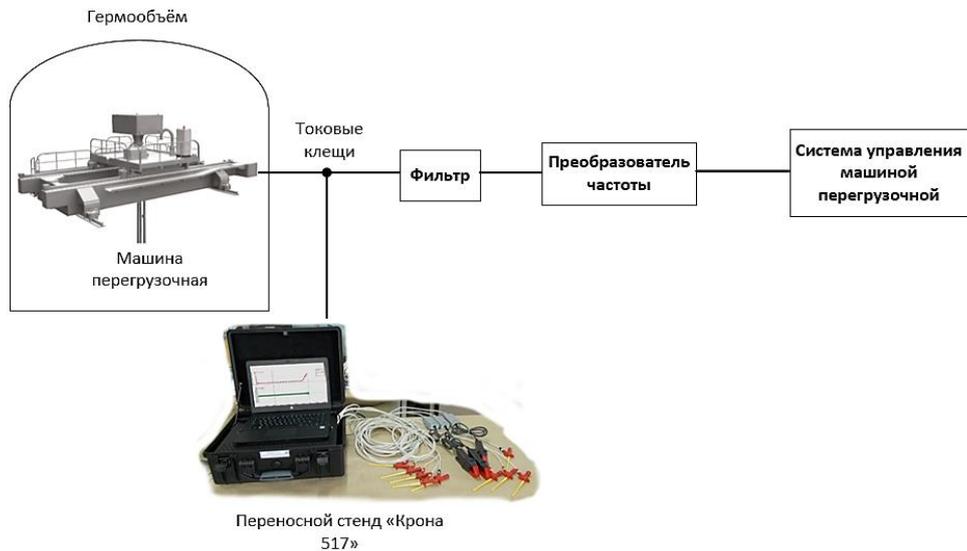


Рисунок 2 – Схема регистрации токовых сигналов со станком «Крона 517»

К сигналу обычно применяются традиционные методы, такие как спектральный анализ и статистическая обработка. Однако результаты от рабочего тока не позволяют описать перегрузочную операцию: ошибка в распознавании достаточно высокая, а в спектре не проявляются характер операции и особенности сигнала МП: это модуляции и нестационарные и динамические проявления. Эти факторы требуют применения другого метода, учитывающего эти особенности.

Анализ фазовых портретов (ФП) основан на векторном представлении сигналов в комплексной плоскости. Фундаментальная частота и её высшие компоненты представляются в виде векторов, вращающихся вокруг центра координат со своей круговой частотой. Конец результирующего вектора и формирует ФП, который позволяет судить о параметрах сигнала. Оценочными критериями при анализе ФП являются размер, симметричность и глубина модуляции («петляние») [6].

Нами было установлено, что формы ФП чувствительны к состоянию приводов и зависят от следующих условий: скорости перемещения, направления движения и наличия груза. Форма и размер полученных ФП сравниваются с последующими результатами диагностирования.

В ВИТИ НИЯУ МИФИ нами была разработана структура системы диагностики на основе регистрации и анализа сигнала тока с использованием фазово-плоскостного метода (рис. 3).

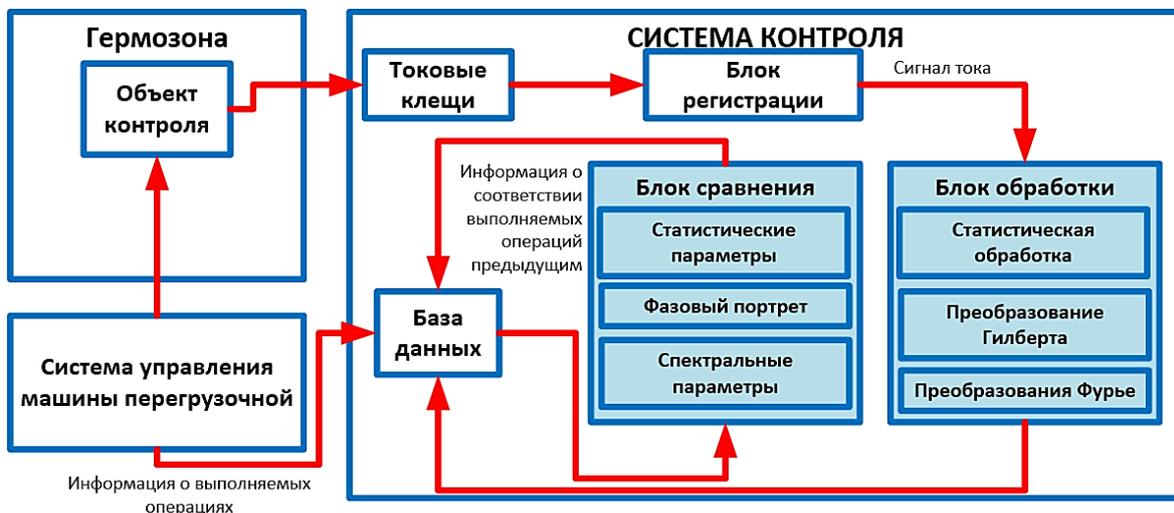


Рисунок 3 – Структура системы диагностики на основе регистрации и анализа сигнала тока с использованием фазово-плоскостного метода

Сравнение формы и размера ФП с эталонным производится следующим образом: изображение представляют в виде матрицы из 0 и 1, где 1 соответствует наличию координат портрета в секторе рисунка. Матрица, соответствующая ранее полученному ФП, вычитается из матрицы ФП текущего состояния. В полученной матрице элементы суммируются, и отношение этой суммы ко всем элементам и является показателем схожести портретов. На рисунке 4 представлен пример сравнения двух ФП, сходство которых составляет примерно 84%. Практика наблюдений за сигналами МП статистически показывает, что сходство выше 75% является удовлетворительным. Высокий уровень сходства показывает, что состояние механизма особо не изменилось, значит, развития дефектов не произошло.

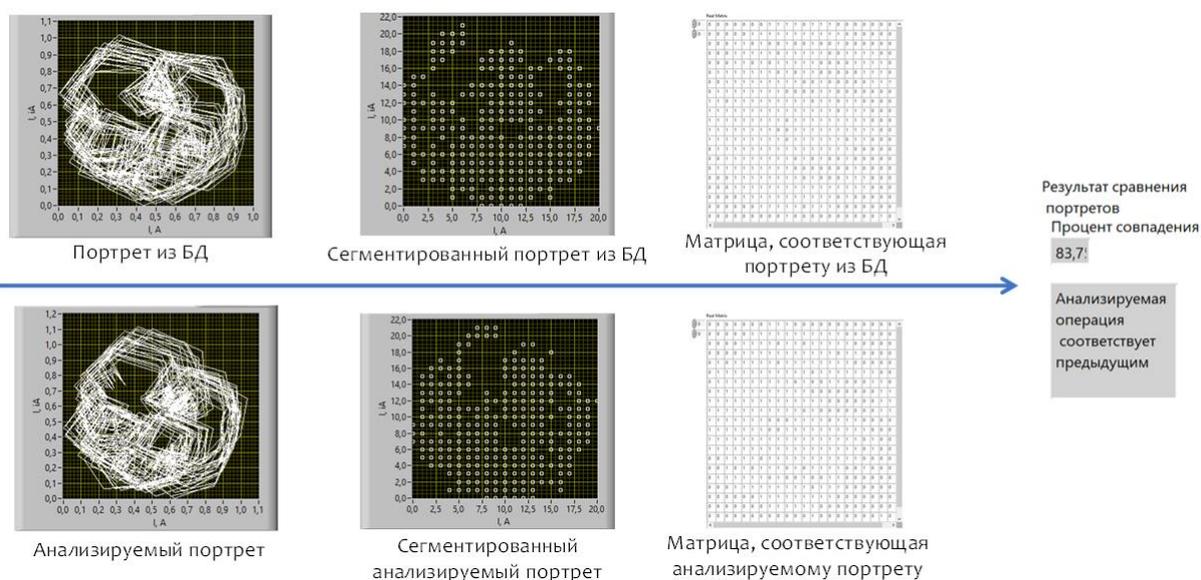


Рисунок 4 – Оценка сходства ФП

Результатом нашей работы является структура системы диагностики сигнала тока перегрузочной машины в соответствии с разработанным методом, а также программное обеспечение (ПО) модуля обработки данных. Система даёт возможность контролировать состояние механизмов МП, что ранее существующими системами не проводилось. Практическая значимость системы состоит в возможности её использования на всех АЭС с реакторами типа ВВЭР для сокращения времени планово-предупредительного ремонта (ППР), снижения вероятности простоя из-за возникновения дефектов и повышения безопасности работы МП.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. НП-001-15 «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций».
2. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности».
3. ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. «Изделия электротехнические. Общие требования безопасности».
4. ГОСТ 34.003-90 «Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Термины и определения».
5. Совершенствование методов обработки информации в системах диагностики оборудования АЭС [Текст]: монография / Е.А. Абидова, А.В. Чернов, Л.С. Хегай. – Москва: НИЯУ МИФИ; Волгоград.
6. Абидова, Е.А. Идентификация информационных процессов в системе диагностики электропроводной арматуры атомных станций: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: [Волгодон. инженер.-техн. ин-т (фил.) НИИ ядер. ун-та «МИФИ»]; Место защиты: Волгогр. гос. техн. ун-т. – Волгоград: 2011. – 18 с.: ил.; 21 см.

