

В РАМКАХ НАУЧНОЙ СЕССИИ НИЯУ МИФИ - 2022

**XXII ВСЕРОССИЙСКАЯ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

*Посвящается*

*80-летию НИЯУ МИФИ*

*70-летию ОТИ НИЯУ МИФИ*



**ДНИ НАУКИ - 2022**  
**ОТИ НИЯУ МИФИ**



**Материалы  
конференции**

Министерство науки и высшего образования РФ  
Государственная корпорация «Росатом»  
Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ  
ФГУП «Производственное объединение «Маяк»  
ФГБУН «Южно-Уральский институт биофизики»

---

---

## XXII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**ДНИ НАУКИ — 2022**



Посвящается  
80-летию НИЯУ МИФИ и 70-летию ОТИ НИЯУ МИФИ

**Материалы конференции**

***20 – 23 апреля 2022 г.***

ОЗЕРСК 2022

**УДК 001**  
**Д 54**

XXII всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки - 2022». Посвящается 80-летию НИЯУ МИФИ и 70-летию ОТИ НИЯУ МИФИ: Материалы конференции. Озёрск, 20-23 апреля 2022 г. - Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2022 – 292 с.

ISBN 978-5-905620-42-3 – 292 с.

Сборник содержит материалы тематических секций конференции:

- Химия и радиохимические технологии
- Экология и радиоэкология
- Механика, машиностроение и технология обработки материалов
- Математика. Информатика и вычислительная техника
- Информационно-измерительные технологии в атомной промышленности
- Электроэнергетика и электротехника
- Экономика и управление
- Инновационные технологии в образовании
- Гуманитарное знание: теория и практика
- Лингвистика и межкультурная коммуникация

Организационный комитет:

Сопредседатели: Мясоедов Б.Ф., академик РАН (г. Москва)  
Похлебаев М.И., генеральный директор ФГУП «ПО «Маяк»  
Иванов И.А., директор ОТИ НИЯУ МИФИ

Члены оргкомитета:

Водолага Б. К. (г. Снежинск), Воронина А. В. (г. Екатеринбург), Дмитриев Н. М. (г. Москва), Калмыков С. Н. (г. Москва), Смирнов И. В. (г. С.-Петербург), Ананьина Е. В. (г. Озёрск), Безногова Т. Г. (г. Озёрск), Зубаиров А. Ф. (г. Озёрск), Изарова Е. Г. (г. Озёрск), Ивойлов В. Н. (г. Озёрск), Комаров А. А. (г. Озёрск), Нуржанова И. А. (г. Озёрск), Подзолкова Н. А. (г. Озёрск), Ползунова М. В. (г. Озёрск), Посохина С. А. (г. Озёрск), Спирина С. С. (г. Озёрск), Сулейманова И. В. (г. Озёрск), Тананаев И. Г. (г. Озёрск, г. Владивосток), Фёдорова О. В. (г. Озёрск).

ISBN 978-5-905620-42-3

© ОТИ НИЯУ МИФИ, 2022

© Авторы публикаций, 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРИВЕТСТВИЕ В. И. ШЕВЧЕНКО.....</b>	<b>9</b>
<b>ПРИВЕТСТВИЕ Б. Ф. МЯСОЕДОВА .....</b>	<b>10</b>
<b>ПРИВЕТСТВИЕ М. И. ПОХЛЕБАЕВА.....</b>	<b>11</b>
<b>ХИМИЯ И РАДИОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>12</b>
<b>Переработка топлива высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР)</b> <i>Похитонов Ю. А. ....</i>	<b>12</b>
<b>Подбор условий температурной обработки при синтезе образцов люминофоров на основе <math>Zn_2SiO_4</math> : Mn золь-гель методом</b> <i>Пичугова О. Д., Волкова Т. С., Ивашкевич Н. А., Старовойтов Н. П. ....</i>	<b>18</b>
<b>Физико-химические закономерности извлечения цезия и стронция из морской воды сорбентами различных типов</b> <i>Бежин Н. А., Довгий И. И., Тананаев И. Г. ....</i>	<b>22</b>
<b>Изучение сорбентов для извлечения радиостронция из морской воды одноклонным методом</b> <i>Бежин Н. А., Довгий И. И., Капранов С. В., Милютин В. В., Некрасова Н. А. ....</i>	<b>25</b>
<b>Субмаринная разгрузка карстовых вод как источника биогенных элементов и изотопов радия в прибрежной зоне юго-западного района Крыма</b> <i>Довгий И. И., Козловская О. Н., Бежин Н. А., Шибеевская Ю. Г., Чепыженко А. И., Тананаев И. Г. ....</i>	<b>27</b>
<b>Исследование поведения тория и урана (VI) в оксалатной системе</b> <i>Любимова Е. В., Корнилов А. С., Салахова А. Р., Копанева К. О. ....</i>	<b>30</b>
<b>Исследование зависимости геометрии электродов на процесс электролиза в среде фтора</b> <i>Степанов К. И., Нижегородов Д. С. ....</i>	<b>33</b>
<b>Исследование влияния геометрии анодно-катодной пары на процесс получения фтора среднетемпературным электролизом в ядернохимическом цикле</b> <i>Степанов К. И., Нижегородов Д. С. ....</i>	<b>35</b>
<b>Синтез гидrolитически устойчивой керамики на основе каолина Кыштымского месторождения для иммобилизации радионуклидов <math>^{90}Sr</math> и <math>^{137}Cs</math></b> <i>Шичалин О. О., Белов А. А., Азон С. А., Фёдорова О. В., Кожеевников А. В., Папынов Е. К., Тананаев И. Г. ....</i>	<b>36</b>
<b>ЭКОЛОГИЯ И РАДИОЭКОЛОГИЯ .....</b>	<b>41</b>
<b>Риск заболеваемости различными типами глаукомы в когорте работников ПО «Маяк»</b> <i>Азизова Т. В., Брагин Е. В., Григорьева Е. С. ....</i>	<b>41</b>
<b>Острая лучевая болезнь в когорте работников, подвергшихся профессиональному облучению</b> <i>Азизова Т. В., Тельнов В. И., Мосеева М. Б. ....</i>	<b>44</b>



<b>Оценка влияния радиационных и нерадиационных факторов на риск заболеваемости раком кожи</b>	
<i>Банникова М. В.</i> .....	48
<b>Факторы риска развития артериальной гипертензии</b>	
<i>Брикс К. В., Азизова Т. В.</i> .....	52
<b>Экологические последствия применения пестицидов и проблемы их мониторинга в объектах окружающей среды</b>	
<i>Голоднова Л. В., Сотник Н. В.</i> .....	54
<b>Радиоэкологические проблемы обращения с радиоактивными отходами</b>	
<i>Дружинская О. И., Дружинский В. О.</i> .....	58
<b>Методы определения АПАВ в питьевой, природной и сточных водах</b>	
<i>Иванеева А. В., Сотник Н. В., Леденева С.В.</i> .....	61
<b>Производственный экологический контроль и мониторинг на полигоне для захоронения отходов</b>	
<i>Занора Ю. А., Бехтерева Н. В.</i> .....	64
<b>Повышение экологической безопасности путем переработки отходов машиностроительного производства</b>	
<i>Кольжецов Д. А., Морозова А. В.</i> .....	67
<b>Оценка современного химического состава воды и многолетней динамики показателей в оз. Алабуга Каслинского района Челябинской области</b>	
<i>Куручкин К. А.</i> .....	71
<b>Географическая характеристика и гидрология оз. Алабуга Каслинского района Челябинской области</b>	
<i>Смагин А. И., Куручкин К. А.</i> .....	75
<b>Модельный подход к оценке зависимостей «доза-эффект» при аварийном облучении</b>	
<i>Осовец С. В., Азизова Т. В., Козедуб А. С.</i> .....	79
<b>Опыт прекращения сбросов нерадиоактивных сточных вод ФГУП «ПО «Маяк» в открытую гидрографическую сеть</b>	
<i>Попова О. А., Савинова И. Ю., Занора Ю. А., Соловская И. М.</i> .....	87
<b>Анализ литературных данных о влиянии нерадиационных факторов на содержание Т-хелперов в периферической крови</b>	
<i>Рыбкина В. Л., Адамова Г. В.</i> .....	90
<b>Особенности решения обратной задачи биокинетики распределения наночастиц в организме модельного животного</b>	
<i>Обеснюк В. Ф.</i> .....	93
<b>Исходы беременностей у женщин, подвергшихся профессиональному хроническому облучению</b>	
<i>Румянцева А. В., Азизова Т. В., Банникова М. В.</i> .....	97
<b>Влияние радиационных факторов на содержание Т-хелперов в периферической крови</b>	
<i>Рыбкина В. Л., Адамова Г. В.</i> .....	101

<b>Динамика численности и возрастно-половой структуры населения Озерска</b> <i>Тельнов В. И.</i> .....	105
<b>Результаты исследования роли некоторых цитокинов в развитии ЗНО у работников, подвергшихся хроническому облучению</b> <i>Осина Д. С., Адамова Г. В., Рыбкина В. Л., Азизова Т. В.</i> .....	109
<b>МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ</b> .....	114
<b>Российское станкостроение: вчера, сегодня, завтра</b> <i>Комаров А. А.</i> .....	114
<b>Исследование механических характеристик сварных соединений из стали 12X18H10T при воздействии ионизирующего излучения</b> <i>Друца А. В.</i> .....	117
<b>Модель расчета скорости фактической подачи в многоступенчатом цикле круглог врезного шлифования</b> <i>Акинцева А. В.</i> .....	120
<b>Анализ возможности применения топологической оптимизации при проектировании</b> <i>Дьяконова В. А., Осипова Н. В., Токарев А. С.</i> .....	124
<b>Изучение тепловых явлений при гибке труб с раскатыванием</b> <i>Федоров А. А., Нагорнов А. А., Ена В. А.</i> .....	128
<b>Проведение каракури на базе ОТИ НИЯУ МИФИ</b> <i>Бугаев М. А., Гусев Г. А., Денисенко К. М., Маклаков А. И., Чернышев К. П., Шакиров А. Р., Шишкин А. А., Щербаков И. А.</i> .....	133
<b>Современные методы повышения стойкости и прочности режущего инструмента</b> <i>Логанова Э. Р.</i> .....	136
<b>Проектирование экструдера с несколькими соплами для 3D принтера и разработка управляющего приложения</b> <i>Кольжецов Д. А., Морозова А. В.</i> .....	139
<b>Практическое применение модельного пластика</b> <i>Осипова Н. В., Дьяконова В. А., Токарев А. С., Пузыня К. Ю.</i> .....	143
<b>МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА</b> .....	148
<b>Оптимизация алгоритма расчета пооперационного плана с учетом взаимозависимых операций</b> <i>Войцев П. Р.</i> .....	148
<b>Специфика обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья</b> <i>Геберт К. В., Изюмин В. А.</i> .....	150
<b>Автоматизированная система управления логистическими процессами обеспечения товарно-материальными ценностями производств предприятий</b> <i>Михалев В. Р.</i> .....	153

<b>Применение результатов классификации стадий заболевания для построения стохастической модели</b>	
<i>Подзолков П. Н.</i> .....	155
<b>Автоматизированная система централизованного SMS-оповещения.</b>	
<i>Сёмин Е. Н.</i> .....	158
<b>Разработка системы автоматизированного нормоконтроля студенческих работ</b>	
<i>Тарасова И. А., Зубаиров А. Ф.</i> .....	161
<b>ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ</b> .....	164
<b>Модернизация мобильного робота</b>	
<i>Гнездилов М. И., Камалиев Д. Э.</i> .....	164
<b>Модернизация автоматизированной системы управления противопожарных насосов</b>	
<i>Елисеев Н. В.</i> .....	165
<b>Модернизация автоматизированной системы контроля и управления промышленными кондиционерами</b>	
<i>Коробкина М. Д.</i> .....	168
<b>Автоматизированная система контроля и управления гальванического участка</b>	
<i>Макаренко А. И.</i> .....	169
<b>Автоматизированная система контроля и управления вакуумными печами термического участка</b>	
<i>Белканов В. С.</i> .....	171
<b>ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА</b> .....	173
<b>Исследование основных направлений внедрения суперконденсаторов в качестве источников питания</b>	
<i>Коростелев Г. Е.</i> .....	173
<b>Исследование типовых задач при проверке работоспособности технических средств охраны</b>	
<i>Некрутов Д. А.</i> .....	176
<b>Возможности расчета аварийного освещения с использованием DIALUX EVO 10.1</b>	
<i>Иксанова А. Р.</i> .....	180
<b>Обзор автономной системы аварийного освещения с функцией TELECONTROL</b>	
<i>Волков Д. А., Плешка А. В.</i> .....	184
<b>Ультразвуковой сигнализатор возгорания как альтернатива фотоэлектрическим и радиоизотопным типам</b>	
<i>Макарихин В. Д., Баландин П. С.</i> .....	188
<b>Обзор современных требований нормативно-технической документации при проектировании аварийного освещения</b>	
<i>Усенкова А. А.</i> .....	192

<b>ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ .....</b>	<b>197</b>
<b>Некоторые аспекты корпоративной социальной ответственности в современном бизнесе</b> <i>Бармин А. В., Жильцова О. Ю. ....</i>	<b>197</b>
<b>Повышение экономической эффективности производства за счёт внесения изменений в технологию изделий АО «ГРЦ им. В. П. Макеева»</b> <i>Миниханова Д. А., Лобанов В. С., Блохин М. А. ....</i>	<b>202</b>
<b>Брест-ОД-300: перспективы развития экономики инновациями атомной промышленности в условиях нового технологического уклада</b> <i>Степанов К. И., Нижегородов Д. С. ....</i>	<b>206</b>
<b>Снижение себестоимости производства продукции АО «Государственный ракетный центр имени академика В. П. Макеева» за счет внедрения новых конструкций</b> <i>Блохин М. А., Лобанов В. С. ....</i>	<b>208</b>
<b>Значение акселерации предпринимательских структур и существующие проблемы</b> <i>Чернавских Е. Н. ....</i>	<b>212</b>
<b>Перспективы и экономическое развитие атомного ледокольного флота России</b> <i>Степанов К. И., Нижегородов Д. С. ....</i>	<b>215</b>
<b>Самообразование в обеспечении конкурентоспособности профессиональной деятельности будущего специалиста</b> <i>Корзников Н. И., Баранцев В. В. ....</i>	<b>217</b>
<b>Трансакционный анализ и анализ зрелости личности в теории принятия решений</b> <i>Корзников А. Н., Пастухова К. Э. ....</i>	<b>220</b>
<b>ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ .....</b>	<b>224</b>
<b>Развитие эмоционального интеллекта обучающихся посредством формирования читательской грамотности на уроках литературы и иностранного языка</b> <i>Войтко С. А., Теличко А. В. ....</i>	<b>224</b>
<b>Развитие критического мышления при решении задач курса физики в ВУЗе</b> <i>Зубова Н. В. ....</i>	<b>228</b>
<b>Реализация метода интервальных повторений в персональном электронном кроссплатформенном пособии для самостоятельной проработки и закрепления учебного материала учащимся в индивидуальном темпе</b> <i>Кондратьева А. А. ....</i>	<b>232</b>
<b>Влияние локуса контроля педагога на отношение учащихся к себе</b> <i>Фаткуллина М. Б. ....</i>	<b>236</b>
<b>Современные формы военно-патриотического воспитания молодежи</b> <i>Фролова Н. В. ....</i>	<b>241</b>
<b>ГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА .....</b>	<b>245</b>
<b>Ответственность как отношение между мирами</b> <i>Подзолкова Н. А. ....</i>	<b>245</b>



## **Современный список трансценденталий**

*Борчиков С. А.* .....249

## **Мифологизация сознания: вчера и сегодня**

*Глазков Д. С.* .....251

## **Бифуркация 22.02.2022**

*Войцехович В. Э.* .....255

## **Новые старые вызовы российской цивилизации**

*Комаров А. А.* .....258

## **Поиски божественной реальности с точки зрения здравого смысла**

*Коробкина М. Д.* .....263

## **Трансформация солнечного культа: мифология, религия, философия**

*Крашенинников В. В.* .....266

## **О пифагорейском числе**

*Моисеев В. И.* .....270

## **ЛИНГВИСТИКА И МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ ..... 274**

## **Особенности использования эмотивных смыслов при оценке эмоционального интеллекта на примере художественного произведения Ф.М. Достоевского «Преступление и наказание»**

*Зубаирова К. Ф., Ползунова М. В.* .....274

## **Речевой жанр «признания в любви автора к своему персонажу» на материале художественного произведения Мариам Петросян «Дом, в котором...».**

*Емельянова Е. М., Ползунова М. В.* .....278

## **Слова-паразиты. Вопрос терминологии**

*Сулейманова И. В., Безногова Т. Г.* .....282

## **Пища для размышлений: интернациональные идиомы**

*Кашапова А. М.* .....286

## **АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ..... 290**

## ПРИВЕТСТВИЕ В. И. ШЕВЧЕНКО



*Дорогие друзья, уважаемые коллеги, организаторы и участники XXII Всероссийской научно-практической конференции «Дни науки – 2022», посвященной 80-летию со дня основания НИЯУ МИФИ и 70-летию юбилею ОТИ НИЯУ МИФИ!*

Прежде всего разрешите мне поздравить коллектив нашего большого университета с юбилеем, поблагодарить за большой вклад в развитие научно-педагогической деятельности и подготовку высококвалифицированных специалистов атомной отрасли, которые с успехом принимают участие в инновационной модернизации российской экономики.

Важно осознать, что подготовка высококвалифицированных специалистов – задача не отдельно взятого учебного заведения, а всей образовательной системы в тесной взаимосвязи с производством. Именно поэтому проводимая конференция «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ-2022» призвана объединять студенческую молодежь, ученых и представителей атомной отрасли вокруг общего дела, тем самым формируя поле для обмена мнениями, знаниями и взаимного сотрудничества. Уровень образования в обществе увеличивает количество и скорость совершения научных открытий, а также их распространения в производственной сфере.

Современный научно-технический прогресс привел к существенным изменениям в науке, технике и образовании, что связано с качественно новым уровнем взаимодействия этих важных сфер жизнедеятельности общества. Предприятия ГК «Росатом», ставя перед собой задачу безусловной безопасности действующих технологий, превращаются в крупные ядерные центры компетенций, одним из которых традиционно выступает Производственное объединение «Маяк». В этой связи участие в такой конференции будет, несомненно, плодотворным и полезным мероприятием для всех нас.

Желаю всем участникам конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ-2022» творческих побед, продуктивного общения и научного энтузиазма.

Ректор Национального исследовательского  
ядерного университета «МИФИ»

В. И. Шевченко

## ПРИВЕТСТВИЕ Б. Ф. МЯСОЕДОВА



**Дорогие участники конференции, уважаемые коллеги, друзья!**

Разрешите мне от имени Российской Академии наук сердечно поздравить вас с открытием XXII Всероссийской научно-практической конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2022», посвященной 80-летию со дня основания НИЯУ МИФИ и 70-летию юбилею ОТИ НИЯУ МИФИ.

Проводимая ежегодно на Уральской земле Конференция «Дни науки» не только востребована, но и получила всероссийское признание. И это неслучайно – проблемы ядерной науки и техники, создание высокотехнологичных приборов и аппаратов, обсуждение основ гуманитарных начал научного познания объединяются для решения важнейших задач безопасности нашего государства.

В этот юбилейный год необходимо отметить, что именно молодежь, получившая образование в Филиале №1 Московского инженерно-физического института МИФИ (ныне – Озерский технологический институт НИЯУ МИФИ), десятилетиями пополняла и пополняет творческий коллектив градообразующего предприятия ФГУП «ПО «МАЯК», становясь его научно-производственной элитой.

Научно-практические конференции всегда дают новые знания, определяют новые цели, объединяют единомышленников, друзей и соратников, работающих в близких областях науки. Уверен, что ваше участие в конференции станет залогом новых научных достижений и оригинальных технических решений.

Успешной вам работы на Конференции, перспективных научных идей и обретения нового научного партнерства!

Академик Российской Академии наук

Б.Ф. Мясоедов

## ПРИВЕТСТВИЕ М. И. ПОХЛЕБАЕВА



Уважаемые участники XXII Всероссийской научно-практической конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2022»! От всей души поздравляю Вас с этим замечательным событием!

2022 год стал юбилейным для Национального ядерного университета «МИФИ» и его филиала №1 – Озерского технологического института. 80 и 70 лет напряженной и успешной работы на благо России, Минсредмаша и Росатома, Производственного объединения «Маяк» – это путь, которым можно и нужно гордиться. И посвящение нынешней конференции этим знаковым датам – совершенно правильный выбор!

На ФГУП «ПО «Маяк» сегодня работают более трех тысяч выпускников НИЯУ МИФИ, ОТИ НИЯУ МИФИ разных лет. Они достойно представляют техническую элиту

предприятия, многие из них являются руководителями и ключевыми специалистами действующих производств.

Сегодня ведущее предприятие отечественной атомной промышленности ФГУП «ПО «Маяк» на основе разработки и внедрения современных технологий успешно выполняет важнейшие задачи модернизации оборонного производства, переработки отработавшего ядерного топлива, выпуска изотопной продукции и обращения с радиоактивными отходами.

Участие высококвалифицированных специалистов, получивших комплексное ядерное образование как в НИЯУ МИФИ, ОТИ НИЯУ МИФИ, так и в других опорных вузах Госкорпорации «Росатом», крайне востребовано в процессе оптимизации действующих радиохимических производств, исторически являющихся технологической основой предприятия.

Научоемкие производства ПО «Маяк» требуют высококлассных специалистов с творческим подходом к своей работе и исследовательской жилкой. Решить эту непростую кадровую задачу можно, только погружая студентов, начиная с самых первых курсов в научно-исследовательскую деятельность.

Желаю всем участникам конференции «Дни науки ОТИ НИЯУ МИФИ - 2022» интересных докладов, остроумных вопросов и жарких дискуссий! Уверен, что мы снова увидим талантливых и перспективных молодых ученых, которые в недалеком будущем составят цвет научной интеллигенции атомной отрасли. Будьте уверены в своих силах, трудолюбивы и терпеливы – и успех к вам обязательно придет!

Генеральный директор ФГУП «ПО «Маяк»

М.И. Похлебаев

# ХИМИЯ И РАДИОХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 621.039.73  
ГРНТИ 44.33.31

## ПЕРЕРАБОТКА ТОПЛИВА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗООХЛАЖДАЕМЫХ РЕАКТОРОВ (ВТГР)

Похитонов Ю. А.

*АО Радиевый институт имени В. Г. Хлопина,  
г. Санкт Петербург*

yapokhitonov@mail.ru

Проведен анализ возможных подходов к переработке облученного топлива высокотемпературных газохлаждаемых реакторов (ВТГР). Операции дробления, сжигания графита и последующего вскрытия микротрещин вызывают ряд проблем. С точки зрения необходимых затрат на их решение рецикл делящихся материалов становится нецелесообразным. Таким образом отработавшее топливо реактора ВТГР можно отнести к категории не перерабатываемого ОЯТ.

*Ключевые слова:* высокотемпературный газохлаждаемый реактор (ВТГР), графит, облученное топливо, рецикл делящихся материалов.

## HIGH-TEMPERATURE GAS-COOLED REACTORS (HTGR) SPENT FUEL REPROCESSING

Pokhitonov Yu. A.

*V. G. Khlopin Radium Institute, St Petersburg*

The analysis of high-temperature gas-cooled reactors (HTGR) spent fuel possible approaches to the reprocessing was carried out. Crushing operations, graphite incineration and subsequent fuel particles opening cause a number of problems. From the point of view the the required costs for their solution, the fissile materials recycling becomes inappropriate. Thus, the spent fuel of HTGR reactor can be attributed to the category of non- reprocessing ones.

*Keywords:* high-temperature gas cooled reactors (HTGR), graphite, spent fuel, recycling of fissile materials.

## ВВЕДЕНИЕ

За многолетнюю историю развития реакторостроения для генерации энергии неоднократно появлялись идеи использовать новые виды реакторных установок с топливом, существенно отличающимся по составу и конструкции твэлов, что требовало новых подходов к обращению с топливом. И, пожалуй, наиболее перспективным из этого перечня было направление высокотемпературных газохлаждаемых реакторов (ВТГР).

Первые практические шаги по разработке газохлаждаемых реакторов были сделаны за рубежом в 50-х годах прошлого столетия. Причем на первом этапе страны Западной Европы и США рассматривали ВТГР для целей электроэнергетики, где такой реактор обещал ряд преимуществ: высокий КПД (40%), меньшие тепловые сбросы, отсутствие потребности в охлаждающей воде. ВТГР способен вырабатывать тепло с температурой до 950-1000 °С, что позволяет получать водород и другие полезные продукты без каких-либо выбросов CO<sub>2</sub>.



Первый, пущенный в эксплуатацию, реактор HTGR тепловой мощностью 20 МВт был построен в Великобритании и вскоре заработал опытный реактор AVR в Германии электрической мощностью 15 МВт.

В США был построен энергоблок АЭС (Peach Bottom) с опытным реактором электрической мощностью 40 МВт (проработал с 1966 по 1975 год). И он послужил прототипом для более крупного реактора мощностью 330 МВт, (Fort St Vrain), который находился в эксплуатации с 1976 по 1988 год. Последний реактор смог доказать техническую обоснованность ВТГР, но так и не смог подтвердить экономическую привлекательность этой технологии.

Из всех построенных установок дольше всех проработал реактор AVR в Германии, остановлен в 1988 г., проработав свыше 20 лет.

Работы по созданию ВТГР проводились и в СССР. В период с 1978 – 1987 гг. были разработаны Технические проекты установок ВГР-50 и ВГ-400 (1060 МВт). Отметим, что установка ВГР-50 предназначалась не только для выработки эл/энергии, но и предполагалось ее использовать для радиационной модификации материалов.

Конструкция и параметры реакторов этого типа потребовали разработки нового вида твэлов. Наибольшее распространение получили шаровые твэлы с микротопливом из обогащенного урана в графитовой матрице.

Столь уникальная конструкция твэлов потребовала принципиально нового подхода к переработке топлива. Сейчас мало кто помнит, что именно Радиевый институт был головной организацией, отвечавшей за раздел по переработке топлива, когда появлялись новые топливные композиции. В докладе приведены сведения по опыту обращения с топливом ВТГР в Радиевом институте и рассмотрены подходы к переработке брака производства такого топлива.

### **Особенности топлива реактора ВТГР и его переработка**

Использование высоких температур в реакторе привело к идее создания совершенно нового вида ядерного топлива. Твэлы представляют собой микросферы из оксида урана (плутония) диаметром 0,2-0,5 мм с многослойной оболочкой из пиролитического углерода и карбида кремния. Такой микротвэл способен эффективно удерживать осколки деления как при нормальных условиях эксплуатации (1250°C), так и при аварийных режимах (1600°C).

Выбранная конструкция твэла приводит к ряду проблем при переработке облученного топлива и брака производства на стадии изготовления. И главная проблема заключается в удалении графитовой матрицы, масса которой составляет около 95% от массы шарового твэла.

Схема переработки ОЯТ ВТГР, предложенная в 80-х гг. Радиевом институте, включала следующие операции (Рис.2).

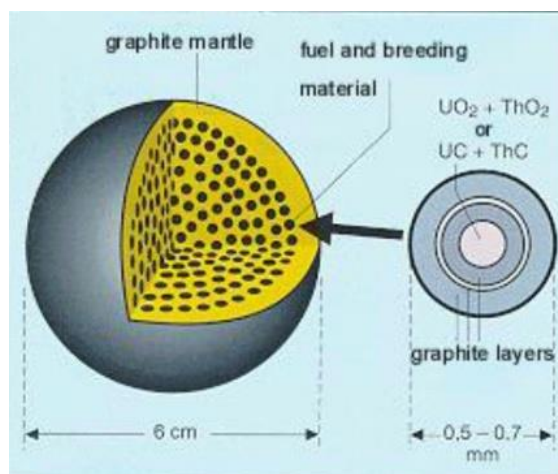


Рисунок 1 – Конструкция шарового твэла ВТГР

— Измельчение (дробление) шаровых изделий с последующим сжиганием графита. Теоретически можно представить ситуацию, при которой можно добраться до топливной составляющей (оксиды урана (плутония,) путем механического измельчения и дальше провести переработку по одному из известных вариантов. Но в этом случае мы столкнемся с задачей, когда на растворение будет поступать пульпа с огромной массой графита, которую будет необходимо отделять от раствора. Очевидно, что потери делящиеся материалов (ДМ) при фильтрации, будут большими и при последующей экстракции их успешное выделение будет затруднено из-за наличия большого количества органических примесей в растворе.

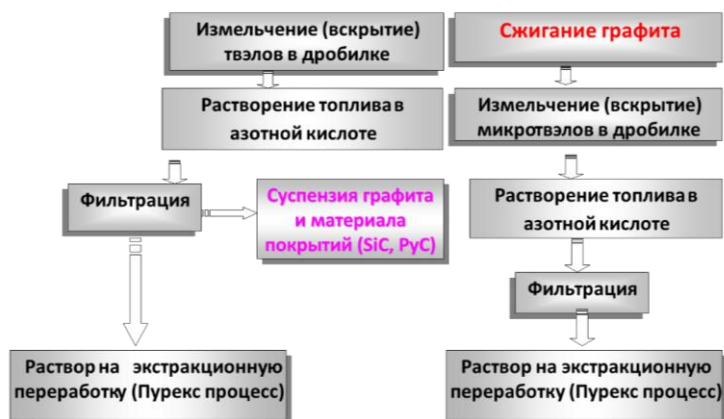


Рисунок 2 – Технологическая схема переработки шаровых ТВЭЛов ВТГР

В тоже время невозможно представить ситуацию, когда после размола можно провести сепарацию мелких частиц (кernels топлива) и отделить их без существенных потерь ДМ. Именно поэтому на раннем этапе исследований по переработке облученного топлива (и брака производства) ВТГР для удаления графита было выбрано сжигание.

— Следующим шагом было дробление микротвэлов в мельнице и отделение материала защитных оболочек (карбид кремния, пироуглерод).

В качестве альтернативы дроблению микротвэлов предлагалось проводить удаление защитных покрытий (SiC, PyC) путем высокотемпературной обработки с использованием фтористого водорода.

— Вскрытые таким образом элементы могут поступать на операцию растворения в азотной кислоте и полученный раствор, после фильтрации, предлагали направлять на экстракционную переработку (традиционный Пурекс процесс). Отметим, что дальнейшее обращение с уже вскрытыми микротвэлами не представляет трудности и в литературе предостаточно данных для выбора режима этой операции.

Учитывая вышесказанное, задача переработки топлива ВТГР во многом становится похожей на аналогичную проблему при переработке реакторного графита. На этапе вывода из эксплуатации промышленных уранграфитовых реакторов графит, содержащий радиоактивные нуклиды и просыпи делящихся материалов (результат нештатных ситуаций), становится специфичным видом отходов, и однозначного решения проблемы обращения с ним нет ни в одной стране [1, 2].

Состав реакторного графита можно сравнивать с графитом топлива ВТГР поскольку воздействие излучения в период эксплуатации и там и там схожи. В обоих случаях имеет место частичный переход топливной составляющей в матрицу (разрушение покрытий микротвэлов в топливе ВТГР и нештатные ситуации в ПУГР).

Другой причиной радиационной загрязненности графита топлива ВТГР является облучение нейтронами и одним из значимых нуклидов, создающим массу проблем, является  $^{14}\text{C}$  ( $\beta$ -излучатель,  $T_{1/2}$  5730 лет). В реакторном графите важной реакцией его образования является активация азота продувочного газа (воздуха или азота) потоком нейтронов  $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$ . Поскольку в ВТГР теплоносителем является гелий, то источником  $^{14}\text{C}$  будет активация

примесей азота, зафиксированных в кристаллической решетке. (Другой долгоживущий радионуклид  $^{36}\text{Cl}$  (T<sub>1/2</sub> 301 тыс. лет) образуется путем нейтронной активации остаточного хлора, используемого для очистки графита при его изготовлении.)

Помимо нуклидов  $^{14}\text{C}$  и  $^{36}\text{Cl}$ , в графите топлива ВТГР (как и в реакторном графите) всегда будут радионуклиды, образовавшиеся в результате активации других примесей в графите, из которого изготовлен твэл. Провести строгую корреляцию между активностью облученного топлива ВТГР и реакторного графита не представляется возможным ввиду недостатка информации.

Возвращаясь к переработке топлива ВТГР (точнее, части топлива, графита, доля которого более 90%), постараемся дать описание возможных вариантов, предложенных для переработки графита реакторного и которые могут быть применимы для ВТГР. Действительно, к настоящему времени разработано много методов, базирующихся на использовании разнообразных физико-химических процессов. Все они имеют свои недостатки, и ни один из них не решает всего комплекса проблем.

Если определить цель переработки облученного топлива ВТГР как выделение урана, плутония, (их рециклирование), и подготовка всех отходов к захоронению, то с учетом неординарного состава топлива, главная проблема будет заключаться в обращении с графитом.

Пожалуй, наибольшее число опубликованных работ по переработке реакторного графита предусматривает его сжигание или иную высокотемпературную обработку.

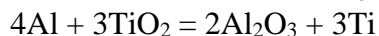
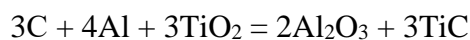
Казалось бы, при сжигании графита (по аналогии с другими органическими отходами) можно во много раз сократить объем отходов и сконцентрировать активность в зольном остатке. Но, в случае графита все гораздо сложнее. Сокращение объема отходов становится невозможным ввиду присутствия  $^{14}\text{C}$ , и который по понятным причинам не может быть удален в атмосферу. В случае использования извести в качестве поглотителя  $\text{CO}_2$  при сжигании 1 м<sup>3</sup> облученного графита (2.2 т) образуется 18.3 т карбоната кальция, что почти на порядок больше исходной массы графита. Вряд ли карбонат кальция будет более безопасной формой хранения  $^{14}\text{C}$  по сравнению с исходным грязным графитом.

Кроме того, радионуклиды, содержащиеся в графите ( $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{55}\text{Fe}$  и другие), удерживаются на фильтрах, которые в свою очередь становятся отходами и нуждаются в дополнительной переработке. Сказанное выше относится и к оборудованию самой печи и всех вспомогательных устройств, которые рано или поздно будут выводиться из эксплуатации и потребуют дополнительных расходов на их утилизацию.

Для уменьшения объема радиоактивных отходов в процессе сжигания в принципе можно было бы развивать технологии разделения изотопов углерода для удаления  $^{14}\text{C}$  (центрифугирование, криогенная дистилляция), но экономическая целесообразность таких решений вызывает много вопросов.