#### Identification of Equipment Condition During Nuclear Fuel Overload at NPP

E.L. Muratova<sup>1</sup>, E.A. Abidova<sup>2</sup>

**Abstract** – This article examines the existing diagnostic methods for ensuring the safe and high-quality operation of nuclear power plants and their synthesis for the development of a system for diagnosing the drives of the reloading machine. It is planned to develop a project for the diagnostic system of the reloading machine based on the current signals of its drives using the phase-plane method. The work is aimed at improving safety, increasing the CIUM due to high-quality operational diagnostics of the CPS equipment. The diagnostic method proposed in this paper can be implemented at Russian and foreign nuclear power plants.

*Keywords:* diagnostics, safety, current parameters, nuclear fuel overload, phase-plane method.

УДК 004.932.2

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА ТЕКСТОВЫХ ДОКУМЕНТОВ СРЕДСТВАМИ PYTHON**

**Яковлев Р.И., Кудинов Д.Д., Лысенко Н.С., Гагарин С.Ю., Цвелик Е.А.**

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

Работа посвящена разработке программного обеспечения для сравнения двух текстовых документов в формате pdf. Рассматриваемая разработка обладает понятным удобным интерфейсом и позволяет наглядно увидеть места различия отсканированных документов. Это является важной задачей контроля передаваемых документов во избежание их редактирования на этапе согласования.

*Ключевые слова:* обработка текста, машинное зрение, Python, разработка программных продуктов

В современном мире анализ и обработка документов является актуальной задачей. Многие информационные хранилища представлены в виде набора неструктурированных документов, работа с которыми средствами баз данных невозможна. Во время работы с текстовыми документами часто приходится анализировать и сравнивать их по содержанию. Эта необходимость возникает, если над документом работала группа людей или документ был отправлен на согласование и редактирование, нужно быстро найти все сделанные изменения. Сравнение документов вручную занимает очень много времени и влечет риск ошибок. На помощь приходят программы для анализа содержания документов на предмет ошибок или различий между макетами.

На данный момент на рынке программного обеспечения существуют разработки для решения подобных задач.

Adobe Acrobat Pro DC – стандартная версия стоит 1000 рублей в месяц. Так как в основном используется для редактирования и преобразования файлов, то обладает лишним инструментарием, в виду чего занимает много места и требует больших ресурсов, больших затрат времени на один только запуск программы.

Microsoft Word – версия для бизнеса стоит 500 рублей на пользователя в месяц. Предназначена для создания, просмотра и редактирования текстовых файлов, поэтому может сравнивать только текст, что не является разумным выбором для сравнения PDF документов, если в них присутствует текст в виде изображения.

Разработанное же решение, в свою очередь, может сравнивать не только текст, но и изображения. В ходе разработки были выбраны следующие технологии:

OpenCV – библиотека, предназначенная для решения проблем компьютерного зрения [1].

Qt – кроссплатформенный фреймворк для дизайна графического интерфейса [2].

pdf2image и img2pdf – библиотеки для конвертирования PDF файлов.

Схема работы приложения представлена на рисунке 1. Разработанное решение состоит из нескольких модулей, осуществляющих свой функционал. Модуль чтения/записи PDF файлов – читает, а также распознаёт PDF файлы с диска. Модуль нахождения отличий определяет разницу в двух документах. Сравнивая их, он создаёт новый документ, в котором выделены отличающиеся объекты. Выделение показывается с помощью красный прямоугольников. Затем передаёт его в модуль файлов, который сохраняет его на диск и отображает пользователю, добавляя при этом в историю отсканированных файлов. Все обработанные документы сохраняются на диск и отображаются в программе.

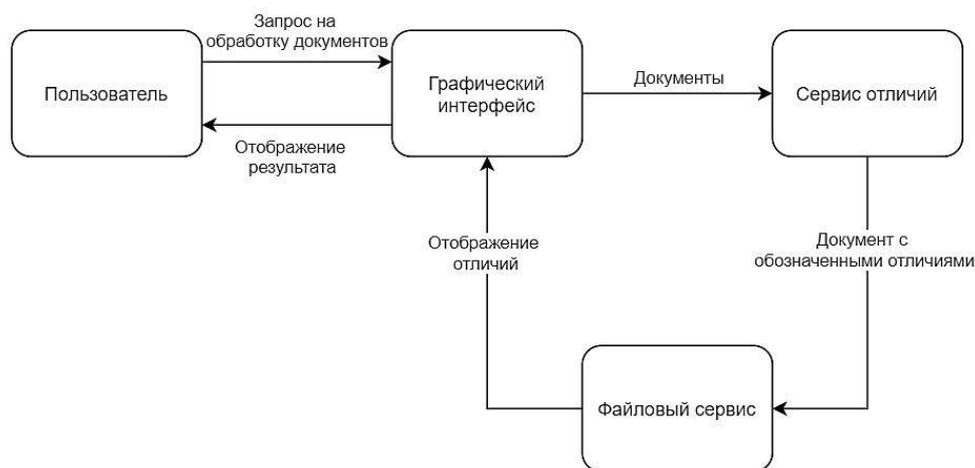


Рисунок 1 – Схема работы приложения

Весь функционал подключен к графическому интерфейсу, с которым пользователь взаимодействует при помощи окна и элементов управления. Пример сравнения и представления результатов анализа представлены на рисунке 2

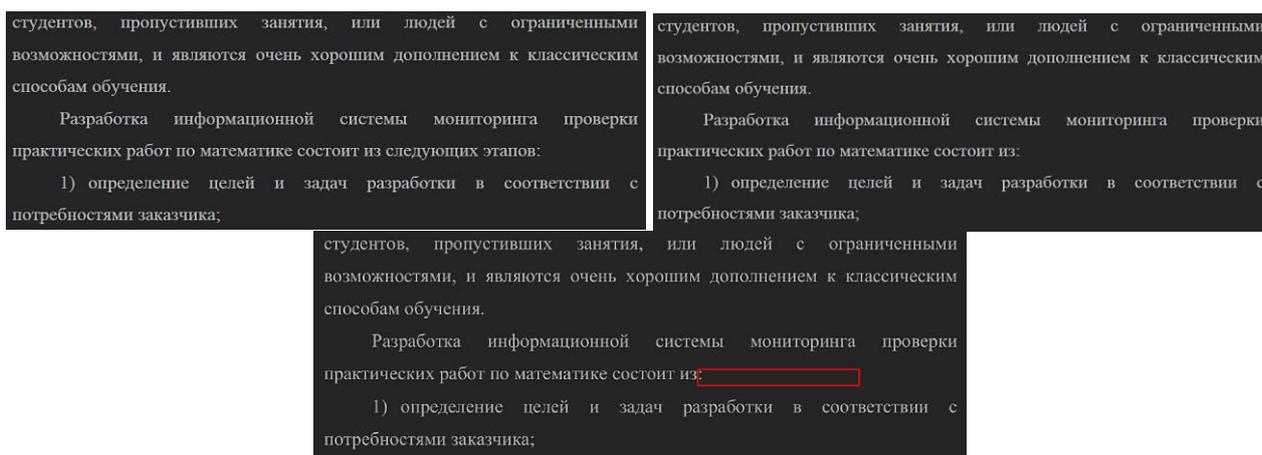


Рисунок 2 – Пример сравнения документов

Таким образом, разработано решение, позволяющее сравнивать два документа и находить в них разницу. Поддерживается, возможно, сравнения, как текста, так и отсканированных файлов в виде картинки. Также сохраняется вся история и файлы с отличиями. В дальнейшем также можно добавить возможность сравнения текстовых блоков файла, а также отслеживания отличий с учётом смещения текста.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. OpenCS modules // opencv URL: <https://docs.opencv.org/master/> (дата обращения: 30.03.21).
2. PyQt5 Reference Guide // riverbankcomputing URL: <https://www.riverbankcomputing.com/static/Docs/PyQt5/> (дата обращения: 30.03.21).

### **Solution of the Problem of Analysis of Text Documents with Python**

**R.I. Yakovlev<sup>1</sup>, D.D. Kudinov<sup>2</sup>, N.S. Lysenko<sup>3</sup>, S.Yu. Gagarin<sup>4</sup>, E.A. Tsvelik<sup>5</sup>**

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

*Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: Romez1990@yandex.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: kudinov.d-2013@mail.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: russkovshina@mail.ru*

<sup>4</sup>*e-mail: intvg4@yandex.ru*

<sup>5</sup>*e-mail: eatsvelik@mephi.ru*

**Abstract** – The work is devoted to the development of software for comparing two text documents in pdf format. The considered development has a clear user-friendly interface and allows you to visually see the difference between scanned documents. This is an important task of controlling the transmitted documents in order to avoid their editing at the stage of approval.

*Keywords:* word processing, machine vision, Python, software development.

УДК 608.2

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТРАПНОЙ ВОДЫ НА АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ**

**Ситников И.А., Симакова Н.А.**

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

В работе рассмотрена модернизация СВО-3 для более надежной очистки трапной воды на атомных станциях. Для этого предложено установить датчики температуры и концентрации соли, которые позволят измерять температуру вторичного пара в греющей камере и химический состав воды. Пользуясь измеренными значениями можно достичь эффективного регулирования температуры вторичного пара на базе типовых программно-технических средств (ТПТС).

*Ключевые слова:* система спецводоочистки на атомных станциях, жидкие радиоактивные отходы, ТПТС.

Основной системой обращения с жидкими радиоактивными отходами на атомных станциях является система спецводоочистки (СВО-3), которая концентрирует и очищает трапную воду от загрязняющих веществ. В выпарном аппарате СВО-3 осуществляется подогрев трапной воды до нормативных пределов 100°C-110°C для отделения от нее радиоактивных примесей. Эффективность работы выпарного аппарата достигается за счет регулирования коэффициента упаривания. При правильно рассчитанной температуре для трапной воды с различным солесодержанием можно получить наиболее чистый пар и, тем самым, уменьшить количество жидких радиоактивных отходов (рисунок 1).

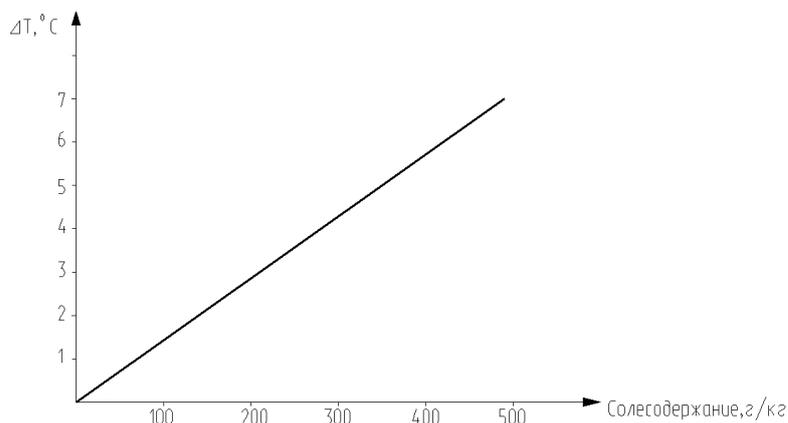


Рисунок 1 – Зависимость температурной депрессии от концентрации солей в упариваемом растворе

Для решения поставленной задачи необходимо контролировать два параметра. Первый параметром является концентрация соли в трубопроводе перед выпарным аппаратом и, поэтому, в систему был добавлен кондуктометр-солемер «МАРК-602». Вторым параметром является температура вторичного пара, а именно чистого пара. Для измерения этого параметра был выбран термометр сопротивления ТСП(100) и установлен сбоку в верхней части греющей камеры.

Сигналы от первичных приборов необходимо обрабатывать, чтобы в дальнейшем выдать сигналы для управления тех или иных исполнительных устройств. В данной системе ими являются регулирующий клапан и редуцирующее охлаждающее устройство (РОУ) – нагревательный элемент. Для того, чтобы связать сигналы приборов с исполнительными устройствами были выбраны ТПТС. Эти средства доказали свою надежность и эффективность при эксплуатации атомных станций. ТПТС строятся по модульному принципу, где блоки принимают первичную информацию, обрабатывают ее и выдают необходимый сигнал. На основании полученных данных ТПТС отправляет сигнал приоткрывать/призакрывать регулирующий клапан на трубопроводе и сигнал для нагрева горелок до необходимой температуры. Канал измерения температуры и концентрации соли представлен на рисунке 2.

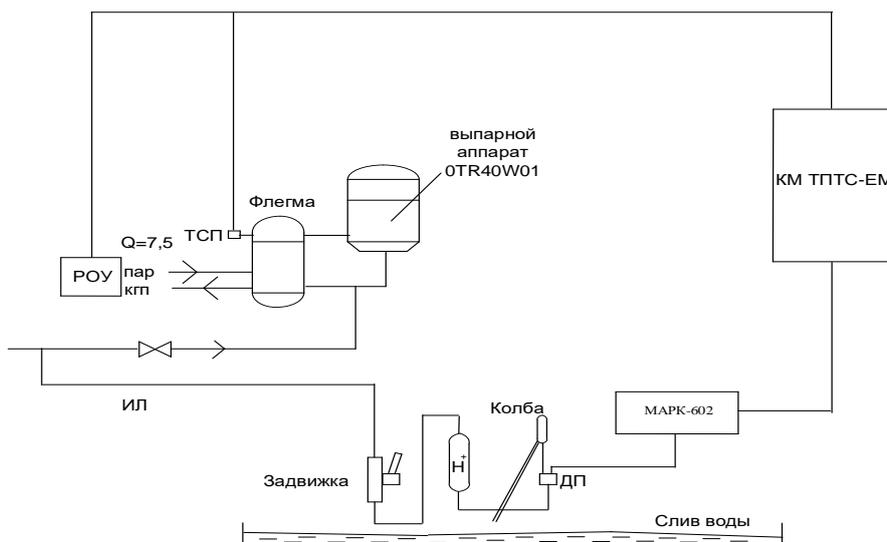


Рисунок 2 – Канал измерения температуры и концентрации соли

Таким образом, разработанная система позволит регулировать коэффициент упаривания, чтобы получать в греющей камере наиболее чистый пар. Это увеличит срок службы основного оборудования, уменьшит объем жидких радиоактивных отходов и увеличит возврат воды в технологический цикл.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воронцов, Ю.В., Первов, А.Г., Сомов, М.А. «Водоподготовка и спецводоочистка на АЭС»: учебное пособие – М.: ВШЭ, 2016 – с 85 – 109.
2. Эксплуатация АЭС. Ч. 1 Работа АЭС в энергосистемах. Ч. II. «Обращение с радиоактивными отходами»: учебное пособие – М.: НИЯУ МИФИ, 2011.
3. Клюев, А.С. и др. «Техника чтения схем автоматического управления технологического контроля»: – учебное пособие – М.: Энергия, 1997г. – 159с;

### **Improvement of the Waste Water Processing System at Nuclear Power Plants**

**I.A. Sitnikov<sup>1</sup>, N.A. Simakova<sup>2</sup>**

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

<sup>1</sup>*e-mail: sitnikov\_19\_97@mail.ru.*

<sup>2</sup>*e-mail: simnataalex@gmail.com*

**Abstract** – The paper considers the modernization of SVO-3 for more reliable treatment of tap water at nuclear power plants. To do this, it is proposed to install temperature and salt concentration sensors that allow measuring the temperature of the secondary steam in the heating chamber and the chemical composition of the water. Using the measured values, it is possible to achieve effective control of the secondary steam temperature on the basis of standard software and hardware (TPTS).

*Keywords:* special water treatment system at nuclear power plants, liquid radioactive waste, TPTS.

УДК 378.145

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕСУРСОВ ОНЛАЙН – ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ СТУДЕНТОВ**

**Гирин В.А., Цвелик Е.А., Евдошкина Ю.А.**

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

Актуальным трендом высшего образования сегодня становится персонализация обучения. Как следствие, возникает необходимость формирования индивидуальной образовательной траектории с активным участием студента. Такой подход к образованию позволяет получить не только основную специальность, но и компетенции в других профессиональных областях.

*Ключевые слова:* персонализированное обучение, индивидуализация образования, индивидуальная образовательная траектория, онлайн-курсы.