В качестве альтернативы окислению всего графита, поступающего на переработку, французская фирма EDF и шведская фирма Studsvik проводили эксперименты по выделению  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$  и  $^{36}\text{Cl}$  путем сжигания только части графита [3]. Но применительно к переработке топлива ВТГР этот путь не приемлем.

Среди других направлений термической обработки остановимся на процессе, так называемого, само распространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Сущность СВС заключается в самопроизвольном распространении зоны химической реакции в средах, способных к выделению химической энергии с образованием конденсированных продуктов. Процесс возникает при локальном воздействии на систему коротким тепловым импульсом и в дальнейшем протекает в виде волны горения без подвода энергии извне за счет собственного тепловыделения. Известно несколько работ, посвященных использованию СВС применительно к проблеме переработки реакторного графита [4, 5]. В основе переработки графита в режиме СВС лежит твердофазный самоподдерживающийся процесс – последовательные экзотермические реакции.



Находящийся в отходах  $^{14}C$  входит в состав устойчивого карбида титана, и таким образом, происходит его изоляция от биосферы.

По моему мнению это направление могло бы быть использовано в будущем, если концепция переработки ОЯТ ВТГР поменяется на захоронение и потребуется более надежная изоляция все радионуклидов для прямого захоронения.

Для изоляции от биосферы актинидов и продуктов деления, присутствующих в просыпи аварийного графита, используется их иммобилизация в устойчивые матричные материалы. Следует подчеркнуть, что сама по себе идея получения матричного материала для изоляции радионуклидов в графите представляется весьма привлекательной [5] и может быть использована применительно к ОЯТ ВТГР.

Заканчивая краткий обзор высокотемпературных методов переработки реакторного графита, остановимся еще на одном варианте с использованием высокотемпературного расплава солей [6, 7]. По мнению авторов, технология высокотемпературного окисления радиоактивных отходов в расплавленных солях обеспечивает существенное уменьшение их объема, повышает радиационную безопасность и расширяет спектр перерабатываемых отходов. Образование комплексных нелетучих соединений при рабочей температуре 750–900°C положительно влияет на уменьшение уноса радиоактивных веществ в ходе процесса. Для окисления графита предложено использовать расплавы щелочей, хлоридов, карбонатов или различные эвтектики (например,  $Na_2CO_3-K_2CO_3$  с добавкой  $PbO$ ).

Пожалуй, главным достоинством (по сравнению с использованием СВС) окисления графита в расплавах солей является возможность осуществления процесса без предварительного измельчения и при более низкой температуре.

Еще в 1970–1980-х гг. в Радиовом институте проводились работы по электрохимическим методам разрушения графита. Эти методы рассматривались как альтернативный процесс переработки брака производства шаровых твэлов реактора ВТГР, работы по которому интенсивно проводились в те годы.

Другой целью работ было послойное разрушение шаровых твэлов с целью анализа продуктов деления, выделившихся из микротоплива (диоксид урана, диаметр порядка 0.5 мм, с покрытием TRISO) после реакторных испытаний. Эксперименты проводились совместно с Курчатовским институтом, и использование электрохимического метода оказалось весьма успешным.

Сущность метода заключается в разрыхлении структуры графита, и разрушении изделий вследствие образования соединений внедрения («солей» графита). Эффективность использования того или иного электролита определяется способностью к образованию графитовых солей, окислительной способностью и силой кислоты. Опыты с использованием показали, что наиболее эффективно процесс протекает в серной кислоте, в хлорной и значительно хуже разрушение происходит в азотной кислоте.

В экспериментах использовали электрохимические ячейки бесконтактного и контактного типов. При исследовании бесконтактного варианта электрохимического разрушения образец помещали в ячейку объемом ~ 200 см<sup>3</sup> и закрепляли между электродами. При контактном варианте электрохимического процесса анодом служил сам образец.

Электролизер представлял собой стеклянный стакан (рабочий объем – 400 см<sup>3</sup>) внутри которого помещался катод (платиновая проволока, Ø 1,5 мм) и образец шарового твэла (анод). Питание электролизеров осуществлялось с помощью выпрямителя, включаемого в сеть через лабораторный автотрансформатор. В работе были использованы образцы графита МПГ, ГМЗ и ГМЗ, предварительно подвергнутого двойной пропитке фуриловым спиртом.

Как и следовало ожидать, увеличение плотности тока привело к росту значений скорости разрушения для всех исследованных образцов. Максимальные значения скорости



разрушения и выхода по току (для плотности  $6 \text{ А/см}^2$ ) составили  $4 \text{ г/см}^2\cdot\text{ч}$  и  $0,8 \text{ г/А}\cdot\text{ч}$  соответственно, что существенно выше значений, достигнутых в бесконтактном варианте. Для достижения максимальной скорости дезинтеграции процесс целесообразно проводить в 10 – 12 моль/л азотной кислоте и при максимально возможных плотностях тока. Полученные экспериментальные данные послужили основанием для выбора условий разрушения макетов шаровых твэлов ВТГР.

Исследование шлифов партии отобранных частиц показало, что после электрохимического разрушения графитовой матрицы в микротвэлах (с покрытиями из пиролитического углерода) не происходит образования дефектов. Поэтому данный способ может быть предложен для регенерации делящихся материалов из бракованных изделий или при проведении анализа качества топлива после реакторных испытаний.

Однако низкая производительность электрохимического способа делает его малоприменимым для промышленного использования при переработке ОЯТ ВТГР.

Конечной целью совершенствования процессов переработки любых отходов, включая графит топлива ВТГР и реакторный графит, является максимальное снижение затрат на ту или иную операцию. Сокращение объема конечной формы твердых отходов также подразумевает снижение издержек при транспортировании и в процессе длительного хранения и захоронения. И все сказанное выше не должно противоречить главной цели – обеспечению безопасности при последующем захоронении.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За прошедшие десятилетия идеи, заложенные в ВТГР, не стали менее актуальны. Интерес к этому типу реакторов постоянно растет и обусловлен возросшим интересом к водородной энергетике. Программы развития газоохлаждаемых реакторов имеются во многих странах, но наибольшего прогресса достигла китайская программа и сейчас именно Китай доминирует на этом рынке.

В России ведутся работы и по созданию Атомно-водородного химико-технологического кластера с ВТГР (АХТК) и Атомной энерготехнологической станции с высокотемпературным газоохлаждаемым реактором (АЭТС ВТГР) [8].

Основная масса ОЯТ, которая сейчас поступает со станций и находится на хранении, представляет собой оксидное топливо реакторов ВВЭР и РБМК. Если говорить о переработке ОЯТ ВТГР, то эта задача станет актуальной только через несколько десятилетий.

Основной проблемой при переработке топлива ВТГР будет наличие графитового замедлителя и образование большого количества долгоживущего  $\beta$ -активного углерода  $^{14}\text{C}$ , приемлемых способов утилизации которого не существует. Отметим также, что переработка веществ, содержащих кремний, очень сложна для химической технологии.

Операции дробления, сжигания и последующее вскрытие микротвэлов порождают массу проблем при их решении (с точки зрения затрат) и приводят к выводу о нецелесообразности рецикла делящихся материалов. Иными словами, топливо ВТГР можно отнести к категории не перерабатываемого ОЯТ.

Отсутствие приемлемой схемы переработки наводит на мысль рассмотреть данную проблему в более широком аспекте, а именно предложить состав топлива с включением МА с целью их трансмутации в модуле ВТГР. Такое решение было бы логическим завершением замкнутого ядерного цикла.

И если гипотеза подтвердится, то такое топливо, единожды попав в реактор, будет навсегда выведено из ядерного цикла и отправлено на захоронение, в виде устойчивой графитовой матрицы.

#### Библиографический список

1. Радиоактивный реакторный графит: Монография / А.В. Бушуев, А.Ф. Кожин, Е.В. Петрова, В.Н. Зубарев, Т.Б. Алеева, Н.А. Гирке. – М.: НИЯУ МИФИ, 2015. – 148 с.



2. Похитонов Ю.А. Поиск решения проблемы кондиционирования реакторного графита // Радиохимия. 2020, т. 62, № 3, С. 183-194.
3. Thomas Brown, Bernard Poncet. Treatment of Irradiated Graphite from French Bugey Reactor – 13424 WM2013 Conference, February 24 – 28, 2013, Phoenix, Arizona, USA.
4. Э.Е. Коновалов, В.С. Наумов, А.И. Ластов Кондиционирование высокоактивных отходов реакторного графита с использованием самораспространяющегося высокотемпературного синтеза. Известия вузов Ядерная энергетика № 4, 2014. С. 82-91.
5. Э.Е. Коновалов, А.И. Ластов, Н.А. Нерозин К вопросу иммобилизации высокоактивных отходов в керметную матрицу на основе Y-AL граната в режиме СВС. Известия вузов Ядерная энергетика № № 1, 2015. С. 111-118.
6. Пешков А. В. Влияние оксидно-солевой среды на процессы, протекающие при переработке радиоактивного реакторного графита в солевой печи. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Екатеринбург – 2016. 136 стр.
7. Grebennikova T., Sharrad C. A., Jones A. N. Decontamination of Irradiated Nuclear Graphite Using High Temperature Molten Salt / Proc. Intern. Conf. “Waste Management’17” Conference, March 5–9, 2017, Phoenix, Arizona, USA. Paper 17447.
8. Пономарев-Степной Н.Н. КОНЦЕПЦИЯ ИНИЦИАТИВЫ Международный центр «Атомный энерготехнологический комплекс на Дальнем Востоке» file:///C:/Users/pz/Downloads/0-3-2-Ponomarev-Stepnoj.pdf (дата обращения 13.04.2022)

УДК 621.3.032.35

ГРНТИ 47.09.43

## ПОДБОР УСЛОВИЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ СИНТЕЗЕ ОБРАЗЦОВ ЛЮМИНОФОРОВ НА ОСНОВЕ $Zn_2SiO_4$ : MN ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

Пичугова О. Д., Волкова Т. С., Ивашкевич Н. А., Старовойтов Н. П.

ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,  
г. Озёрск, Челябинская область

cpl@po-mayak.ru

Синтезированы образцы люминофоров на основе  $Zn_2SiO_4$  золь-гель методом. Изучено влияние условий сушки и последующей прокалки геля на выход целевой фазы. Исследовано влияние температурного воздействия на образующийся гель в интервале температур от 40 °С до 1200 °С. Подобраны оптимальные температуры синтеза люминофоров указанным способом.

*Ключевые слова:* люминофор, золь-гель технология, силикат цинка, целевая фаза, сушка, прокалка.

## SELECTION OF CONDITIONS FOR TEMPERATURE TREATMENT OF $Zn_2SiO_4$ : MN SAMPLES OBTAINED BY SOL-GEL METHOD

Pichugova O. D., Volkova T. S., Ivashkevich N. A., Starovoitov N. P.

FSUE “Mayak PA”, Ozersk

Samples of phosphors based on  $Zn_2SiO_4$  sol-gel method were synthesized. The influence of drying conditions and subsequent gel calcination on the output of the target phase has been studied.

The effect of temperature action on the formed gel in the temperature range from 40 °C to 1200 °C is investigated. Optimal phosphor synthesis temperatures were selected in this way.

*Keywords:* phosphors, sol-gel technology, zinc silicate, target phase, drying, calcination.

В технологии синтеза неорганических люминофоров важным этапом является стадия прокалики шихты до целевого продукта. Температура прокалики  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  при твердофазном спекании, как правило, выше 1100 °C. Для снижения температуры используют различные технологические приемы, например, используют плавни. Альтернативным вариантом получения люминофоров на основе  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  является золь-гель метод, неоспоримым преимуществом которого является пониженная температура прокалики.

Целью работы являлся подбор условий температурной обработки образцов люминофоров на основе  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ , получаемых золь-гель методом. В качестве исходных реактивов использованы  $(\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4)$  (далее – ТЭОС) «ос.ч.», деионизованная  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  «Люкс»,  $\text{HNO}_3$  «х.ч.»,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  «ч.»,  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  «ч.д.а.».

Расчет требуемых для синтеза количеств  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  и ТЭОС осуществлен исходя из стехиометрической формулы конечного соединения  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ . В качестве активатора использован Mn, массовая доля которого составляла 1 % относительно массы Zn. Мольное соотношение компонентов  $\text{HNO}_3/\text{ТЭОС}$ ,  $\text{H}_2\text{O}/\text{ТЭОС}$  и  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}/\text{ТЭОС}$  составляло 1 : 1, 30 : 1 и 6 : 1 соответственно.

Методика получения геля была следующей. На первом этапе готовили водно-спиртовой раствор солей металлов, затем в него вводили ТЭОС. Для ускорения гидролиза ТЭОС использовали катализатор –  $\text{HNO}_3$ . После сливания растворов осуществляли их перемешивание на магнитной мешалке в течение 30 мин. Полученные золи выдерживали на воздухе до образования геля, который подвергали сушке. Условия сушки геля приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия сушки геля

Температура, °C	50	75	100	120	150	200
Время выдержки, ч	3	3	7	4	3	7

В процессе сушки гель периодически перемешивали стеклянной палочкой для равномерной дегидратации, предотвращения застывания материала на стенках кварцевого тигля и последующего облегчения измельчения образца.

Высушенный гель подвергали последовательной прокалике в диапазоне температур от 500 °C до 1400 °C с шагом 100 °C. После каждой стадии прокалики состав усредняли, путем перетирания пестиком без применения усилий. От образца отбирали пробу для определения его фазового состава. Съемку рентгенограмм проводили на дифрактометре рентгеновском Bruker D8 Advance. Влияние температуры прокалики шихты на выход целевого продукта приведено на рисунке 1.



Рисунок 1 – Влияние температуры прокалики шихты на массовую долю целевого продукта (продолжительность прокалики 5 ч. при каждой температуре)

Установлено, что целевая фаза  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$  начинает формироваться при температуре около  $600^\circ\text{C}$ , что ниже, чем при твердофазном синтезе (около  $900^\circ\text{C}$ ). С ростом температуры прокалки увеличивается массовая доля целевой фазы (см. рисунок 1).

Для уточнения теплофизических характеристик процессов сушки и прокалки исследовано влияние температурного воздействия на гель, используемый для получения силиката цинка, в интервале температур от  $40^\circ\text{C}$  до  $1200^\circ\text{C}$  при использовании термоанализатора Netzsch STA 449 F3 Jupiter. Для корректной интерпретации полученных данных отдельно был выполнен синхронный термический анализ исходных компонентов люминофорного состава –  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ . Результаты исследований приведены на рисунках 2 – 4.

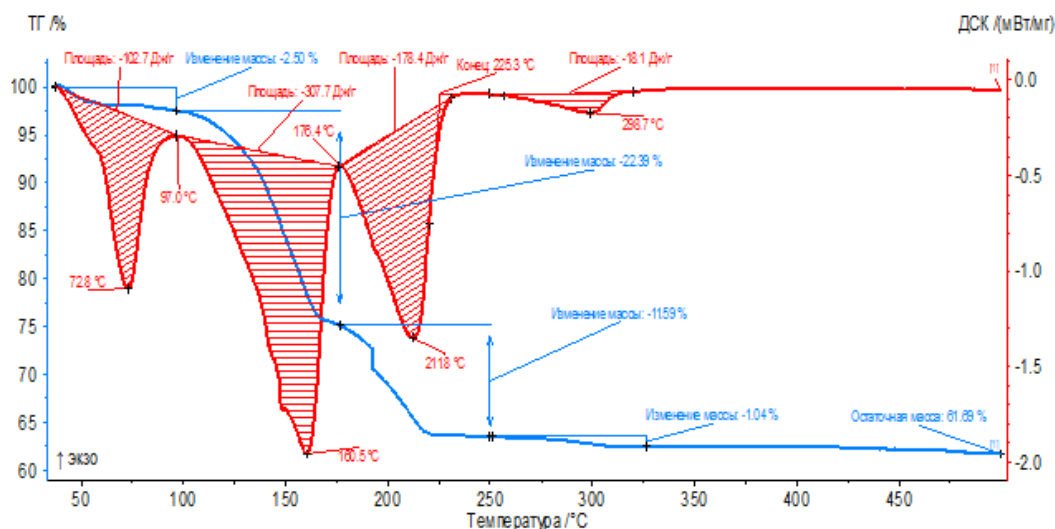


Рисунок 2 – Изменение массы и теплового потока при нагревании  $\text{MnCl}_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}$  в диапазоне температур от  $40^\circ\text{C}$  до  $500^\circ\text{C}$