На сегодняшний день современное образование переживает эпоху цифровой трансформации, появляются запросы на индивидуализированное обучение, гибкую достройку и постоянный upgrade приобретенных и приобретаемых компетенций. Все эти тенденции нашли свое подтверждение в послании Президента Российской Федерации Путина В.В. к Федеральному Собранию Российской Федерации от 15 января 2020 г.: «Рынок труда сегодня динамически меняется, постоянно появляются новые профессии, усложняются требования к существующим, и высшая школа должна гибко и быстро реагировать на эти

запросы. Считаю, что нужно дать возможность студентам после второго курса выбирать новое направление или программу обучения, включая смежные профессии». [1]

Персонализация обучения представляет собой, с одной стороны, учет индивидуальных особенностей студентов, с другой – организацию такой деятельности, которая направлена на развитие индивидуальности каждого студента, становление его личности как специалиста.[2]

Основными направлениями тенденций в индивидуализации образования является самостоятельный выбор студентами траектории обучения и возможности её изменения, поскольку очень сложно выбрать траекторию с первого раза и при этом безошибочно. Далее это возникающие рынки и компетенции, т.е. новые рынки НТИ (Национальная техническая инновация), которые требуют освоение новых компетенций, эти компетенции лежат как в технологической сфере по сквозным технологиям, так и в области Soft Skills, поэтому возникает спрос на продуктивную аналитику по запросам рынка через 3-5 лет.

В направлении данных тенденций в качестве одного из эффективных способов организации образовательного процесса с учетом принципа индивидуализации предлагается использование технологии смешанного обучения, то есть использование онлайн – курсов наряду с аудиторными знаниями в образовательном процессе. Процесс индивидуализации обучения можно осуществить с помощью внедрения в традиционный образовательный процесс онлайн – курсов в различные дисциплины с учётом представленных образовательных целей и ожидаемых результатов [3, 4].

С целью исследования актуальности вопроса персонализация обучения и необходимости формирования индивидуальной образовательной траектории за счет внедрения в образовательный процесс онлайн – курсов по различным дисциплинам было проведено исследование среди студентов Волгодонского инженерно-технического института Филиала Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ». Количество опрошенных респондентов – 108 человек.

В результате исследования выяснилось, что 71,4% обучающихся студентов нуждаются в разноуровневых заданиях и в индивидуальных проектах для изучения дисциплин. В соответствии с чем 76% респондентов предложило вводить дополнительные консультации, учебный материал для изучения сложных предметов. 55% студентов хотели бы изучать дополнительные дисциплины и модули, предложенные им на выбор, результат анкетирования представлен на рисунке 1.

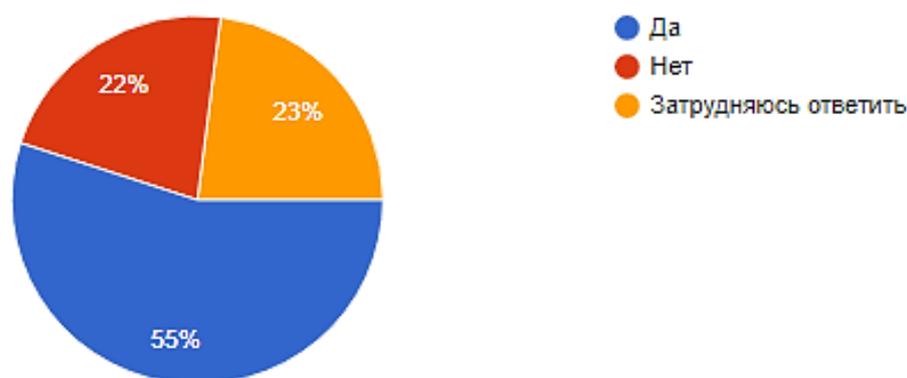


Рисунок 1– Процент студентов, считающих полезным внедрение в образовательный процесс дополнительных дисциплин и модулей предложенный им на выбор

В качестве формата изучения дополнительных дисциплин и моделей в рамках индивидуальной программы обучения, подавляющее количество анкетированных студентов, а именно 75%, отдадут предпочтение дистанционному и электронному формату обучения, результат представлен на рисунке 2.

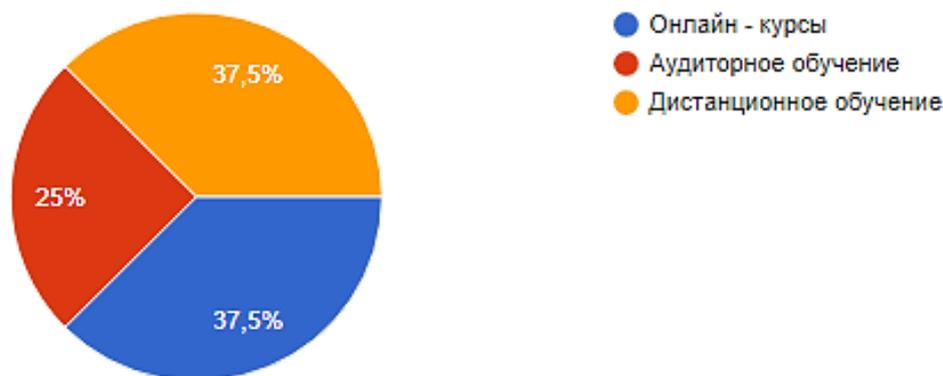


Рисунок 2 – Процент студентов, выбирающие формат обучения дополнительных дисциплин и модулей

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что персонализация обучения в глазах студента является востребованным, так как уровень образования учащихся разный, а общая программа не может быть индивидуализирована под каждого. Нужны возможности для персонализации. Это повышает мотивированность и вовлеченность. При этом в обычном формате персонализация затратна и трудно организуема, требует больших ресурсов. Решение мы видим в использовании формата онлайн – обучения.

Например, ТюмГУ организовал поток онлайн обучения. В онлайн – курсе собран весь опыт формирования индивидуальных образовательных траекторий для студентов ТюмГУ: уроки, выводы, кейсы и лайфхаки. Главная цель программы – распространить практику индивидуальной образовательной траектории (ИОТ) [5].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Послание Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 21.03.2021).
2. Индивидуальная образовательная траектория. Strategium Space [Электронный ресурс]. – URL: <https://strategium.space> (дата обращения: 23.03.2021).
3. Индивидуальные образовательные траектории в университете: ключевые точки внедрения. Forbes EDUCATION [Электронный ресурс]. – URL: <https://education.forbes.ru> (дата обращения: 25.03.2021).
4. Шрайбер, Е.Г. Онлайн – курс как способ реализации принципа индивидуализации в образовательном процессе магистратуры / Е.Г. Шрайбер, Л.Н. Овинова // Вестник ЮУрГУ. Серия «Образование. Педагогические науки». – 2020. – Том 12, № 2. – С. 62-72.
5. ТюмГУ передаст опыт индивидуализации обучения другим университетам. Рамблер [Электронный ресурс]. – URL: <https://news.rambler.ru> (дата обращения: 25.03.2021).

### Application of Online Learning Resources for the Implementation of Individual Educational Trajectories of Students

A.G. Vladimir<sup>1</sup>, E.A. Tsvelik<sup>2</sup>, Y.A. Evdoshkina<sup>3</sup>

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

<sup>1</sup>*e-mail: girin.vova@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: EATsvelik@mephi.ru*

<sup>3</sup>*e-mail: YAEvdoshkina@mephi.ru*

**Abstract** – Personalization of education is a trend in higher education today. As a result, it is necessary to design an individual educational trajectory with the active participation of the student. This approach to education allows you to get not only the main specialty, but also competencies in other professional fields.

**Keywords:** personalized learning, individualization of education, individual educational trajectory, online courses.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Дмитренко В.В., Цвелик Е.А.

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

В данной статье рассматривается проблема модернизации технологического процесса (ТП) изготовления детали «Корпус». Целью работы является повышение качества продукции, снижение сроков изготовления и себестоимости изделия за счет изменения ТП. Решить задачу можно с помощью методологии функционального моделирования IDEF0. Предложенная модель позволяет провести анализ технологического процесса, получить некие оценочные показатели для отдельных выявленных процессов и улучшить качественные характеристики.

*Ключевые слова:* технологический процесс, управление технологическим процессом, объект управления, оптимизация параметров технологического процесса.

На сегодняшний день, для того, чтобы быть конкурентоспособным, предприятию необходимо грамотно анализировать свою деятельность и оптимизировать технологические процессы с целью улучшения качества продукции. Решение данной проблемы является актуальной задачей.

Анализ процессов, связанных с производством изделия, выполнен с помощью методологии функционального моделирования IDEF0. Особенностью предложенной модели является представление входных и выходных потоков не в виде ресурсов и потоков данных. В данной модели в качестве потоков указываются показатели, характеризующие качество процесса – на выходе, и показатели, влияющие на осуществление процесса – на входе. Таким образом, мы сможем получить некие измерители для оценки отдельных выявленных процессов [1].

Процесс изготовления корпуса связан с преобразованием имеющихся ресурсов (входных потоков) с учетом требования управляющих потоков в выходные. В качестве ресурсов выступает качество сырья, квалификация персонала, показатель производительности оборудования и инструмента. Управляющими потоками являются регламентирующие документы, государственные стандарты, нормативно-техническая документация.

На выходе системы: готовое изделие, качество продукции, себестоимость, трудоемкость технологического процесса, а в качестве измерительных параметров – показатель качества изделия [2]. Система целиком представлена в виде контекстной диаграммы на рисунке 1.

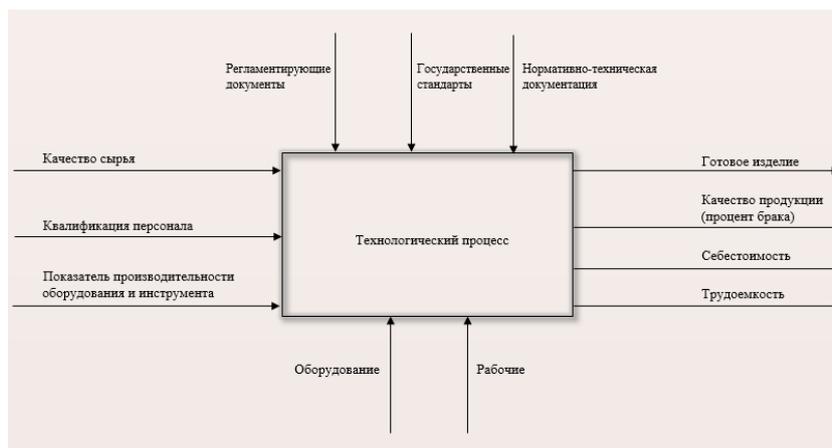


Рисунок 1 – Модель процесса производства детали (контекстная диаграмма)

Декомпозируем технологический процесс на отдельные этапы (рис. 2)

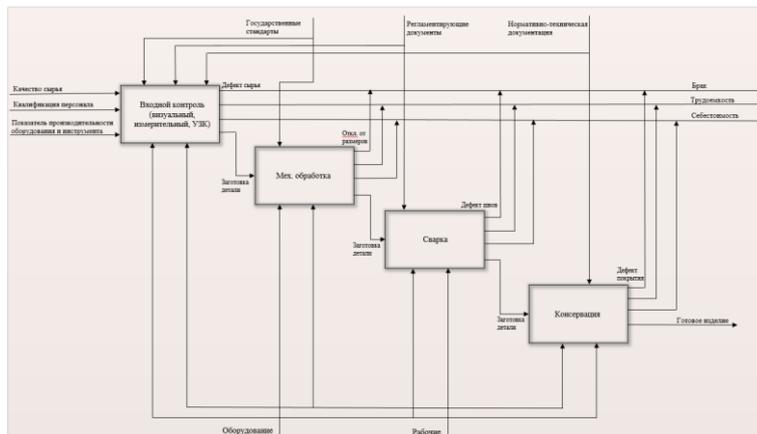
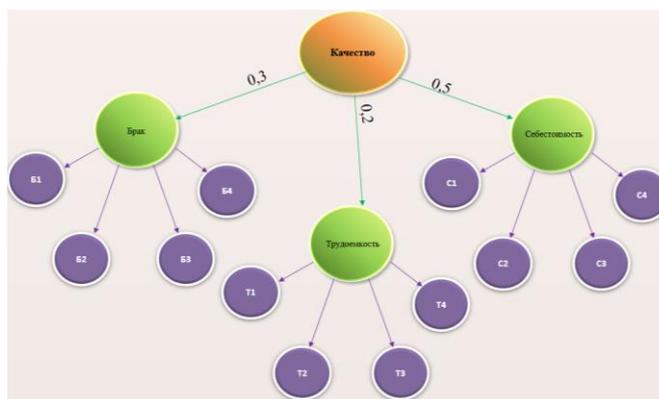


Рисунок 2 – Декомпозиция технологического процесса

Коэффициенты влияния отдельных показателей ТП для расчета интегрального показателя качества получены экспертным путем. Иерархия показателей представлена на рисунке 3.



B <sub>1</sub> . дефект сырья B <sub>2</sub> . отклон. от размеров B <sub>3</sub> . дефект швов B <sub>4</sub> . дефект покрытия	T <sub>1</sub> . трудоемкость 1 этапа T <sub>2</sub> . трудоемкость 2 этапа T <sub>3</sub> . трудоемкость 3 этапа T <sub>4</sub> . трудоемкость 4 этапа	C <sub>1</sub> . себестоимость 1 этапа C <sub>2</sub> . себестоимость 2 этапа C <sub>3</sub> . себестоимость 3 этапа C <sub>4</sub> . себестоимость 4 этапа
---	--	--

Рисунок 3 – Модель общего показателя качества

В построенной функциональной модели видим, что общий показатель качества складывается из показателей брака, трудоемкости и себестоимости каждого этапа технологического процесса [3]. Проведем сравнительный анализ текущего ТП и улучшенного (экспериментального) на рисунке 4. Если текущие характеристики ТП принять за 100%, то модернизированный оценивается в 72,5%, что свидетельствует об улучшении в целом ТП.

№ТП	брак	трудоемкость	себестоимость	Σ
1	30	20	50	100
1	0,3	0,2	0,5	
1	100	100	100	300
1	12,3%	164,7н/ч	329400р	
2	6,8%	132н/ч	264000р	
2	55	80	80	115
2	0,3	0,2	0,5	
2	16,5	16	40	72,5

Рисунок 4 – Параметры технологического процесса

Таким образом, можно сделать вывод, что построенная функциональная модель технологического процесса с помощью методологии функционального моделирования IDEF0 позволила получить иерархию критериев для оценки общего показателя качества ТП, оценить улучшения, полученные за счет качественного сырья, квалифицированного персонала, производительного оборудования и инструмента. Сравнительный анализ показал улучшение экспериментального ТП относительно текущего на 27,5%.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Дербишев, А.В.* Управление технологическими процессами в машиностроении и приборостроении / А.В. Дербишев. Издательство стандартов, 1977. – 164с.
2. Методика оценки качества технологических процессов [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-kachestva-tehnologicheskikh-protsessov/viewer> (дата обращения: 18.11.2020).
3. *Буткевич, Р.В., Ключков, Ю.С., Яницкая, Т.С., Ярыгин, С.А.* Методические основы количественного оценивания технологических процессов // Известия Самарского научного центра РАН. – Т. 7. – № 2. – 2005. – С. 456–463.

### Application of Functional Analysis Methods to Improve the Quality of the Technological Process

V.V. Dmitrenko<sup>1</sup>, H.A. Tsvelik<sup>2</sup>

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

<sup>1</sup>*e-mail: valerad1997@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: eatsvelik@mephi.ru*

**Abstract** – The problem of modernization of manufacturing process procedure (PP) of the part “Vessel” at the Branch of JSC “АЕМ-technology” “Atomash” in Volgodonsk is considered in this article. The aim of the article is improvement of the product quality, reduction of manufacturing time and production cost of the item by changing the PP. The problem can be solved using the IDEF0 functional modeling methodology. The proposed model makes it possible to analyze the technological process, obtain some estimated indicators for individual identified processes and improve the quality characteristics.

**Keywords:** process procedure, process procedure management, management object, optimization of the process procedure parameters.

УДК 004.415.2

### ЦИФРОВОЙ СЕРВИС ОПЕРАТОРА ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Крюков Д.С., Цвелик Е.А.

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

Работа посвящена описанию разработки информационной системы для оперативного персонала, обслуживающего оборудование атомной станции. Данная разработка позволяет оперативно получать всю необходимую документацию по объекту обслуживания, что повышает эффективность работы персонала. Данная система отличается возможностью подключения с мобильных устройств

*Ключевые слова:* цифровизация атомной отрасли, Restful API, web-приложение, клиент-серверная архитектура

Безопасность работы АЭС зависит от квалификации сотрудника, а также от систем, которые обеспечивают правильное принятие решения при обслуживании оборудования. В данный момент информация, необходимая оперативному персоналу в работе, представляет собой распределенные, труднодоступные хранилища. В оперативной работе не предусмотрены удобные цифровые сервисы для ее получения и передачи. Данные проблемы также затрудняют процесс обучения сотрудников и учет опыта эксплуатации АЭС для дальнейшей эффективной деятельности. В связи с этим разработка единой электронной базы технологических систем АЭС является актуальной и важной задачей.

Требуемый функционал разрабатываемого цифрового сервиса:

- наглядное графическое представление схемы технологической системы АЭС;
- возможность добавления информации в избранное;
- возможность визуализации и получения информации об оборудовании системы, его устройстве, конструкции, основных параметрах работы, ограничениях по эксплуатации;
- доступ к заводской документации;
- получение информации о внедренных технических решениях на оборудовании;
- представление информации об уже выявленных нарушениях и отклонениях, оборудования.