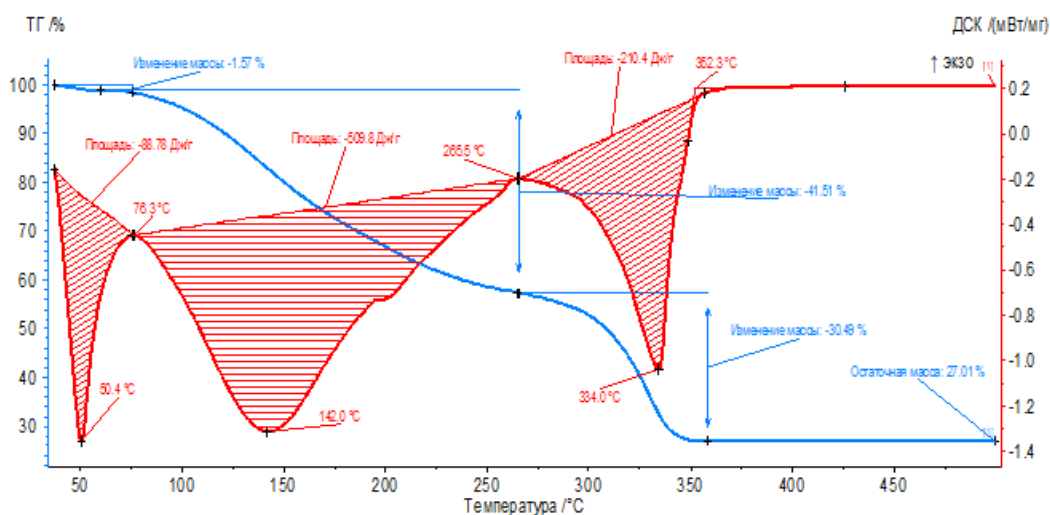


Рисунок 3 – Изменение массы и теплового потока при нагревании  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$  в диапазоне температур от  $40^\circ\text{C}$  до  $500^\circ\text{C}$

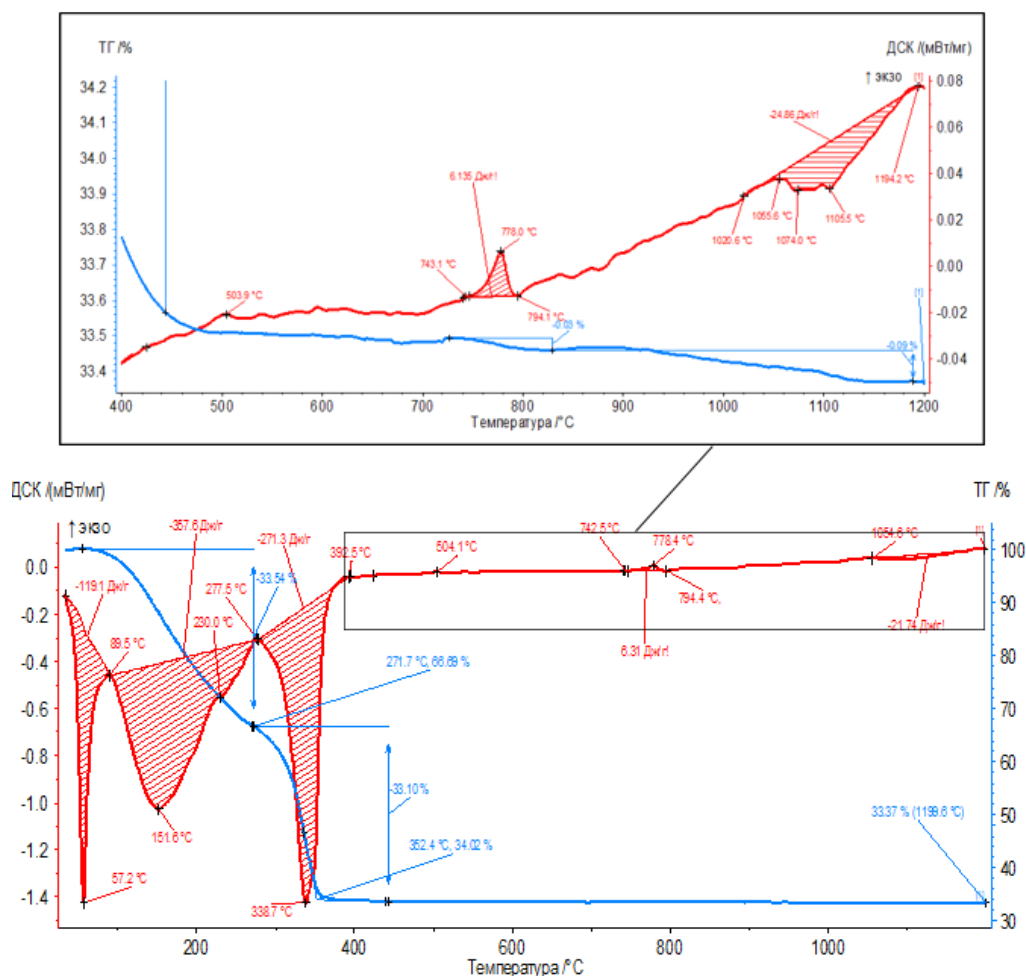
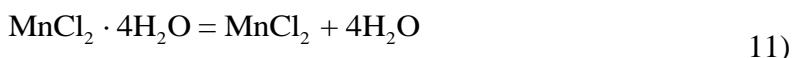


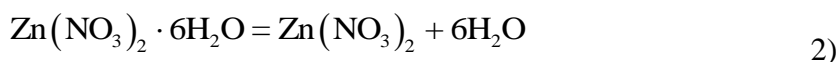
Рисунок 4 – Изменение массы и теплового потока при нагревании геля, используемого для получения силиката цинка, в диапазоне температур от 40 °С до 1200 °С

Как видно из рисунка 2, при воздействии температуры на образец  $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  в диапазоне температур от 40 °С до 225,3 °С наблюдаются три накладывающихся эндотермических пика (с обратными вершинами 72,8 °С, 160,5 °С и 211,8 °С соответственно), связанных с удалением свободной и кристаллизационной воды из образца в соответствии с уравнением реакции

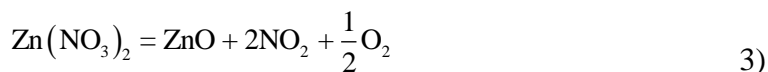


Поглощённая энергия в указанном температурном диапазоне составила 588,8 Дж/г.

Как видно из рисунка 3, при воздействии температуры на образец  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в диапазоне температур от 40 °С до 265,5 °С наблюдаются два эндотермических пика (с обратными вершинами 50,4 °С и 142 °С соответственно), связанных с удалением свободной и кристаллизационной воды из образца в соответствии с уравнением реакции



Поглощённая энергия в указанном температурном диапазоне составила 598,6 Дж/г. В диапазоне температур от 265,5 °С до 352,3 °С наблюдается эндотермический пик (с обратной вершиной 334 °С) который предположительно связан с разложением нитрата цинка в соответствии с уравнением реакции



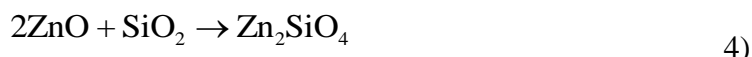
Количество поглощённой энергии составило 210,4 Дж/г.

Как видно из рисунка 4, при воздействии температуры на гель в диапазоне температур от 40 °С до 89,5 °С наблюдается эндотермический пик (с обратной вершиной 57,2 °С). Количество поглощённой энергии составило 119,1 Дж/г. Данный пик объясняется испарением свободной воды из образца.

В диапазоне температур от 89,5 °С до 277,5 °С наблюдается два накладывающихся эндотермических пика. Поглощённая энергия в указанном температурном диапазоне составила 357,6 Дж/г. Оба пика (с обратными вершинами 151,6 °С и 230 °С соответственно), связаны с испарением кристаллизационной воды по реакциям (1)(11) и (2).

В диапазоне температур от 277 °С до 392 °С наблюдается эндотермический пик, который очевидно связан с протеканием химической реакции (3)(3), сопровождающийся поглощением энергии в количестве 271,3 Дж/г.

В диапазоне температур от 743,1 °С до 794,1 °С наблюдается экзотермический пик, с вершиной при 778,4 °С, связанный с образованием целевой фазы по следующей реакции



В указанном диапазоне температур наблюдается выделение 6,135 Дж/г энергии.

В диапазоне температур от 1020,6 °С до 1194,2 °С наблюдается эндотермический пик с вершинами при 1055,6 °С и 1105,5 °С, количество поглощённой энергии составило 24,85 Дж/г. Вероятно процесс, происходящий в данном диапазоне температур, связан с внедрением марганца в матрицу  $\text{Zn}_2\text{SiO}_4$ .

Таким образом, для получения радиолуминофора на основе силиката цинка, активированного Mn, золь-гель методом с массовой долей целевой продукта не менее 80 % рекомендуется:

- сушку получаемого геля проводить в диапазоне температур от 30 °С до 200 °С до постоянной массы с периодическим перемешиванием высушиваемой массы,
- прокалку высушенного геля проводить ступенчато с промежуточным помолом состава после каждой стадии прокалки по следующим режимам:
  - а) при температуре 800 °С в течение 14 ч;
  - б) при температуре 1100 °С в течение 7 ч.

УДК 66.081:541.183+544.135+621.039.714 + 546.36 + 547.458  
ГРНТИ 31.15.23 31.15.35

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЦЕЗИЯ И СТРОНЦИЯ ИЗ МОРСКОЙ ВОДЫ СОРБЕНТАМИ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Бежин Н. А., Довгий И. И., Тананаев И. Г.

*ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь,  
Севастопольский государственный университет, г. Севастополь,  
Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская обл.,  
ФИЦ «Кольский научный центр РАН», г. Апатиты*

geokhi@mail.ru

Изучены физико-химические закономерности сорбции ионов Sr и Cs из морской воды. Ионы Cs извлекались сорбентами на основе ферроцианидов переходных металлов (Анфеж, Никет, Уникет, ФСС, ФД-М, Термоксид 35, НКФ-Ц), резорцино-формальдегидного полимера (Ахionit RCs), фосфата циркония (Термоксид 3А); Sr – сорбентами на основе  $\text{MnO}_2$  (Модикс, МДМ, ДММ, волокно, импрегнированное  $\text{MnO}_2$ ), оксида фосфора (ФД), гидроксида циркония



(Термоксид 3К), силиката бария (СРМ-Сг). Полученны зависимости параметров сорбции от времени описаны с помощью моделей внутричастичной диффузии, псевдо-первого и псевдо-второго порядка, зависимости параметров сорбции от равновесной концентрации металла в растворе – с помощью изотерм сорбции Ленгмюра и Фрейндлиха.

*Ключевые слова:* сорбенты, цезий, стронций, изотерма, кинетика, морская вода

## PHYSICO-CHEMICAL PATTERNS OF EXTRACTION OF CAESIUM AND STRONTIUM FROM SEAWATER BY SORBENTS OF VARIOUS TYPES

Bezhin N. A., Dovgiy I. I., Tananaev I. G.

*Hydrophysical Institute of the Russian Academy of Sciences, Sevastopol,  
Sevastopol State University, Sevastopol,  
OTI MEPhI, Ozersk, Chelyabinsk region,  
Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity*

Physicochemical patterns of sorption of Sr and Cs ions from seawater have been studied. Cs ions were extracted by sorbents based on ferrocyanides of transition metals (Anfezh, Niket, Uniket, FSS, FD-M, Thermoxide 35, NKF-C), resorcino-formaldehyde polymer (Axionit RCs), zirconium phosphate (Thermoxide 3A); Sr – sorbents based on MnO<sub>2</sub> (Modix, MDM, DMM, fiber impregnated with MnO<sub>2</sub>), phosphorus oxide (PD), zirconium hydroxide (3K thermoxide), barium silicate (CPM-Sr). The obtained dependences of sorption parameters on time are described using intraparticle diffusion models, pseudo-first and pseudo-second order, the dependences of sorption parameters on the equilibrium concentration of metal in solution – using Langmuir and Freundlich sorption isotherms.

*Keywords:* sorbents, cesium, strontium, isotherm, kinetics, seawater

Одной из важнейших проблем современной радиоэкологии является поиск перспективных методов селективного сорбционного концентрирования опасных радионуклидов, прежде всего <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs, из морской воды (МВ). Для их извлечения разработано множество методов, зачастую требующие отбор проб больших объемов. Это обусловлено сложностью МВ как объекта и низкими активностями радионуклидов в МВ. Поэтому разработка эффективных методов извлечения радионуклидов из МВ является актуальной задачей. Настоящая работа посвящена изучению физико-химических закономерностей, что позволит определить максимальные обменные характеристики сорбентов, а также сорбенты, обладающие наиболее высокими кинетическими характеристиками. Проведение исследования кинетики Sr было выполнено на МВ, содержащей 6 мг/л стабильных изотопов Sr, для изучения изотермы в МВ дополнительно вносили навески твердого SrCl<sub>2</sub>. Морская вода была отобрана в Севастопольской бухте Черного моря (дата отбора – 12.10.2020, 44.616273°N 33.518773°E). Примерный состав морской воды представлен в [3], соленость составляет 18,1 ‰, pH – 8,2. Показано, что при извлечении цезия сорбентом НКФ-Ц равновесие достигает за 8 ч, сорбентами Никет и ФД-М – за 16 ч, сорбентами Уникет и ФСС – за 24 ч, остальными сорбентами – за время более чем 40 ч. Большая часть изученных сорбентов извлекает > 98 % цезия из раствора, исключение составляют сорбенты Термоксид 3А (R = 83.4 %) и Axionit RCs (R = 54.1 %). При извлечении Sr сорбентами ФД, ДММ и волокном, импрегнированным MnO<sub>2</sub> равновесие достигает за 40 ч, остальными сорбентами – за 48 ч. Сорбент Модикс извлекает > 95 % стронция из раствора, сорбенты МДМ и СРМ-Сг > 86 %, остальные сорбенты < 80 %. Установленные коэффициенты корреляции для моделей внутричастичной диффузии и псевдо-первого порядка, ниже полученных коэффициентов корреляции для модели псевдо-второго порядка, что указывает на то, что данная модель описывает сорбцию металлов лучше, чем модели внутричастичной диффузии и псевдо-первого порядка. Рассчитанные по уравнению модели псевдо-первого

порядка значения равновесной сорбционной емкости для ионов цезия и стронция существенно отличаются от экспериментальных. Таким образом, кинетическая модель псевдопервого порядка не позволяет адекватно описать кинетику сорбции ионов металлов на сорбентах. Рассчитанные же по уравнению модели псевдо-второго порядка значения согласуются с экспериментальными. Таким образом, процесс сорбции лучше описывается теоретическими зависимостями механизма псевдовторого порядка преобладает, и кинетика сорбционного процесса является контролируемой хемосорбцией. Отмечено, что самое высокое значение константы скорости при сорбции цезия установлено для сорбента НКФ-Ц – 5.5661 г/мг·мин, время достижения сорбционного равновесия 8 ч. Самое высокое значение константы скорости при сорбции стронция установлено для сорбента ФД – 2.3870 г/мг·мин, время достижения сорбционного равновесия 40 ч.

Установлено, что максимальная емкость большинства сорбентов для извлечения цезия достигается при равновесной концентрации цезия в растворе более 800 мг/л. Наибольшую емкость по цезию > 75 мг/л имеют сорбенты Никет и Уникет, сорбент Анфеж > 25 мг/л, сорбенты НКФ-Ц и ФД-М > 19 мг/л, остальные < 14 мг/л. Максимальная емкость большинства сорбентов для извлечения стронция достигается при равновесной концентрации стронция в растворе более 40 мг/л. Наибольшую емкость по стронцию  $\approx$  8 мг/л имеет сорбент Модикс, сорбент МДМ  $\approx$  6 мг/л, сорбент СРМ-Sr > 4,5 мг/л, остальные < 3,5 мг/л. Были определены параметры изотерм сорбции, которые показывают, что полученные экспериментальные данные извлечения цезия всеми изученными сорбентами и стронция сорбентами Модикс и МДМ хорошо описываются уравнением изотермы сорбции Ленгмюра, а извлечения стронция остальными сорбентами – уравнением изотермы сорбции Фрейндлиха.

При работе в экспедиционных условиях для снижения времени анализа важной технической задачей является достижение высокой скорости фильтрации морской воды через неподвижный слой сорбента. Данному требованию в наилучшей степени отвечают сорбенты марок Уникет, ФСС и МДМ с гранулами относительно крупного размера 0.1-2.5, 0.2-3.0 и 0.1-3.0 мм соответственно. Использование высокодисперсных сорбентов для достижения высокой скорости фильтрации становится затруднительным. Волокно, импрегнированное  $\text{MnO}_2$ , обладает низким гидродинамическим сопротивлением, и хорошо зарекомендовало себя для извлечения изотопов радия и тория в экспедиционных исследованиях.

Таким образом, изучены физико-химические характеристики извлечения стронция и цезия сорбентами различных типов из морской воды. Установлено время достижения сорбционного равновесия для каждого сорбента. При извлечении цезия сорбентом НКФ-Ц равновесие достигает за 8 ч, сорбентами Никет и ФД-М – за 16 ч, сорбентами Уникет и ФСС – за 24 ч, остальными сорбентами – за время более чем 40 ч. При извлечении стронция сорбентами ФД, ДММ и волокном, импрегнированным  $\text{MnO}_2$  равновесие достигает за 40 ч, остальными сорбентами – за 48 ч. Полученные кинетические зависимости описаны с помощью моделей внутричастичной диффузии, псевдо-первого и псевдо-второго порядка. Установлено, что кинетика сорбционного процесса является контролируемой хемосорбцией. Определены зависимости емкостных характеристик сорбентов от равновесной концентрации металла в растворе. Полученные данные описаны с помощью изотерм сорбции Ленгмюра и Фрейндлиха. Наибольшую емкость по цезию имеют сорбенты Никет и Уникет, по стронцию – сорбент Модикс.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 19-33-60007 (конкурс «Перспектива»), Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства города Севастополя №18-43-920005 «р\_а», государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема «Океанологические процессы» № 0555-2021-0004), а также проекта Севастопольского государственного университета № 42-01-09/169/2021-7.