Для решения данной задачи было разработан цифровой сервис в виде web-приложения. Такая технология была выбрана по следующим причинам:

- не требуется развертывание и настройка на каждом пользовательском компьютере;
- такое приложение легче обновлять, исправлять ошибки, обслуживание и поддержка системы становится проще;
- адаптивность для мобильных платформ;
- доступ из любого устройства.

Решение включает в себя следующие технологии: HTML, JavaScript, CSS, PHP, Bootstrap, JQuery, Restful API. Bootstrap – библиотека для css, JQuery – библиотека для JavaScript они значительно облегчают разработку, позволяют разрабатывать проекты быстро и удобно[1]. Приложение получается: адаптивным, кроссплатформенным. Код становится качественным и легко поддерживаемым[2]. Архитектура Restful API делает приложение масштабируемым и легко интегрируемым в общую информационную систему предприятия. Можно разрабатывать независимые компоненты или модули и внедрять их в систему без опасения. Для нас не имеет значения, в каком формате находятся данные – это может быть png, jpeg, word[3].

Клиент-серверная архитектура разделяет интерфейсы клиента и сервера. Клиент не связан с хранением данных. Они остаются внутри сервера. Такой подход позволяет упростить систему клиента. Схема web-приложения изображена на рисунке 1.

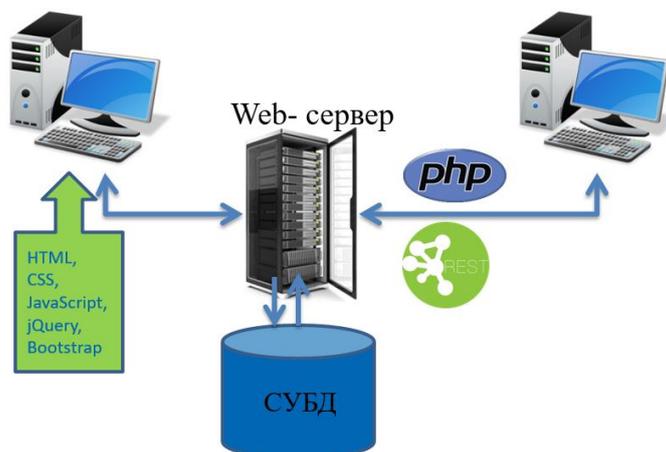


Рисунок 1 – Схема web-приложения

Главным функциональным преимуществом является интерактивный интерфейс при просмотре схем. Большинство схем разрабатывается в таких системах как КОМПАС-3D или AutoCAD. Они умеют экспортировать схемы в векторный формат svg. Формат svg можно легко добавить на web-страницу и сделать ее интерактивной. В будущем можно автоматизировать это процесс в качестве модуля для Restful API. Приложение имеет также ряд других функциональных преимуществ: интуитивно понятный интерфейс, загрузка файлов о характеристиках оборудования, подробная информация об АЭС, адаптивность под мобильные устройства.

Страница карточки оборудования представлена на рисунке 2.

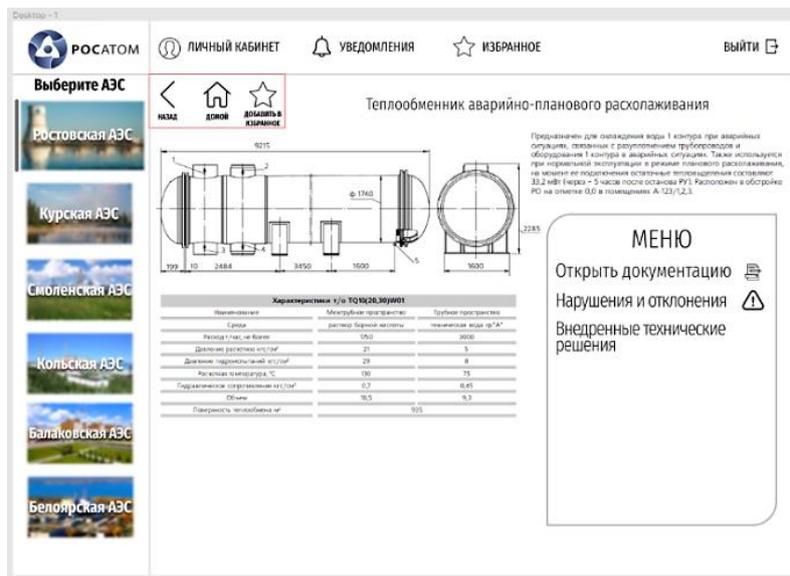


Рисунок 2 – карточка оборудования

Таким образом, была создана архитектура информационной системы для формирования электронной базы документации технологических систем АЭС для оперативного и инженерно-технического персонала, включающую их схемы, описание оборудования, внедренные решения, информацию о нарушениях и отклонениях в работе оборудования, корректирующих мероприятиях по результатам расследований.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. jQuery API // jquery.com URL: <https://jquery.com/> (дата обращения: 27.03.2021).
2. Build fast, responsive sites with Bootstrap // getbootstrap.com URL: <https://getbootstrap.com/> (дата обращения: 29.03.2021).
3. REST: простым языком // medium.com URL: <https://medium.com/@andr.ivas12/> (дата обращения: 29.03.2021).

## Digital Service of the Operator for Maintenance of the Nuclear Power Plant Equipment

D.S. Kryukov, E.A. Tselik<sup>2</sup>

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Volgodonsk, Rostov region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: EATselik@mephi.ru*

**Abstract** – The work is devoted to the description of the development of an information system for operating personnel serving the equipment of a nuclear power plant. This development allows you to quickly receive all the necessary documentation for the service object, which increases the efficiency of personnel. This system is distinguished by the ability to connect from mobile devices.

**Keywords:** digitalization of the nuclear industry, Restful API, web application, client-server architecture



В рамках проведенного анализа документооборота выявлен ряд проблем при проведении операционного контроля и создании отчетной документации:

- Потери времени на предъявление контрольных операций;
- Ошибки в сопроводительной документации;
- Отсутствие информации о статусе операции в соответствии с планом качества;
- Избыточные затраты на бумагу и копирование для создания нескольких копий одного документа.

Вследствие вышеизложенного, возникает необходимость рационализации методов создания, обработки и хранения, поиска и перемещения информации (документов) с разработкой совершенно новых приемов, режимов и методик оценки, анализа и оптимизации как внутренних, так и внешних процессов предприятия, используя современные компьютерные технологии.

Путем решения подобных проблем является автоматизация документооборота при проведении операционного контроля в программном обеспечении SAP ERP, что сократит время протекания процесса изготовления оборудования.

Для реализации электронного документооборота по контролю качества изготовления продукции и обеспечению управления качеством в программном обеспечении SAP ERP были разработаны и находятся на стадии тестовой эксплуатации специализированные модули, настроенные для работы отделов технического контроля, неразрушающих методов контроля и центральной заводской лаборатории, которые позволяют осуществлять формирование сопроводительных и отчетных документов в электронном формате с их последующим сохранением и использованием из базы данных для подготовки отчетного паспорта оборудования.



Рисунок 2 – Процессы документооборота, разработанные в ПО SAP ERP и находящиеся на стадии тестовой эксплуатации

Таким образом, разработанные механизмы позволяют вовлечь персонал предприятия в электронный документооборот в системе управления производством и качеством, что ведет к значительному сокращению сроков разработки и согласования производственной и сопроводительной документации, и в итоге к сокращению сроков выпуска продукции).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. SAP ERP. Построение эффективной системы управления. Джек Коверт. Альпина Паблишер, 2008 г. – 346 с.
2. Приказ «О формировании отчетного паспорта изделия в автоматизированной системе SAP ERP». Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск
3. Протоколы совещаний по организации работ по формированию отчетного паспорта в SAP ERP. Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск. 2020-2021 гг.
4. Регламент обращения отчетной документации в системе электронного документооборота, совместно с оформлением оригиналов документов при проведении операционного контроля. Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г. Волгодонск.
5. Ребрин Ю.И. Управление качеством: Учебное пособие. – Таганрог: Изд-во ТРТУ, 2004. – 174 с.

# Document Circulation System Automation for Operational Control in SAP ERP Software

A.Ch. Khortseva<sup>1</sup>

*Volgodonsk Engineering and Technical Institute - Branch of the National Research Nuclear University "MEPHI",  
Volgodonsk, Rostov region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: aniya.khortseva@mail.ru*

**Abstract** – Modern industrial production uses digital and computer technology in all aspects of its work. Almost all processes, from direct control and management of the technological process to business planning and document flow, are currently carried out using digital data and digital infrastructure. The operational control document flow system can be automated in SAP ERP software. In the course of the work, the corresponding modules were developed for the work of the quality control department, non-destructive testing department, central plant laboratory.

*Keywords:* automation, document flow, SAP ERP software, conformity assessment.