УДК 66.081:541.183+544.135+621.039.714 + 546.36 + 547.458  
ГРНТИ 31.15.23 31.15.35

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РАДИОСТРОНЦИЯ ИЗ МОРСКОЙ ВОДЫ ОДНОКОЛОНОЧНЫМ МЕТОДОМ

Бежин Н. А., Довгий И. И., Капранов С. В., Милютин В. В., Некрасова Н. А.

*ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт РАН, г. Севастополь  
Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь  
Институт физической химии и электрохимии им. А. Н. Фрумкина РАН, г. Москва  
Севастопольский государственный университет, г. Севастополь*

e-mail: nickbezhin@yandex.ru, dovhyi.illarion@yandex.ru

Представлены результаты извлечения стронция из морской воды коммерчески доступными сорбентами (Модикс, ФД, МДМ, ДММ, Термоксид ЗК, СРМ-Sr) и сорбентом собственного производства (волокно, импрегнированное  $\text{MnO}_2$ ) в статических и динамических условиях. Установлены коэффициенты распределения стронция, динамическая обменная емкость и полная динамическая обменная емкость сорбентов по стронцию. Построены выходные кривые сорбции стронция при различной скорости пропускания морской воды. Полученные данные позволяют рассчитать количество сорбента, необходимое для обработки пробы морской воды заданного объема, для определения удельной активности радионуклидов стронция в морской воде.

**Ключевые слова:** стронций,  $^{90}\text{Sr}$ , морская вода, сорбенты, Модикс, ФД, МДМ, ДММ, Термоксид ЗК, СРМ-Sr, волокно, импрегнированное  $\text{MnO}_2$

## STUDY OF SORBENTS FOR THE EXTRACTION OF RADIOSTRONTIUM FROM SEAWATER BY A SINGLE-COLUMN METHOD

Bezgin N. A., Dovgiy I. I., Kapranov S. V., Milyutin V. V., Nekrasova N. A.

*MOR Hydrophysical Institute of RAS, Sevastopol,  
Institute of Biology of the South Seas named after A.O. Kovalevsky RAS, Sevastopol,  
Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry named after A. N. Frumkin RAS, Moscow,  
Sevastopol State University, Sevastopol*

The results of extraction of strontium from seawater by commercially available sorbents (Modix, FD, MDM, DMM, ZK thermoxide, CPM-Sr) and a sorbent of own production ( $\text{MnO}_2$  impregnated fiber) under static and dynamic conditions are presented. Strontium distribution coefficients, dynamic exchange capacity and total dynamic exchange capacity of sorbents for strontium have been established. Output curves of strontium sorption at different rates of seawater transmission are constructed. The obtained data allow us to calculate the amount of sorbent required for processing a sample of seawater of a given volume to determine the specific activity of strontium radionuclides in seawater.

**Keywords:** strontium,  $^{90}\text{Sr}$ , seawater, sorbents, Modix, FD, MDM, DMM, WK thermoxide, CPM-Sr, fiber impregnated with  $\text{MnO}_2$

Одной из важнейших проблем современной радиоэкологии является поиск перспективных методов селективного сорбционного концентрирования опасных радионуклидов, прежде всего  $^{90}\text{Sr}$ , из объектов окружающей среды. Основная проблема в решении данной задачи состоит в сложности минерального состава объекта, из которого происходит выделение радионуклида. Так, при извлечении  $^{90}\text{Sr}$  из морской воды в системе присутствуют такие конкурирующие катионы, как  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ . Кроме того, в морской

воде существует ряд равновесий между сульфат- и бикарбонат ионами и ионами щелочноземельных металлов, включая радионуклиды стронция, осложняющих ионообменное равновесие ионит-раствор. Поэтому широко применяемые в процессе сорбционного извлечения  $^{90}\text{Sr}$  сорбенты, в данных условиях не могут быть применены в связи с их пептизацией и низкой селективностью целевого микрокомпонента на фоне макрокомпонентов.

В нашей работе были проведены сравнения сорбционных характеристик различных сорбционных материалов при извлечении опасного радионуклида –  $^{90}\text{Sr}$  морской воды в одинаковых условиях. В состав таковых были взяты как отечественные реагенты: сорбционно-реагентный материал сорбционно-реагентный материал СРМ-Sr, FMM – гидратированный магниевый манганит на волокнистой основе, композитный материал на резорцинолформальдегидной смолы с различным содержанием силиката бария, сорбенты типа бирнессита, силикат бария  $\text{BaSiO}_3 \cdot 2,3\text{H}_2\text{O}$  и алюмосиликат бария  $\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot 2,6\text{H}_2\text{O}$  (Институт химии ДВО РАН, РФ); DMT – гранулированный термически обработанный диоксид марганца, (Институт физической химии РАН, РФ); синтетический иванюкин  $\text{Na}_{0,98-1,51}\text{K}_{0,92-1,02}\text{Ca}_{0,00-0,04}[(\text{Ti}_{4,09-4,58}\text{Fe}_{0,00-0,02}\text{Si}_{2,92-2,95}\text{Al}_{0,05-0,08}\text{O}_{15,36-16,18})] \cdot (6-8)\text{H}_2\text{O}$  и SL-3 титаносиликат (ФИЦ Кольский научный центр РАН, РФ); Термоксид-ЗК – модифицированный гидратированный диоксид циркония, содержащий карбонат циркония (АО ПНФ «Термоксид», РФ); NPF-HTD – ферроцианид никеля-калия на основе гидратированного диоксида титана, MD-HTD – диоксид марганца на основе гидратированного диоксида титана, NPF-GL – ферроцианид никеля-калия на основе природного клиноптилолита Шивертуйского месторождения Забайкальского края России и NPF-CL – ферроцианид никеля-калия на основе кварцглауконитового концентрата Каринского месторождения Челябинской области России (УрФУ, РФ); МДМ (ООО НПП «Этос-Атом», РФ); так и зарубежные аналоги: кристаллический силикотитанат IE-911, TiIE-96 и синтетический шабазит IE-95 (UOP, Des Plaines, IL, США); кристаллический титанат натрия (TiNa) (Allied Signal, Des Plaines, IL, США); стирол-дивинилбензольная смола Duolite C-467 (Rohm&Haas, США); титаносиликат натрия TiSi-Na (Институте сорбции и проблем эндоэкологии НАН Украины, Украина); кристаллический силикотитанат STS  $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_3\text{SiO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (Department of Chemistry, Texas A&M University, США); чистая альгинатная пена и альгинатная пена иммобилизованная 10% цеолита (Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), South Korea); Ca-Mg фосфат на основе доломита (Институт общей и неорганической химии НАН Беларуси); сорбенты PD-1 ( $\text{Ca}_2\text{Mg}(\text{HPO}_4)_3 \cdot 8,7\text{H}_2\text{O}$ ); PD-2 ( $\text{CaMg}_{1,5}(\text{NH}_4)(\text{PO}_4)_2 \cdot 12,5\text{H}_2\text{O}$ ); PD-3 ( $\text{Ca}_{0,6}\text{Mg}_x(\text{PO}_4)_y(\text{HPO}_4)_{1,6-y}(\text{CaCO}_3)_{4,7}(\text{MgO})_{5,1-x} \cdot 7,8\text{H}_2\text{O}$ ) и монтмориллонит Черкасского месторождения и монтмориллонит Черкасского месторождений с осажденным на его поверхности  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  с массовой долей 5 % (Институт коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского НАН Украины, Украина), и, наконец, SZ-6 – анионное слоистое соединение  $(\text{NC}_4\text{H}_{12})(\text{NC}_2\text{H}_8)_2[\text{In}_3(\text{pydc})_6] \cdot 13,1\text{H}_2\text{O}$ , где  $\text{pydc} = 2,5$ -пиридиндикарбоновая кислота (aXi'an Research Institute of Hi-Technology, People's Republic of China).

Показано, что наиболее высокие коэффициенты распределения стронция из морской воды показывает сорбционно-реагентный материал на основе силиката бария СРМ-Sr вплоть до  $>10^5 \text{ см}^3/\text{г}$ , композитный материал на основе резорцинформальдегидной смолы вплоть до  $6 \cdot 10^4 \text{ см}^3/\text{г}$  и 15,4 – 28,2 масс. % силиката бария до силикат бария и алюмосиликат бария вплоть до  $8 \cdot 10^4 \text{ см}^3/\text{г}$ , а также кристаллический силикотитанат STS  $\text{Na}_2\text{Ti}_2\text{O}_3\text{SiO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  вплоть до  $2,2 \cdot 10^4 \text{ см}^3/\text{г}$  и сорбенты на основе бирнессита вплоть до  $2,2 \cdot 10^3 \text{ см}^3/\text{г}$  ( $\text{V}/\text{м}$ ,  $\text{мл}/\text{г} = 1000$ , состав модельной морской воды с составом ( $\text{мг}/\text{л}$ ):  $\text{Na}^+$  10290;  $\text{Mg}^{2+}$  1230;  $\text{Ca}^{2+}$  390;  $\text{K}^+$  380;  $\text{Sr}^{2+}$  7,4;  $\text{Cl}^-$  18510;  $\text{SO}_4^{2-}$  2590;  $\text{F}^-$  1,2;  $\text{Br}^-$  64;  $\text{HCO}_3^-$  133;  $\text{H}_3\text{BO}_3$  24; органический углерод 4). Остальные представленные сорбенты имеют значительно меньшие коэффициенты распределения стронция.

Определены ДОЕ и ПДОЕ сорбентов по стронцию. Полученные данные позволяют рассчитать количество сорбента, необходимое для обработки пробы морской воды заданного объема, для определения удельной активности радионуклидов стронция в морской воде.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 19-33-60007 (конкурс «Перспектива») и государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (темы: «Океанологические процессы» № 0827-2020-0003 и «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» № АААА-А18-118021350003-6, а также проекта Севастопольского государственного университета № 42-01-09/169/2021-7.

УДК 551.464.679+544.723

ГРНТИ 31.15.26 37.25.03.37.25.27

### **СУБМАРИННАЯ РАЗГРУЗКА КАРСТОВЫХ ВОД КАК ИСТОЧНИКА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ИЗОТОПОВ РАДИЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ ЮГО-ЗАПАДНОГО РАЙОНА КРЫМА**

Довгий И. И., Козловская О. Н., Бежин Н. А., Шибецкая Ю. Г., Чепыженко А. И., Тананаев И. Г.

*ФГБУН ФИЦ Морской гидрофизический институт Российской академии наук, г. Севастополь,*

*ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет, г. Севастополь,*

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская обл.,  
ФИЦ «Кольский научный центр РАН», г. Апатиты*

Приведены результаты изучения субмаринной разгрузки подземных вод в карстовой полости у м. Айя (Севастопольский регион), на основании данных о солёности и концентрации биогенных элементов оценены потоки субмаринных подземных вод и потоки биогенных элементов с субмаринными подземными водами. Показаны значительные различия в величинах потока, максимальные значения достигаются в зимний и весенний периоды, минимальные в летний и осенний.

**Ключевые слова:** субмаринная разгрузка, сезонная изменчивость, гидрофизические, гидрохимические параметры, биогенные элементы.

### **SUBMARINE KARSTIC SPRINGS AS A SOURCE OF NUTRIENTS AND RADIUM ISOTOPES IN THE BLACK SEA AT THE SOUTHWEST OF CRIMEA**

Dovgiy I. I., Kozlovskaya O. N., Bezhin N. A., Shibetskaya Yu. G., Chepyzhenko A. I., Tananaev I. G.

*Marine Hydrophysical Institute of the Russian Academy of Sciences, Sevastopol,*

*Sevastopol State University, Sevastopol,*

*OTI MEPhI, Ozersk Chelyabinsk region,*

*Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity*

The results of the study of submarine discharge of groundwater in the karst cavity at the m. Aya (Sevastopol region) are presented, on the basis of data on salinity and concentration of biogenic elements, the flows of submarine groundwater and flows of biogenic elements with submarine groundwater are estimated. Significant differences in the flow values are shown, the maximum values are reached in winter and spring, the minimum in summer and autumn.



*Keywords:* submarine unloading, seasonal variability, hydrophysical, hydrochemical parameters, biogenic elements.

Изучение субмаринной разгрузки подземных вод является одним из важнейших вопросов современной гидрогеологии и океанологии. Субмаринная разгрузка подземных вод (СРПВ) вносит значительный вклад в миграцию биогенных элементов в прибрежных районах. Многочисленные субмаринные источники известны в Средиземноморском регионе. Считается, что в Средиземноморском регионе субмаринная разгрузка является основным источником питательных веществ. Субмаринная разгрузка в Черном море изучена слабо. Описаны источники на юго-западном побережье Крымского полуострова, Румынии, многочисленные субмаринные источники известны на побережье Кавказа, обширная субмаринная депрессия находится у побережья Абхазии и формируется разгрузкой массива Арабика. Однако в сравнении Черноморского региона со Средиземноморским количество работ в изучении субмаринной разгрузки (СРПВ) невелико.

Обычно для изучения СРПВ проводят комплексные исследования. Для оценки потоков СРПВ и сопутствующих им растворенных веществ используются гидрологические параметры – температура и соленость, гидрохимические параметры – концентрация биогенных элементов, стабильных изотопов  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta^2\text{H}$ , природных радионуклидов –  $^{222}\text{Rn}$ , изотопы Ra. Для поиска новых источников СРПВ в последнее время широко используются методы дистанционного зондирования земли.

Исследуемый нами объект – карстовая полость, расположенная под скальным обрывом, у м. Айя на юго-западном побережье Крымского полуострова. Работы в исследуемом регионе проводились ранее, в данные о расходе СПВ в карстовых полостях были получены на основе данных солености и концентрации силикатов.

В отчетах международных проектов для изучения потоков субмаринных подземных вод широко используются радиотрассерные и изотопные методы. Выводы о СРПВ как источнике биогенных элементов в Средиземноморском регионе были сделаны на основании изучения баланса  $^{228}\text{Ra}$ , а также на основании корреляции между концентрацией изотопов радия и биогенных элементов.

Пространственное распределение  $^{226}\text{Ra}$  в Черном море изучалось в работах, данных о распределении  $^{228}\text{Ra}$  в Черном море чрезвычайно мало. Также приводилась концентрация  $^{228}\text{Ra}$  в Мраморном море.

Крымский полуостров является вододефицитным регионом, поэтому изучение баланса подземных вод, их состояния и взаимодействия с морскими водами является актуальной задачей. С практической точки зрения интерес представляет изучение возможности каптирования субмаринных источников, поскольку в ряде стран Средиземноморского бассейна показана экономическая целесообразность использования субмаринных подземных вод для хозяйственных нужд. Их разработкой занимается компания MarineTech.

В настоящей работе приведены результаты изучения сезонного изменчивости дебита субмаринного источника, выходящего из карстовых полостей в районе м. Айя, Севастопольский регион, а также потоков биогенных элементов с субмаринной разгрузкой подземных вод.

*Отбор проб.* Экспедиционные работы выполнялись в ходе прибрежных экспедициях на м. Айя 21 декабря 2018 г., 24 марта 2019 г., 10 сентября 2019, 23 февраля 2020 г., 19 июля 2020 г, а также 22-24 апреля 2019 г. в ходе 106 рейса на НИС «Профессор Водяницкий» (18 апреля – 13 мая 2019 г.).

*Работы в прибрежной экспедиции.* Были выполнены гидрологические измерения на 20-25 станциях в карстовой полости у м. Пелекетто и прилегающей к ней акватории, отобраны пробы для определения концентрации биогенных элементов (кремниевая кислота, растворенный неорганический фосфор, общий растворенный фосфор, аммоний, нитриты, нитраты) на 20 станциях. Отбор поверхностных проб для определения концентрации

биогенных элементов осуществлялся в пластиковые емкости объемом 125 мл. Пробы фильтровались через мембранные фильтры с диаметром пор 0,45 мкм (Владисарт) и анализировались в тот же день.

*Гидрологическая съемка.* Экспедиционные исследования выполнялись зондирующим биофизическим комплексом «Кондор» («НПП «Аквастандарт», ТУ 431230-006-00241904-2015; код ТН ВЭД ЕАЭС 9027 50 000 0. Декларация соответствия ЕАЭС N RU Д- RU.ЭМ03.А.00096/19. Погрешности измерения составляют: температуры  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ , солености  $\pm 0,01\%$ , скорости течения  $\pm 0,05$  м/с, направления течения  $\pm 3^{\circ}$ .

*Отбор проб пресной воды.* Отбор проб воды для определения концентрации биогенных элементов осуществлялся на роднике Айязма-Чокрак 29 сентября 2019 г. (координаты N44.47079 E33.64401; N44.47082 E33.64393). Отбор проб воды для определения объемной активности изотопов  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  (100 л) осуществлялся на роднике Деспита по дороге на перевал Байдарские ворота 19 августа 2019 г. (координаты N44.42201 E33.78410).

*Сорбционное концентрирование изотопов  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$ .* Извлечение изотопов  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{228}\text{Ra}$  проводили по методике с применением волокна собственного изготовления на основе  $\text{MnO}_2$ . При извлечении из проб объемом 200 л использовались две колонки с массой волокна по 5 г волокна.