УДК 004.023, 621.039

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ АЭС

Ершов А.Н., Суслов Е.С., Зорькина Н.В., Абидова Е.А

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

В работе представлены эксперименты с комплексом для диагностики запорной арматуры АЭС на наличие протечек на основе нового метода контроля, использующего объективный критерий оценки наличия протечки.

*Ключевые слова:* запорная арматура, контроль герметичности, комплекс контроля протечек.

Существующие подходы к контролю протечек арматуры на АЭС реализуются с использованием модификаций следующих технических средств: Ultraprobe, Uniscope, SDT. Указанные средства имеют высокую стоимость. Общим недостатком существующих подходов является необъективность критериев обнаружения течи [1].

Целью работы является проведение замеров с использованием комплекса со специализированным программным обеспечением, разработанным НИИ атомного энергетического машиностроения ВИТИ НИЯУ МИФИ. Данный комплекс предназначен для обнаружения протечек теплоносителя из оборудования АЭС. Основное преимущество этого прибора – переход от восприятия «шипяще-свистящего» звука к объективным критериям обнаружения [2].

Предложена схема комплекса контроля протечек (ККП). Схема включает планшетный персональный компьютер и периферийные устройства, в состав которых входят:

- модуль АЦП/ЦАП E-502-P-EU-D;
- датчик акустический GT400;
- капсуль микрофонный измерительный конденсаторный G.R.A.S. 40BE;
- предусилитель G.R.A.S. 26CB;
- согласующее устройство G.R.A.S. 12AL;

Предлагаемые в качестве средств регистрации датчики GT400 имеют меньшую стоимость, чем используемые в настоящее время Ultraprobe, Uniscope и SDT.

С целью отладки методики обследования и испытания комплекса на стенде контроля протечек, изображённом на рисунке 1, были проведены следующие эксперименты:

- обнаружение протечки в клапане;
- обнаружение недозакрытия рабочего органа клиновой задвижки;
- обнаружение кавитационного процесса в клапане.



Рисунок 1 – стенд контроля протечек

В рамках эксперимента регистрировались ультразвуковые сигналы до и после клапана. В качестве регистрирующей аппаратуры использовался акустический датчик GT400. В рамках эксперимента изменялись давление в петле, температура среды и величины протечек.

В результате экспериментов удалось обнаружить, что в спектрах ультразвуковых сигналов после негерметичного клапана наблюдается относительное увеличение уровня шума. Данное наблюдение позволило предложить критерий выявления протечки по разности амплитуды сигнала  $S$  с датчика до и после запорной арматуры за определённый период времени:

$$S = \sum_{i=1}^{n-1} |S_{2i} - S_{1i}|,$$

где  $S_{1i}$  и  $S_{2i}$  – амплитуды нормированных спектров сигналов до и после запорного элемента соответственно;  $i$ ,  $n$  – номера дискретных составляющих в анализируемых участках спектра сигнала.

По значению  $S$  можно сделать вывод об отсутствии протечки при разнице  $S$  между спектрами сигналов менее  $-100$  или о наличии незначительной протечки, если разница между спектрами сигналов находится в диапазоне от  $-100$  до  $100$ , или о существенной протечке при разнице между спектрами сигналов более  $100$ . Данный критерий в рамках экспериментов выполнялся независимо от конструкции герметизирующего элемента, давления в петле, температуры среды и величин протечек [3].

Таким образом, проектируемый ККП позволит перейти от индивидуальных для каждого человека особенностей восприятия к использованию объективных параметров, а также:

- повысить чувствительность определения наличия протечки;
- уменьшить время проведения диагностического обследования;
- повысить качество технического обслуживания и ремонта оборудования АЭС.

Комплекс контроля протечек внедрен на Нововоронежскую АЭС, а в перспективе его доработанный вариант может быть внедрён на российских и зарубежных АЭС, промышленных предприятиях, в наземном и водном транспорте, в добывающей промышленности. Благодаря используемым датчикам, такой комплекс контроля протечек более дешёвый, чем те которые применяются сейчас, а также позволяет определять наличие протечки по объективным критериям, а не с помощью органолептического восприятия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 2552854С2 РФ. Способ диагностики технического состояния электроприводного оборудования/ Пугачев А.К., Бабенко Р.Г., Елзов Ю.Н., Сиротин Д.В.-№2013146727/28//заявл. 18.10.2013; опубли. 10.06.2015, Бюл. № 16 – 11 с.
2. *Абидова, Е.А., Малик, О.В. Гавриленко, Д.С.* Информационно-измерительная система диагностики электроприводной арматуры. Безопасность ядерной энергетики [Электронный ресурс] : тез. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф., 27-29 мая 2015 г. / ВИТИ НИЯУ МИФИ [и др.]. – Волгоград : [Б. и.], 2015. – 1 электрон. опт. диск (CD).
3. *Абидова, Е.А., Носенко, В.А., Пугачёва, О.Ю., Чернов, А.В.* Спектральный анализ диагностирования электроприводной аппаратуры. Известия Волгоградского государственного технического университета : межвуз. сб. науч. ст. – Волгоград, 2012. – № 6(93). – С. 85-89.

### **Improvement of Methods for Monitoring the Tightness of Shut-off Valves at NPP**

**A.N. Ershov, E.S. Suslov, N.V. Zorkina, E.A. Abidova<sup>1</sup>**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute the branch of National Research Nuclear University «MEPhI»,  
Volgodonsk, Rostov region, Russia  
<sup>1</sup>e-mail: e-abidova@mail.ru*

**Abstract** – In the work of the presented experiment with a complex for diagnostics of NPP shut-off valves for leaks based on a new control method using an objective criterion for assessing the presence of a leak.

*Keywords:* shut-off valves, tightness control, leakage control complex.

УДК 608.2

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ВИБРАЦИЕЙ РАМОВЫХ ПОДШИПНИКОВ И ИНДИКАТОРНЫМ ДАВЛЕНИЕМ ГАЗА В ЦИЛИНДРЕ ДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ LABVIEW**

**Шибанов А.А., Толстов В.А.**

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

Автоматизированные дизель-генераторные установки являются одной из важнейших частей системы безопасности реакторных установок. В научно-исследовательском подразделении ВИТИ НИЯУ МИФИ создается мобильный программно-технический комплекс, предназначенный для диагностирования дизель-генераторного оборудования безразборным способом. Данный комплекс позволяет применить несколько видов контроля: тепловизионный, ультразвуковой, вибрационный и контроль индикаторных диаграмм. Одной из проблем является определение связи между вибрацией рамовых подшипников и индикаторным давлением газов двигателя. В публикации рассматривается продукт, написанный с помощью программного кода LabVIEW, предназначенный чтения, записи, обработки сигналов и расчета их параметров.

*Ключевые слова:* зависимость диагностических параметров, вибрация, индикаторное давление, измерение, LabVIEW.

Существующий мобильный программно-технический комплекс имеет множество преимуществ по сравнению с аналогами. Как и многие другие технические средства, этот комплекс для выполнения своих задач нуждается в алгоритмах, полученных в результате практической деятельности специалистов и знаний экспертов. Данные, снятые датчиками с

дизель-генераторной установки (ДГУ), необходимо обработать с помощью таких алгоритмов для получения выводов о состоянии оборудования.

Для решения данной задачи была разработана программа, которая позволяет определить связь между индикаторным давлением и вибрацией двигателя. Обработка в программе состоит из нескольких частей: чтение файлов, анализ сигналов и фильтрация графиков. Общий вид ДГУ изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Дизель-генераторная установка

Алгоритм работы программы показан на рисунке 2.