Проведенные в 2019 г. (весна-осень) и 2020 г. (зима-лето) экспедиционные работы показали значительную изменчивость распределения гидрологических, гидрохимических и радиохимических параметров. В целом данное явление достаточно сложно, изменчивость распределения изучаемых параметров определяется следующими основными факторами: дебитом основного субмаринного источника; метеорологическими условиями проведения экспедиции; гидрологическими условиями в районе; сезонным характером интенсивности биогеохимических процессов в морской воде. В свою очередь дебит субмаринных источников определяется количеством атмосферных выпадений в районе образования подземных вод. Для проведения экспедиции выбирались безветренные дни, отсутствие ветрового и волнового воздействия уменьшало перемешивание легких пресных вод и более плотной морской воды. Данные профиля солености показывают, что подземные воды распространяются от источника слоем толщиной 0,5-1 м. Минимальные значения солености, определенные в кутовой части карстовой полости, составляют 11 ‰. Т.к. смешение происходит уже на выходе подземных вод из скального массива. Далее распресненный слой воды распределяется в прилегающей акватории и течением сносится в юго-восточном направлении. Указывается, что изменения в гидрологических и гидрохимических характеристиках поверхностных вод наблюдаются на расстоянии 0,8-1,2 км от выхода субмаринных вод. Комплексный анализ полученных результатов показывает, что минимальные значения потока субмаринных вод наблюдались в сентябре 2019 г., а максимальные в июне 2020 г. Для объяснения полученных результатов были проанализированы данные по выпадению осадков в области формирования подземных вод, образующих субмаринные источники – плато горы Ай-Петри. Время транзита подземных вод от района выпадения осадков до района разгрузки, измеренное индикаторными методами, составляет около 30 суток. Для установления наличия зависимости между количеством осадков по данным метеостанции на плато Ай-Петри и дебитом субмаринных источников, были определены количества осадков за месяц до проведения экспедиции. Количество осадков по данным метеостанции на плато Ай-Петри за месяц, предшествовавший проведению экспедиции составило: экспедиция 24.03.2019 – 68,8 мм (плюс поступление от таяния снежного покрова с 59 до 9 мм); экспедиция 10.09.2019 – 18 мм; экспедиция 23.02.2020 – 335 мм; экспедиция 19.07.2020 – 169 мм. Полученные значения в целом согласуются со средними значениями потоков субмаринных подземных вод. Наименьшие величины потоков были установлены в сентябре 2019 г., наиболее высокие – в феврале и июле 2020 г. Тем самым, были использованы различные гидрологические (соленость), гидрохимические (кремний, азот нитратный) и радиотрассерные (концентрация радия) методы определения потока субмаринной разгрузки в районе мыса Айя, в одном и мощных источников юго-западного

побережья Крыма. Показано, что в зависимости от сезона дебит составляет от 4,1 до 13,9 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Установлено значительное превышение концентрации биогенных элементов в очагах разгрузки с фоновыми значениями. Это подтверждает известный факт, что субмаринная разгрузка является важным путем поступления биогенных элементов в море. Мощность разгрузки соотносится с количеством осадков в местах формирования подземных вод на карстовом плато горы Ай-Петри.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации (тема «Прибрежные исследования» № 0555-2021-0005), а также Севастопольского государственного университета, идентификатор проекта 42-01-09/169/2021-7.

**УДК 543.054**  
**ГРНТИ 31.19**

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ТОРИЯ И УРАНА (VI) В ОКСАЛАТНОЙ СИСТЕМЕ**

Любимова Е. В., Корнилов А. С., Салахова А. Р., Копанева К. О.

*ФГУП «Российский Федеральный ядерный центр Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики», г. Саров*

*АО «Государственный научный центр – Научно-исследовательский институт атомных реакторов», г. Димитровград*

otd4@expd.vniief.ru

Исследованы зависимости растворимости оксалата уранила и степени осаждения оксалата тория от кислотности и концентрации оксалат-ионов. Определены условия максимального различия в растворимости оксалатов уранила и тория. Показана возможность селективного осаждения малорастворимого оксалата тория в присутствии избытка урана.

*Ключевые слова:* торий, уран, растворимость, щавелевая кислота, оксалат уранила, оксалат тория, селективное осаждение.

### **A STUDY ON THE BEHAVIOR OF THORIUM AND URANIUM (VI) IN THE OXALATE SYSTEM**

Lyubimova E. V., Kornilov A. S., Salakhova A. R., Kopaneva K. O.

*FSUE «Russian Federal Nuclear Center – All–Russia Research Institute of Experimental Physics», Sarov  
State Scientific Center – Research Institute of Atomic Reactors, Dimitrovgrad*

The dependences of uranyl oxalate solubility and degree of thorium oxalate precipitation on the acidity and ion concentrations are investigated. The conditions for the maximum difference in the solubility of uranyl oxalate and thorium oxalate are determined. The possibility of selective deposition of a slightly soluble thorium oxalate in the presence of excess uranium is revealed.

*Keywords:* thorium, uranium, solubility, oxalic acid, uranium oxalate, thorium oxalate, selective deposition.

Четырехвалентный уран по своим химическим свойствам весьма напоминает торий, вследствие близкого к торию значения ионного радиуса и аналогичного строения электронных оболочек. Торий и уран (IV) образуют нерастворимые фториды, оксалаты и другие

соединения. Напротив, в шестивалентном состоянии уран значительно отличается по растворимости некоторых своих соединений, прочностью координационных связей, способностью распределяться между водой и не смешивающимися с ней органическими растворителями, что и используется для разделения урана и тория [1, с. 132].

Известно [1, с. 132], что при осаждении оксалата тория в присутствии урана избытком щавелевой кислоты или оксалата аммония полнота разделения не достигается. Однако, анализ литературных данных по растворимости и комплексообразованию урана и тория в оксалатных системах [2, с. 18; 3, с. 124; 4, с. 235] позволяет предположить, что при определенных условиях можно осуществить успешное их разделение.

В работе исследованы зависимости растворимости оксалата уранила и степени осаждения оксалата тория от кислотности и концентрации оксалат-ионов, а также определены условия разделения урана и тория.

На рисунке 1 показано, что полное осаждение оксалата тория наблюдается в интервале кислотности 0,1 – 7,3 моль/л. Уран в этих условиях также обладает наименьшей растворимостью, и только на нижней и верхней границах интервала растворимость оксалата уранила равна 20–25 г/л.

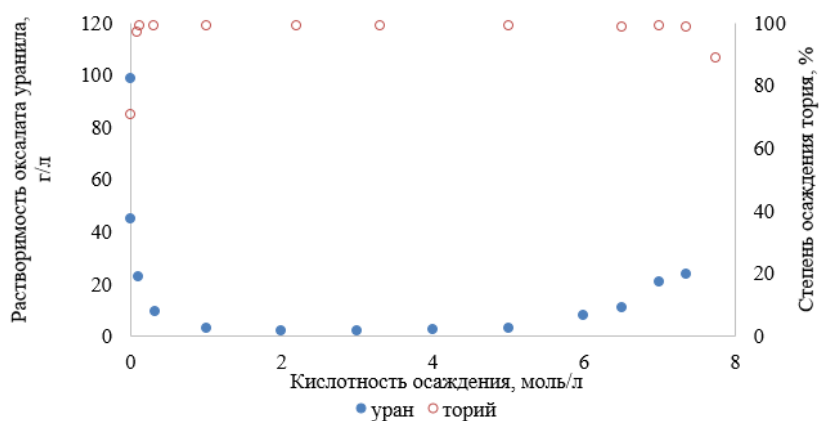


Рисунок 1 – Зависимости растворимости оксалата уранила и степени осаждения оксалата тория от кислотности

На рисунке 2 представлены результаты совместного осаждения оксалатов урана и тория из 7 моль/л  $\text{HNO}_3$  при различной концентрации щавелевой кислоты.

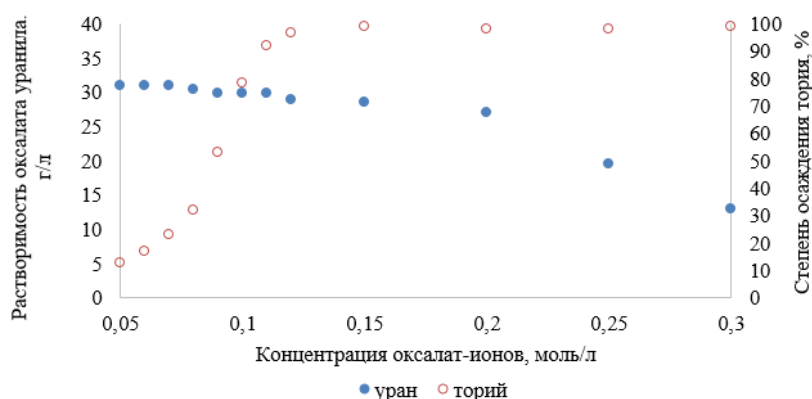


Рисунок 2 – Зависимость растворимости оксалата уранила и степени осаждения оксалата тория от концентрации щавелевой кислоты.  $[\text{HNO}_3]=7$  моль/л

Как следует из данных рисунка 2, количественно и селективно осадить торий можно при концентрации урана не более 28 – 29 г/л.

Аналогичная зависимость получена и при осаждении оксалатов урана и тория при кислотности 0,1 моль/л. Очевидно, что при большей исходной концентрации урана его избыток можно удалить из осадка промывками.

Следует отметить, что осаждение оксалатов урана и тория из 0,1 М и 7 М  $\text{HNO}_3$  имеет определенные недостатки: а) точное поддержание кислотности при осаждении из 0,1 М  $\text{HNO}_3$ ; б) образование большого количества сильноокислых маточных и промывных нитратных растворов при осаждении из 7 М  $\text{HNO}_3$ .

Авторами предложен способ разделения урана и тория, заключающийся в совместном осаждении оксалатов урана и тория в интервале кислотности 1 – 4 моль/л, с последующей отмывкой оксалатного осадка от урана щавелевой кислотой. Очевидно, что чем выше растворимость оксалата уранила в промывном растворе, тем выше эффективность промывок.

В таблице 1 представлены результаты промывок совместного осадка оксалатов уранила и тория растворами различного состава.

Таблица 1 – Промывка осадка оксалатов уранила и тория

[U], [Th] в промывке	Состав промывного раствора		
	7М $\text{HNO}_3$ + 0,55М $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	0,5 М $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	1 М $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$
[U], г/л	8	11	20
[Th], мг/л	15	0,4	1

Как видно из данных таблицы 1, наиболее эффективна промывка 1 моль/л щавелевой кислотой – за одну операцию из осадка удаляется наибольшее количество урана.

В таблице 2 приведены результаты разделения 20 г урана и 0,1 г тория, полученные по следующей методике: оксалаты урана и тория осаждали при кислотности 2 моль/л и концентрации щавелевой кислоты 0,5 моль/л, осадок отделяли от маточного раствора центрифугированием, промывали осадок 1 моль/л  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  до отсутствия урана в промывном растворе. Осадок оксалата тория растворяли в 8 моль/л  $\text{HNO}_3$  и определяли содержание тория и урана.

Таблица 2 – Результаты разделения 20 г урана и 0,1 г тория

Фракция	Объем, л	Содержание урана, г/л		Содержание тория, г/л	
		г/л	г	г/л	г
Исходный раствор	0,1	200	20	1	0,1
Маточный раствор	0,1	2	0,2	$2,5 \cdot 10^{-3}$	$0,25 \cdot 10^{-3}$
Промывки 1 М $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	1	19,8	19,8	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$
Маточный раствор + промывки	1,1	18,18	20	$1,14 \cdot 10^{-3}$	$1,25 \cdot 10^{-3}$
Осадок оксалата тория	–	–	$0,5 \cdot 10^{-3}$	–	$98,7 \cdot 10^{-2}$

Как следует из данных таблицы, из данной смеси выделено 98,7 % тория с содержанием урана 0,5%.

Дальнейшее концентрирование урана проводилось подкислением объединенного маточного раствора до кислотности 1 – 4 моль/л. При этом происходило осаждение оксалата уранила с выходом 89 – 90%. Доосаждение урана осуществлялось подщелачиванием объединенного маточного раствора и восстановлением U(VI) до U(IV) гидразингидратом. В этих условиях происходит осаждение гидроокиси U(IV). Остаточная концентрация урана в маточном растворе при этом равна 80 – 90 мг/л.

На основании вышеизложенных данных можно сделать следующие выводы:

1. Исследованы зависимости растворимости оксалата уранила и тория от кислотности и определены условия максимального различия в их растворимости.



2. Торий количественно осаждается с оксалатом уранила в интервале кислотности 0,1 – 7,3 моль/л.
3. При обработке совместного осадка оксалатов уранила и тория растворами щавелевой кислоты происходит селективное растворение оксалата уранила.
4. Разработан способ разделения урана и тория, заключающийся в совместном осаждении оксалатов урана(VI) и тория и последующем селективном растворении оксалата урана (VI) щавелевой кислотой с концентрацией 1 моль/л.

#### Библиографический список

1. Виноградов А.П., Алимарин И.П., Палей П.Н. Аналитическая химия тория– М.: Наука, 1960. – 296 с.
2. Виноградов А.П., Рябчиков Д.И., Сенявин М.М. Аналитическая химия урана. – М.: Наука, 1962. – 432 с.
3. Erten, H.N., Mohammed A.K., Choppin, G.R.: *Radiochim. Acta* 66/67, P. 123 – 128 (1994).
4. Leturcq, G., Costenoble, S., Grandjean, S.: *Croat. Chem. Acta* 39, P. 235 – 243 (1967).

УДК 544.076.32  
ГРНТИ 61.29.99

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГЕОМЕТРИИ ЭЛЕКТРОДОВ НА ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИЗА В СРЕДЕ ФТОРА

Степанов К. И., Нижегородов Д. С.

*Северский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Северск, Томская область*

skdota2@bk.ru

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

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

### INVESTIGATION OF THE DEPENDENCE OF THE GEOMETRY OF THE ELECTRODES ON THE ELECTROLYSIS PROCESS IN A FLUORINE MEDIUM

Stepanov K. I., Nizhegorodov D. S.

*STI NRNU MEPhI, Seversk*

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

*Keywords:* fluorine, electrolysis, fluorine production, anode-cathode pair, current, voltage, volt-ampere characteristic.

Фтор – один из самых химически активных элементов и является важной частью химической и ядерной промышленности во всем мире. Поэтому совершенствование

технологии получения фтора является актуальной задачей. В производственных условиях фтор получают среднетемпературным электролизом (СТЭ) расплава гидрофторида калия, который образуется при насыщении расплава  $\text{KF} \cdot 2\text{HF}$  фтороводородом. [1, с. 102]

На энергоёмкость процесса электролитического получения фтора, непроизводительные потери ценного реагента, фтороводорода, и содержание в получаемом фторе посторонних газообразных примесей в виде химических соединений фтора, водорода, кислорода и азота большое влияние оказывают нестабильность напряжения электролиза, анодная плотность, вольт-амперная характеристика, температура электролита и концентрация в нём фтороводорода. [2, с. 167]

Стабильность названных параметров зависит от многих факторов, таких как токовые нагрузки, расход охлаждающей воды, проходящей через электролизёр и ряда других, в том числе зависящих от индивидуальных особенностей каждого электролизёра (рис 1). Большое влияние на параметры электролиза оказывает также качество сборки анодов, зависящее от пористости и прочностных характеристик анодных пластин и контактного сопротивления на стыке токоподводящих штоков и пластин, в которые они ввинчиваются.

Вольт-амперная характеристика (ВАХ) – зависимость тока, протекающего через элемент цепи, от напряжения на этом элементе. На ВАХ влияют такие факторы как: кислотность, состав электролита, примеси, поверхность погружения анода в электролит, соотношение сторон анода и межэлектродное расстояние. [2, с. 176]

Анализ патентно-информационных источников позволил выявить несколько технических решений, позволяющих повысить надёжность электрического контакта токоподводящего штока к угольному аноду и при этом снизить удельное электрическое сопротивление материала анодной пластины. При разных режимах работы электролизёра было выявлено, что независимо от величины поверхности анодных пластин их параметры изменяются в достаточно широких пределах, поэтому для оценки эффективности работы анодов с разной конфигурацией поверхности при одинаковых токовых нагрузках сравниваются усреднённые параметры работы электролизёров - напряжение, температуры электролиза и концентрации электролита.

Общеизвестно, что ядерным горючим может служить не всякий уран, а лишь некоторые его изотопы, в первую очередь  $^{235}\text{U}$ . Разделение изотопов урана осложняется тем, что почти все современные методы разделения рассчитаны на газообразные вещества или летучие жидкости. Уран кипит при температуре около  $3500^\circ\text{C}$ . Исключительно летучее соединение урана – его гексафторид  $\text{UF}_6$ . Он закипает при  $56,2^\circ\text{C}$ . Поэтому разделяют не металлический уран, а гексафториды урана-235 и урана-238. По химическим свойствам эти вещества, естественно, не отличаются друг от друга. Процесс разделения их идет на стремительно вращающихся центрифугах. Разогнанные центробежной силой молекулы гексафторида урана проходят через мелкопористые перегородки: «легкие» молекулы, содержащие  $^{235}\text{U}$ , проходят сквозь них чуть быстрее «тяжелых». После разделения гексафторид урана превращают в тетрафторид  $\text{UF}_4$ , а затем и в металлический уран.

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

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

#### Библиографический список

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

УДК 544.076.32  
ГРНТИ 61.29.99

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ АНОДНО-КАТОДНОЙ ПАРЫ НА ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ ФТОРА СРЕДНЕТЕМПЕРАТУРНЫМ ЭЛЕКТРОЛИЗОМ В ЯДЕРНОХИМИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ

Степанов К. И., Нижегородов Д. С.

*Северский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Северск, Томская область*

kirill.koma@mail.ru

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

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

## INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF THE GEOMETRY OF THE ANODE-CATHODE PAIR ON THE PROCESS OF OBTAINING FLUORINE BY MEDIUM-TEMPERATURE ELECTROLYSIS IN THE NUCLEAR-CHEMICAL CYCLE

Stepanov K. I., Nizhegorodov D. S.

*STI NRNU MPhI, Seversk*

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

*Keywords:* fluorine, electrolysis, fluorine production, anode-cathode pair, current, voltage.

Фтор – один из самых химически активных элементов и является важной частью химической и ядерной промышленности во всем мире. Поэтому совершенствование технологии получения фтора является актуальной задачей. В производственных условиях фтор получают среднетемпературным электролизом (СТЭ) расплава гидрофторида калия, который образуется при насыщении расплава  $KF \cdot 2HF$  фтороводородом. [1, с. 102]

При ведении процесса важными показателями являются плотность тока и напряжение на электродах, потому что от них зависит выход конечного продукта, экономические показатели и долговечность оборудования. Вольт-амперная характеристика (ВАХ) — зависимость тока, протекающего через элемент цепи, от напряжения на этом элементе. На ВАХ влияют такие факторы как: кислотность, состав электролита, примеси, поверхность погружения анода в электролит, соотношение сторон анода и межэлектродное расстояние. [2, с. 176] Газообразный фтор используют для получения гексафторида урана ( $UF_6$ ), применяемого для разделения изотопов урана в ядерной промышленности, из  $UF_4$  и оксидов урана. Трифторид хлора  $ClF_3$  - фторирующий агент и мощный окислитель ракетного топлива; гексафторид серы  $SF_6$  - газообразный изолятор в электротехнической промышленности; фториды металлов (например, W и V) для получения металлов; фреоны - хорошие хладагенты, применяемые во многих областях атомной отрасли. В производственных условиях фтор получают среднетемпературным электролизом (СТЭ) расплава гидрофторида калия, который образуется при насыщении расплава  $KF \cdot 2HF$  фтороводородом. Для производства

элементного фтора в настоящее время в промышленных масштабах используют только среднетемпературный и высокотемпературный способы электролиза системы HF-KF. При ведении процесса важными показателями являются плотность тока и напряжение на электродах, потому что от них зависит выход конечного продукта, экономические показатели и долговечность оборудования. Анализ патентно-информационных источников позволил выявить несколько технических решений, позволяющих повысить надёжность электрического контакта токоподводящего штока к угольному аноду и при этом снизить удельное электрическое сопротивление материала анодной пластины. При разных режимах работы электролизёра было выявлено, что независимо от величины поверхности анодных пластин их параметры изменяются в достаточно широких пределах, поэтому для оценки эффективности работы анодов с разной конфигурацией поверхности при одинаковых токовых нагрузках сравниваются усреднённые параметры работы электролизёров - напряжение, температуры электролиза и концентрации электролита.

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

#### Библиографический список

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

УДК 546.05: 546.02: 544.016.2:54.052  
ГРНТИ 61.31.49

### СИНТЕЗ ГИДРОЛИТИЧЕСКИ УСТОЙЧИВОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ КАОЛИНА КЫШТЫМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ РАДИОНУКЛИДОВ $^{90}\text{Sr}$ И $^{137}\text{Cs}$

Шичалин О. О., Белов А. А, Азон С. А., Фёдорова О. В.,  
Кожевников А. В., Папынов Е. К., Тананаев И. Г.

*Дальневосточный федеральный университет, п. Аякс-10, о. Русский, г. Владивосток,  
Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ, г. Озёрск, Челябинская обл.,  
ООО «Кыштымский каолин», г. Кыштым, Челябинская обл.,  
ФИЦ «Кольский научный центр РАН», г. Апатиты*

Определена сорбционная ёмкость образцов природного каолина Кыштымского месторождения по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , равная 20 г/л и 30 мг/л, соответственно. Методами искрового плазменного спекания (ИПС) проведена 10-минутная высокоскоростная консолидация порошков природного каолина Кыштымского месторождения, содержащего  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$ , при 1000 °С. Полученные керамические образцы в упомянутых условиях обладают плотностью до 2.590 г/см<sup>3</sup>, дисперсия микротвердости по Виккерсу  $\mu\text{HV}=9.5\text{GPa}$ . Скорость выщелачивания  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$  из синтезированных керамических материалов на основе каолина находится в пределах  $10^{-4}$ - $10^{-6}$  г/см<sup>2</sup>·сутки, что отвечает требованиям ГОСТ Р 50926-96. Полученные материалы могут быть рекомендованы в качестве источников ионизирующего излучения на основе  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$  для производства на ФГУП «ПО «Маяк».

*Ключевые слова:* керамические матрицы, стеклокерамика, каолин, иммобилизация цезий-137, стронция-90, выщелачивание, искровое плазменное спекание

## SYNTHESIS OF HYDROLYTICALLY STABLE CERAMICS BASED ON KAOLIN FROM THE KYSHTYM DEPOSIT FOR THE IMMOBILIZATION OF RADIONUCLIDES $^{90}\text{Sr}$ AND $^{137}\text{Cs}$

Shichalin O. O., Papynov E. K., Belov A. A., Azon S. A., Fedorova O. V.,  
Kozhevnikov A. V. Tananaev I. G.

*Far Eastern Federal University, Ajax-10, Vladivostok,  
OTI MEPhI, Ozersk Chelyabinsk reg,  
Kyshtym Kaolin, Kyshtym Chelyabinsk reg,  
Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity*

The sorption capacity of samples of natural kaolin from the Kyshtym deposit with respect to  $^{137}\text{Cs}$  and  $^{90}\text{Sr}$ , equal to 20 g/l and 30 mg/l, respectively, was determined. A 10-minute high-speed consolidation of natural kaolin powders from the Kyshtym deposit containing  $^{137}\text{Cs}$  or  $^{90}\text{Sr}$  at 1000 °C was carried out by pulsed plasma sintering (IPS). The obtained ceramic samples under the mentioned conditions have a density of up to 2.590 g/cm<sup>3</sup>, the Vickers microhardness dispersion is  $\mu\text{HV}=9.5\text{GPa}$ . The leaching rate of  $^{137}\text{Cs}$  or  $^{90}\text{Sr}$  from synthesized ceramic materials based on kaolin is in the range of  $10^{-4}$ - $10^{-6}$  g/cm<sup>2</sup> \* day, which meets the requirements of GOST R 50926-96. The obtained materials can be recommended as ionizing radiation sources based on  $^{137}\text{Cs}$  or  $^{90}\text{Sr}$  for production at FSUE "PO "Mayak"

**Keywords:** ceramic matrices, glass ceramics, kaolin, immobilization of cesium-137, strontium-90, leaching, spark plasma sintering

Одним из приоритетных направлений экономического развития Российской Федерации является освоение Арктической зоны, обладающей уникальными залежами медно-никелевых и агрохимических руд, олова, платиноидов, редких и редкоземельных элементов, золота, алмазов, вольфрама, ртути, черных металлов, оптического сырья и поделочных камней [1]. Осуществлению добычи минерального сырья мешает развитие торговых путей и сопутствующей инфраструктуры по Северному морскому пути (СМП), по которому перевозится сегодня до 2,5 млн. тонн грузов в год. Рост требуемого грузопотока ведет к созданию гарантированной навигации за счет создания новых навигационных и радиомаяков, световых знаков и метеостанций. Действие упомянутой аппаратуры обеспечивается автономным электропитанием с применением электротехнических устройств - радиационных источников тока (РИТ). РИТы обеспечивают накопление и преобразование электрической энергии вдоль всего СМП от побережий Сахалина, Курильских островов, Чукотки и Саха-Якутии до островов Баренцева и Белого морей. Наиболее перспективными выступают РИТ на основе изотопов  $^{90}\text{Sr}$ . РИТ-90 представляет собой закрытый источник, в котором в качестве активной композиции используется керамический  $^{90}\text{SrTiO}_3$  или стронциевое боросиликатное стекло. Несмотря на защиту капсулы с активной зоной от внешних воздействий, сложившаяся система обращения с РИТ-90 не гарантирует обеспечение его физической защиты. Авария, несанкционированное извлечение или террористический акт могут привести к разрушению активной зоны РИТ, выбросу  $^{90}\text{Sr}$  во объекты окружающей среды, в том числе в морскую воду, с последующим вовлечением радионуклида в пищевую цепочку «донные микроорганизмы – водоросли - рыба». Поэтому действующая с 1991 г. программа «Совместное сокращение угрозы» Конгресса США рассматривает РИТы как угрозу распространения радиоактивных материалов для создания «грязной бомбы», а МАГАТЭ относит их к категории высокого риска [2]. Действительно, период полураспада  $^{90}\text{Sr}$  составляет 29 лет, а активность активной зоны РИТ-90 на момент изготовления - вплоть до 180 кКи, что оставляет опасным его действие в течение более 1000 лет.

Что же касается использования  $^{137}\text{Cs}$ , то он выступает активной зоной (сердечником) конструкционной основой радиоизотопных изделий в виде источников ионизирующего



излучения (ИИИ) закрытого типа, герметизированных в стальные контейнеры (капсулы) [3, 4]. Высокая диспергируемость, растворимость в воде и нестабильность фазового состояния при радиационном воздействии радиоактивного хлорида цезия явились причиной вывода данного материала из производства ИИИ по требованиям МАГАТЭ и КЯР [3, 5-7]. В рамках данных нормативных документов были сформулированы требования к организациям производителям ИИИ, осуществить разработку новых высококачественных материалов, которые могут служить альтернативой для замены  $^{137}\text{CsCl}$ . Дополнительное требование заключалось в модернизации или разработки современных технологий производства такой продукции.

С целью обеспечения безопасного использования автономных закрытых источников излучения и активных зон ИИИ с применением  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$  необходимо предложить для них новые недиспергируемые, механически прочные матрицы, обеспечивающие полную безопасность даже в случае аварии с последующим помещением в объекты окружающей среды, в том числе, в морскую воду.

По нашему мнению, основой данных матриц может выступить природный каолин Кыштымского месторождения. Месторождение расположено в пос. Каолиновый Челябинской области. Пробы Кыштымского месторождения показали себя как природная мелкозернистая осадочная горная порода каолинового состава в смеси минералов каолинита ( $\text{Al}_4[\text{Si}_4\text{O}_{10}](\text{OH})_8$ ) и кварца ( $\text{SiO}_2$ ) с незначительными включениями гидрослюд и шпатов мелкой дисперсностью (содержание частиц  $<0,01$  мм составляет 39,6 %). В ничтожном количестве в каолине присутствуют: тремолит, биотит, хлорит, гранат, карбонаты, турмалин, корунд и рутил. Кварц встречается как в виде кусков гальки (3–5 см), так и в виде мелких зерен размером от 2–3 мм до 10–15 мкм. Гидроксиды железа встречаются в виде тончайших пленок на кварце и пигментируют другие минералы, входящие в состав каолиновой массы. Примерное содержание минералов в каолине – сырьце: кварца – 50%, глинистых минералов – 37%, мусковита – 10,5%, гидроксидов железа – 1,0%, прочих – 1,5%. Химический состав представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав каолиновой глины Кыштымского месторождения

Содержание оксидов, %					
$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{TiO}_2$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	примесные
69,0-73,5	19,62-24,77	0,7-3,1	0,24-0,65	0,2-1,5	6,9-8,2

В первичных экспериментах была определена сорбционная ёмкость образцов природного каолина Кыштымского месторождения по отношению к  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ , равной 20 г/л и 30 мг/л, соответственно. Определение концентрации цезия в растворе проводили на атомно-абсорбционном спектрометре Thermo M Series (США).

В части технологического приёма иммобилизации упомянутых радионуклидов в керамическую матрицу перспективно использовать метод импульсного плазменного спекания (ИПС, или Spark Plasma Sintering «SPS») [8-9]. Основа ИПС подхода - консолидирование порошковых материалов за счет высокоскоростного разогрева и уплотнения, опережающих активный рост зерна. Ключевым отличием технологии ИПС от традиционных методов спекание частиц порошка является тот факт, что оно осуществляется за счет внутренней тепловой энергии материала, по сравнению с другими видами спекания, где необходимая энергия эффекта Джоуля сообщается материалу извне, что требует многочасовой выдержки. Синтез матриц проводили методом ИПС, путем консолидации порошков на установке SPS-515S фирмы “Dr.Sinter·LABTM” (Япония), согласно общему подходу: 4 г порошка помещали в графитовую пресс-форму (рабочий диаметр 15мм), подпрессовывали (давление 20.7 МПа), далее заготовку помещали в вакуумную камеру ( $10^{-5}$  атм), затем спекали. Разогрев спекаемого материала осуществляли униполярным низковольтным импульсным током в режиме On/Off, с периодичностью 12 импульсов / 2 паузы, т.е. длительность пакета импульсов составляла 39.6 мс и пауза 6.6 мс. Температуру ИПС процесса контролировали с помощью оптического

пирометра (нижний предел определения 575 °С), сфокусированного на отверстие, расположенного на середине плоскости внешней стенке пресс-формы глубиной 5.5 мм. Пресс-форму оборачивали в теплоизолирующую ткань для снижения потерь тепла при разогреве. Геометрические размеры полученных образцов матриц цилиндрического типа: диаметр 15, высота 4-10 мм (в зависимости от режимов спекания). Образец керамической матрицы, консолидирующей  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$ , и его микроструктура приведены на рис. 1.

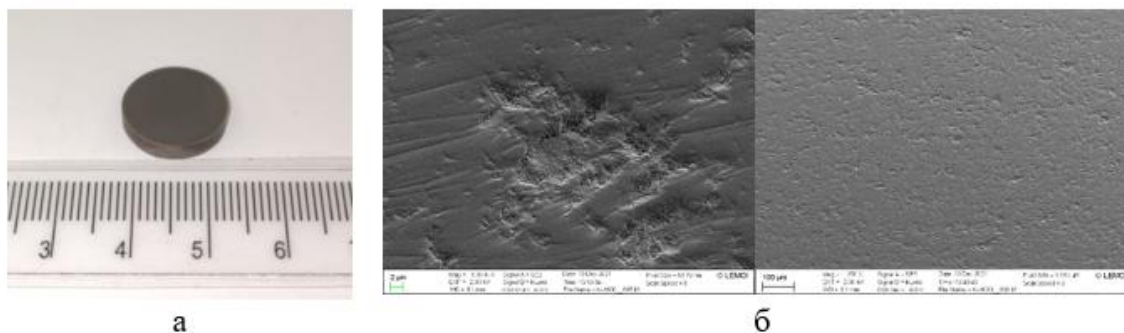


Рисунок 1 – Керамическая матрица на основе природного каолина (а), содержащей  $^{137}\text{Cs}$ , и его микроструктура (б)

Показано, что морфология поверхности всех образцов керамики имеет схожие особенности. Отмечено, что ИПС консолидация сопровождается плотной упаковкой и активным спеканием частиц исходных веществ. Изображения структуры исследуемых материалов были получены методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) на приборе Carl Zeiss CrossBeam 1540 XB (Германия).

На рис. 2 приведены РФА образцов каолина и его смеси с  $\text{SrCO}_3$ , введенного для повышения прочности матрицы. Показано, что в процессе спекания при 1000 °С каолин переходит в кристаллические муллит и кристобалит, тогда как смесь каолина с  $\text{SrCO}_3$  – в смесь алюмосиликатов стронция. Идентификацию фаз полученных образцов осуществляли с помощью рентгенофазового анализа  $\text{CuK}\alpha$ -излучение, Ni-фильтр, средняя длина волны ( $\lambda$ ) 1,5418 Å, диапазон углов съёмки 10–80°, шаг сканирования 0,02°, скорость регистрации спектров – 5 °/мин на многоцелевом рентгеновском дифрактометре "D8 Advance Bruker AXS" (Германия).

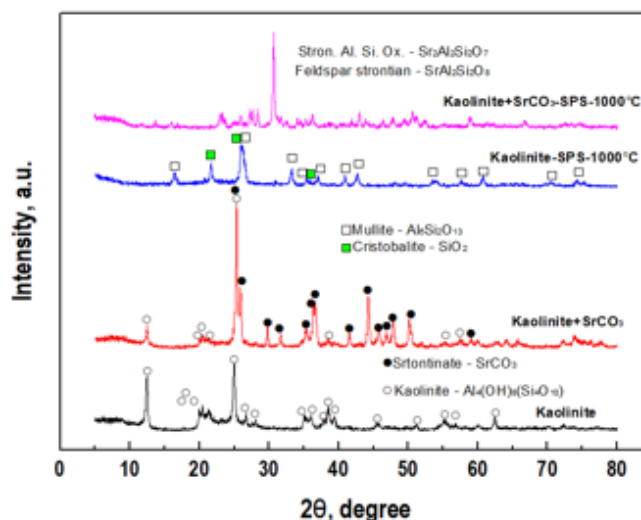


Рисунок 2 – РФА образцы каолина и его смеси с  $\text{SrCO}_3$  до и после спекания: каолин (снизу - вверх на кривых, 1); смесь каолина с  $\text{SrCO}_3$  (2); матрицы каолина и его смесь с  $\text{SrCO}_3$  после спекания при 1000 °С (3 и 4, соответственно).