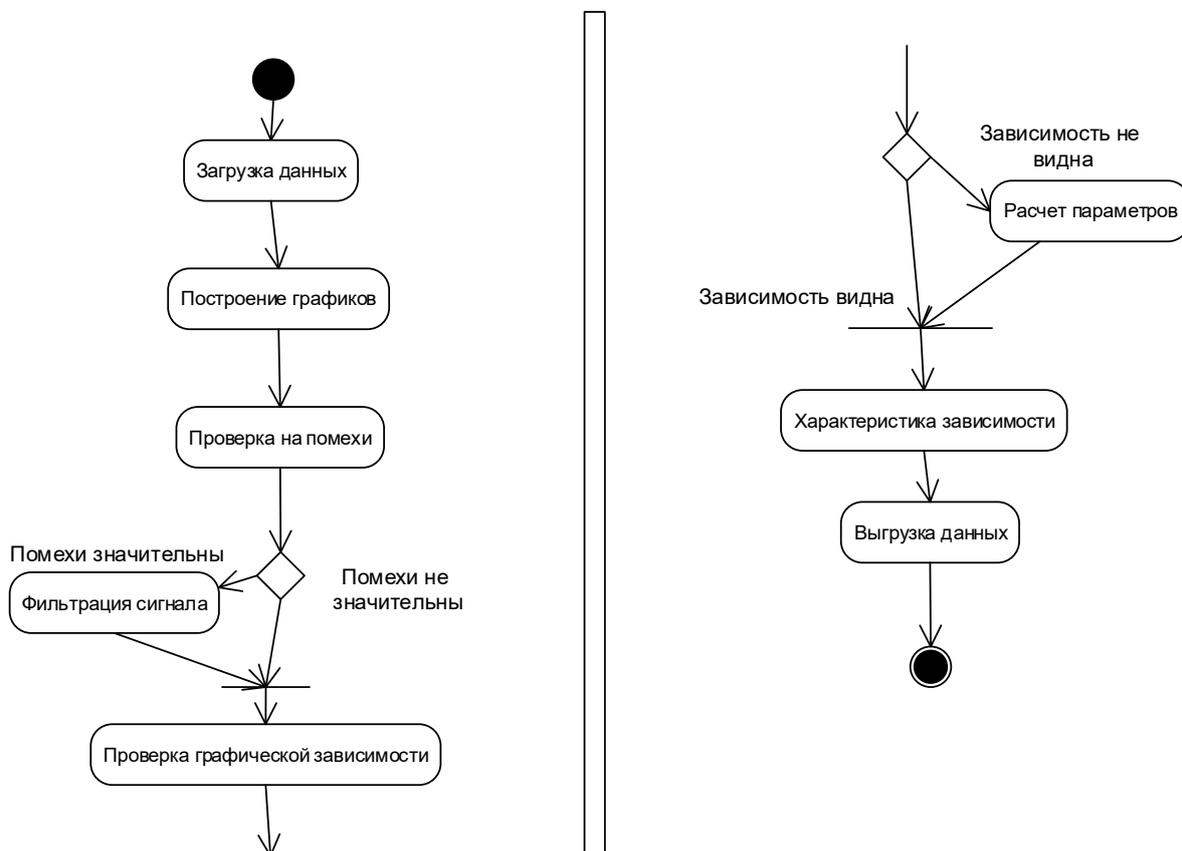


Рисунок 2 – Алгоритм работы программы

Для работы с программой пользователю требуется установить на ПК программный продукт LabVIEW не ниже пятнадцатой версии. Требования к ПК: процессор с частотой не менее 2 ГГц, оперативная память объёмом не менее 2048 МБ.

На рисунке 3 показан фрагмент программного кода.

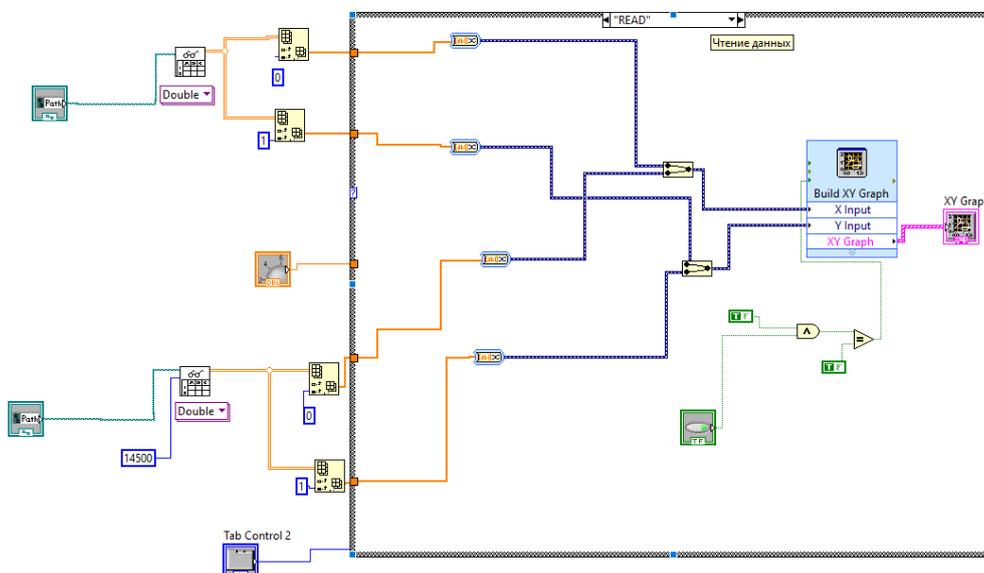


Рисунок 3 – Фрагмент кода в LabVIEW

Для работы с этой программой существует интерфейс на передней панели, который состоит из нескольких составляющих: переключатель для изменения порядка фильтра, строки для ввода пути к текстовым файлам, в которых хранятся сигналы, переключатель с несколькими окнами, в которых можно считывать, фильтровать, обрабатывать и выводить на график сигналы. На рисунке 4 показаны скриншоты передней панели программы.

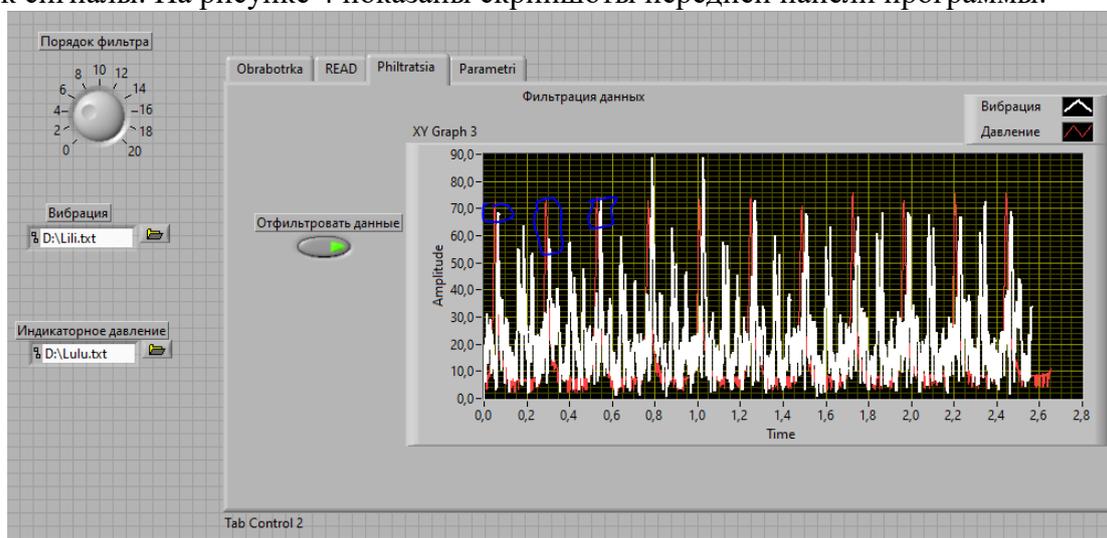


Рисунок 4 – Результат выполнения кода

Конечным результатом работы стало создание программы, определяющей связь между вибрацией и индикаторным давлением в дизель-генераторной установке. Расстояние между пиками амплитуд сигналов оказались равными 0,24 с. За это время происходит рабочий цикл двигателя внутреннего сгорания. Причиной этих пиков является увеличение давления в цилиндрах двигателя. Данное явление происходит и в тех случаях, когда давление не превышает нормативных показателей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программно-технический комплекс регистрации и анализа диагностической информации дизель-генераторного оборудования АЭС [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.noip.com/integrate/request/> (дата обращения: 16.07.2019).
2. Блюм, П. LabVIEW: стиль программирования / Питер Блюм. – Саратов : Профобразование, 2019. – 400с.
3. Белов, А. В. Arduino / А. В. Белов. – Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2018. – 480 с.
4. Бабич, А.В. Введение в UML / А.В. Бабич. – Интернет-Университет Информационных Технологий : Ай Пи Ар Медиа, 2020. – 198 с.

### **The Relationship Determining Between the Vibration of the Frame Bearings and the Indicator Gas Pressure in the Engine Cylinder Using LabVIEW**

**A.A. Shibanov<sup>1</sup>, V.A. Tolstov<sup>2</sup>**

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

*Volgodonsk, Rostov region, Russia*

<sup>1</sup>*e-mail: andrey.mypochta@mail.ru*

<sup>2</sup>*e-mail: v-tolstov-2017@mail.ru*

**Abstract** – Automated diesel generator sets are one of the most important parts of the reactor plant safety system. A mobile software and hardware complex is being created in the VITI research division of the MEPhI Research Institute, which is designed to diagnose diesel generator equipment in a non-disassembled way. This complex allows you to apply several types of control: thermal imaging, ultrasonic, vibration and control of indicator diagrams. One of the problems is to determine the relationship between the vibration of the frame bearings and the indicator pressure of the engine gases. The article discusses a product written with the help of LabVIEW software code, designed to read, write, process signals and calculate their parameters.

*Keywords:* dependence of diagnostic parameters, vibration, indicator pressure, measurement, LabVIEW.