Согласно результатам оценки гидролитической устойчивости полученных керамических матриц, содержащих до 28,5 масс.%  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$  показано, что значения скорости выщелачивания для всех образцов в условиях длительного контакта с дистиллированной водой находятся в пределах  $10^{-4}$ - $10^{-5}$  г/см<sup>2</sup>·сутки.

#### Библиографический список

1. [Электронный ресурс] <http://www.arktika-antarktida.ru/arktikapolisk.shtml>
2. [Электронный ресурс] <http://bellona.ru/2005/04/02>
3. Шичалин О.О., Папынов Е.К., Белов А.А., Главинская В.О., Номеровский А.Д., Кайдалова Т.А., Азарова Ю.А., Гридасова Е.А., Тальских К.Ю., Голуб А.В., Фёдорова О.В., Тананаев И.Г. Радиационно безопасные керамоматричные композиции как активные зоны источников ионизирующего излучения на основе  $^{137}\text{Cs}$  // Вопросы радиационной безопасности -2019. - № 1 –С. 36-42
4. Алой А.С., Баранов С.В., Логунов М.В. Источники гамма-излучения с цезием-137: свойства, производство, применение. – Озерск: ПО "Маяк", 2013. – 231 с.
5. Сытин В.П., Теплов Ф.П., Череватенко Г.А. Радиоактивные источники ионизирующих излучений. – М.: Энергоатомиздат, 1984.
6. Council N.R. Radiation Source Use and Replacement: Abbreviated Version / The National Academies Press, Washington, DC. – 2008. – doi:10.17226/11976.
7. Irradiators I.B. Nuclear Regulatory Commission Public Meeting on Cesium Chloride Uses // Including Blood Irradiators. – 2018. – С. 1–7
8. Шичалин О.О., Папынов Е.К., Тананаев И.Г. и др. Синтез микрокристаллического цеолита Na-A и гидролитически устойчивой керамики на его основе для иммобилизации  $^{90}\text{Sr}$  // Вопросы радиационной безопасности. – 2020. – № 1 -С. 45-54
9. Шичалин О.О., Папынов Е.К., Белов А.А., Главинская В.О., Номеровский А.Д., Кайдалова Т.И., Азарова Ю.А., Гридасова Е.А., Тальских К.Ю., Голуб А.В., Сухорада А.Е., Тананаев И.Г. Радиационно-безопасные керамоматрические композиции как активные зоны источников ионизирующего излучения на основе  $^{137}\text{Cs}$  // Вопросы радиационной безопасности -2019.- № 1 –С. 36-42

# ЭКОЛОГИЯ И РАДИОЭКОЛОГИЯ

УДК 617.7-001.32

ГРНТИ 76.29.56

## РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ ГЛАУКОМЫ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ ПО «МАЯК»

Азизова Т. В., Брагин Е. В., Григорьева Е. С.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

clinic@subi.su

В результате анализа зависимости доза-эффект в когорте работников ПО «Маяк», подвергшихся хроническому профессиональному облучению, на основе линейной модели была обнаружена статистически значимая линейная зависимость заболеваемости НТГ от суммарной дозы внешнего гамма-облучения как без поправки (ИОР/Зв составил 0,85 (95% ДИ: 0,18 – 2,39)), так и с поправкой (ИОР/Зв составил 0,82 (95% ДИ: 0,19 – 2,21)) на дозу нейтронного облучения. Не обнаружено статистически значимой зависимости заболеваемости ПОУГ и ПЗУГ в изучаемой когорте работников от суммарной дозы внешнего гамма-облучения

*Ключевые слова:* ионизирующее излучение, хроническое облучение, первичная открытоугольная глаукома, первичная закрытоугольная глаукома, нормотензивная глаукома, риск заболеваемости глаукомой.

## INCIDENCE RISK FOR SUBTYPES OF PRIMARY GLAUCOMA IN THE COHORT OF MAYAK PA WORKERS

Azizova T. V., Bragin E. V., Grigoryeva E. S.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

A significant linear association of normal-tension glaucoma (NTG) with the cumulative gamma-ray dose from external exposure was found in the result of a dose-response analysis that considered Mayak PA workers chronically occupationally exposed to ionizing radiation. The NTG association with gamma dose was significant regardless of an adjustment for neutron exposure: unadjusted for neutron dose ERR/Sv was 0.85 (95% CI: 0.18 – 2.39), adjusted for neutron dose ERR/Sv was 0.82 (95% CI: 0.19 – 2.21). There were no significant associations of primary open-angle glaucoma and primary angle-closure glaucoma with the cumulative gamma-ray dose from external exposure in the study worker cohort.

*Keywords:* ionizing radiation, chronic exposure, primary open-angle glaucoma, normal-tension glaucoma, glaucoma incidence risk.

*Введение:* Термином «глаукома» обозначается ряд различных по этиологии и патогенезу заболеваний глаза, объединенных общим симптомокомплексом: нарушение циркуляции водянистой влаги, приводящей к нарушению ее оттока; повышение внутриглазного давления (ВГД); ишемия или гипоксия головки зрительного нерва; глаукомная оптическая нейропатия; дегенерация (апоптоз) ганглиозных клеток сетчатки [13, с. 323–326.]. Глаукома может развиваться в любом возрасте, начиная с рождения, но распространенность ее увеличивается с увеличением возраста [8, с. 262–267.].

Различают врожденную глаукому, первичную глаукому взрослых и вторичную глаукому. Среди первичной глаукомы в зависимости от патоморфологических и клинических особенностей различают открытоугольную (ПОУГ) и закрытоугольную (ПЗУГ) глаукому. Также, среди случаев ПОУГ выделяют как отдельный клинический тип глаукому с нормальным или пониженным ВГД, т.н. «нормотензивную глаукому» (НТГ).

Вопрос о влиянии ионизирующего излучения на развитие глаукомы остается открытым. В нескольких исследованиях было показано, что при радиотерапии на область глаза у пациентов, как осложнение развивается неоваскулярная глаукома [10, с. 40; 11, с. 21; 2, с. 199–206; 12, с. 599–605.]. Напротив, исследования, проводившиеся среди лиц, подвергшихся профессиональному облучению в малых дозах, не выявили повышенного риска глаукомы [6, с. 183–187; 7, с. 7; 5, с. 21]. Несколько исследований были посвящены анализу заболеваемости глаукомой среди лиц, переживших атомную бомбардировку в Японии. Ямада с соавт. продемонстрировал статистически значимое снижение заболеваемости глаукомой при увеличении дозы облучения [15, с. 32]. В результате исследования Киучи с соавт. (2013) было рассчитано отношение шансов при 1 Гр, которое составило 1,31 только для первичной открытоугольной нормотензивной глаукомы, хотя для других типов глаукомы статистически значимой связи с дозой облучения не выявлено [4, с. 422–430].

*Цель исследования:* Целью настоящего исследования являлась оценка риска заболеваемости отдельными типами первичной глаукомы (ПОУГ, ПЗУГ, НТГ) в когорте работников ПО «Маяк», подвергшихся хроническому облучению.

*Материалы и методы:* В изучаемую когорту были включены все работники, впервые нанятые на один из основных заводов ПО «Маяк» (реакторы, радиохимический и плутониевый заводы) в 1948 – 1982 гг., и наблюдавшиеся до конца 2018 г. (22377 работников; 25,4% – женщины). Средний возраст работников на момент найма составил 24,9 лет (стандартное отклонение, СО = 7,5). Средняя продолжительность работы на предприятии была 17,9 лет (СО = 14,1).

Для достижения целей исследования на основании медико-дозиметрической базы данных (БД) «Клиника» [1, с. 449–458] были идентифицированы все случаи глаукомы в изучаемой когорте работников (942 случая). Большинство случаев (716 случаев; 76,0%) приходилось на долю первичной глаукомы; из них 92 случая (9,8%) НТГ, 678 случаев (72,0%) ПОУГ и 38 случаев (4,0%) ПЗУГ. В результате ретроспективной экспертизы и верификации был подтвержден 571 (79,7%) случай первичной глаукомы. В исследование были включены только подтвержденные случаи первичной глаукомы.

*Дозиметрия:* В исследовании использованы поглощенные дозы внешнего гамма- и нейтронного излучения дозиметрической системы работников «Маяка» – 2008 г. («ДСРМ – 2008») [3, с. 366–378]. В «ДСРМ-2008» доступны поглощенные дозы на 18 органов, но, к сожалению, отсутствует доза на глаз. Поэтому в настоящем исследовании была использована индивидуальная поглощенная доза равномерного гамма-излучения на глубине 10 мм в точке ношения дозиметра –  $H_p(10)$  эквивалент (далее обозначен как «доза внешнего гамма-облучения») и индивидуальная поглощенная доза нейтронного излучения на глубине 10 мм в месте ношения дозиметра –  $H_p(10)_n$  эквивалент (далее обозначен как «доза внешнего нейтронного облучения») [14]. Средняя суммарная доза внешнего гамма-излучения у мужчин составила  $0,54 \pm 0,76$  Зв, у женщин –  $0,44 \pm 0,65$  Зв, а средняя суммарная поглощенная доза нейтронного излучения  $H_p(10)_n$  –  $0,034 \pm 0,080$  Зв и  $0,033 \pm 0,092$  Зв соответственно.

*Статистический анализ:* Статистический анализ включал оценку относительного риска (ОР) для категорий из одной или нескольких переменных с поправкой на другие переменные. ОР рассчитывался по методу максимального правдоподобия с помощью модуля «AMFIT» программы «EPICURE» [7, с. 171–188]. 95% доверительные интервалы для оценок относительного риска и р-значений для проверки статистической значимости были получены с помощью методов правдоподобия, используя модуль «AMFIT».



Был проведен категориальный анализ и анализ зависимости доза-эффект с помощью метода Пуассоновской регрессии, с использованием модуля «AMFIT» программы «EPICURE». Избыточный относительный риск на единицу дозы (ИОР/Зв), описывался с помощью линейного тренда от суммарной дозы внешнего гамма-облучения с поправкой (с помощью стратификации) на нерадиационные факторы (пол, достигнутый возраст, когорта рождения) и нейтронную дозу.

*Результаты:* На первом этапе исследования был проведен анализ ОР заболеваемости НТГ в зависимости от дозы внешнего гамма-облучения. Было показано, что ОР заболеваемости НТГ был статистически значимым только у работников, подвергшихся внешнему гамма-облучению в дозе более 1,0 Зв и составил 2,59 (95% ДИ: 1,45 – 4,71). Была выявлена статистически значимая линейная зависимость заболеваемости НТГ от дозы внешнего гамма-излучения, как с поправкой (ИОР/Зв составил 0,82 (95% ДИ: 0,19 – 2,21)), так и без поправки (ИОР/Зв составил 0,85 (95% ДИ: 0,18 – 2,39)) на дозу нейтронного облучения. При лаггировании величина оценки риска и доверительные интервалы незначительно менялись, но риск оставался статистически значимым.

В дальнейшем был проведен анализ ОР заболеваемости ПОУГ и ПЗУГ в изучаемой когорте работников в зависимости от суммарной дозы внешнего гамма-облучения. ОР заболеваемости ПОУГ и ПЗУГ в изучаемой когорте работников были статистически незначимыми во всех дозовых категориях. Используя линейную модель с поправками на нерадиационные факторы (пол, достигнутый возраст, когорта рождения) и нейтронную дозу, был проведен анализ зависимости риска заболеваемости ПОУГ и ПЗУГ в изучаемой когорте работников от суммарной дозы внешнего гамма-облучения.

В результате анализа не обнаружено статистически значимой зависимости заболеваемости ПОУГ и ПЗУГ в изучаемой когорте работников от суммарной дозы внешнего гамма-облучения; ИОР/Зв составил 0,03 (95% ДИ: -0,11 – 0,22) и -0,10 (95% ДИ: n/a – 0,73), соответственно. Исключение поправки на дозу нейтронного излучения и лаггирование не оказывали влияния на полученный результат. Полученные данные хорошо согласуются с результатами других исследований [Kiuchi, Y., Yokoyama, T., Takamatsu, M., Tsuiki, E., Uematsu, M., Kinoshita, H., Kumagami, T., Kitaoka, T., Minamoto, A., Neriishi, K., Nakashima, E., Khattree R., Hida, A., Fujiwara, S. and Akahoshi, M. Glaucoma in Atomic Bomb Survivors. Radiat. Res. 180, 422–430 (2013)].

Таким образом, при анализе заболеваемости различными типами первичной глаукомы в когорте работников ПО «Маяк», подвергшихся хроническому облучению, была обнаружена статистически значимая линейная зависимость заболеваемости НТГ от суммарной дозы внешнего гамма-облучения как без поправки, так и с поправкой на дозу нейтронного облучения.

#### Библиографический список

1. Azizova TV, Day RD, Wald N, Muirhead CR, O'Hagan JR, Sumina MV, Belyaeva ZD, Druzhinina MB, Teplyakov II et al and Vlasenko EV (2008) The "Clinic" medical-dosimetric database of Mayak production association workers: structure, characteristics and prospects of utilization. Health Phys 94: 449–458
2. Dieckmann K, Georg D, Zehetmayer M, Bogner J, Georgopoulos M, Potter R. LINAC based stereotactic radiotherapy of uveal melanoma: 4 years clinical experience. Radiother Oncol 2003; 67(2):199–206
3. Khokhryakov VV, Khokhryakov VF, Suslova KG, Vostrotin VV, Vvedensky VE, Sokolova AB, et al (2013) Mayak Worker Dosimetry System 2008 (MWDS-2008): Assessment of internal alpha-dose from measurement results of plutonium activity in urine. Health Phys 104: 366–378
4. Kiuchi, Y., Yokoyama, T., Takamatsu, M., Tsuiki, E., Uematsu, M., Kinoshita, H., Kumagami, T., Kitaoka, T., Minamoto, A., Neriishi, K., Nakashima, E., Khattree R., Hida, A., Fujiwara, S. and Akahoshi, M. Glaucoma in Atomic Bomb Survivors. Radiat. Res. 180, 422–430 (2013)

5. Little, M.P. *et al.* Occupational radiation exposure and glaucoma and macular degeneration in the US radiologic technologists. *Sci Rep* 8, 10481, [https://doi.org/ 10.1038/s41598-018-28620-6](https://doi.org/10.1038/s41598-018-28620-6) (2018).
6. Lodi V, Fregonara C, Prat F, D'elia V, Montesi M, Badiel R, Ocular hypertonia and crystalline lens opacities in healthcare workers exposed to ionizing radiation. *Arh hig rada toksikol* 1999; 50(2): 183–187
7. Prokofyeva, E., Zrenner, E., Epidemiology of Eye Diseases Leading to Blindness. *Ophthalmic Res* 2012; 47: 171–188, <https://doi.org/10.1159/000329603>.
8. Quigley HA, Broman AT. Number of people with glaucoma worldwide in 2010 and 2020. *Br J Ophthalmol* 2006; 90:262–267.
9. Scurti D, L'Abbate N, Capozzi D, Lofrumento R, Crivellini S, Ambrosi L. Ocular hypertension in radiologists and radiology technicians. *Med Lav* 1992; 83(4):330–7
10. Shields CL, Cater J, Shields JA, Chao A, Krema H, Materin M, Brady LW. Combined plaque radiotherapy and transpupillary thermotherapy for choroidal melanoma: tumor control and treatment complications in 270 consecutive patients. *Arch Ophthalmol* 2002; 120(7):933–40
11. Shields CL, Shields JA, Cater J, Othmane I, Singh AD, Micaily B. Plaque radiotherapy for retinoblastoma: long-term tumor control and treatment complications in 208 tumors. *Ophthalmology* 2001; 108(11):2116–21
12. Takeda A, Shigematsu N, Suzuki S, Fujii M, Kawata T, Kawaguchi O, et al. Late retinal complications of radiation therapy for nasal and paranasal malignancies: relationship between irradiated-dose area and severity. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1999; 44(3):599–605.
13. Thylefors B, Negrel AD: The global impact of glaucoma. *Bull World Health Organ* 1994; 72: 323–326.
14. Vasilenko EK, Scherpelz RI, Gorelov MV, Stram DJ, Smetanin MY. External dosimetry reconstruction for Mayak workers. 2010. AAHP Special Session Health Physics Society Annual Meeting.
15. Yamada M, Wong FL, Fujiwara S, Akahoshi M, Suzuki G, Noncancer disease incidence in atomic bomb survivors, 1958–1998. *Radiat Res*; 2004; 161(6): 622–32.

УДК 613.6.027  
ГРНТИ 76.33.37

## ОСТРАЯ ЛУЧЕВАЯ БОЛЕЗНЬ В КОГОРТЕ РАБОТНИКОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

Азизова Т. В., Тельнов В. И., Мосеева М. Б.

ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область

[clinic@subi.su](mailto:clinic@subi.su)

Радиационные аварии являются редким событием, однако, возможность их возникновения полностью не исключена в связи с широким использованием источников ионизирующего излучения в промышленности, энергетике, медицине, а также ввиду угрозы ядерного терроризма. Создан и поддерживается регистр острой лучевой болезни в когорте работников, подвергшихся профессиональному облучению. Представлена описательная характеристика регистра.

**Ключевые слова:** острая лучевая болезнь, радиационная авария, ионизирующее излучение, работники ПО «Маяк»

## ACUTE RADIATION SYNDROME IN THE COHORT OF WORKERS OCCUPATIONALLY EXPOSED TO RADIATION

Azizova T. V., Telnov V. I., Moseeva M. B.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

Radiation accidents are rare, however, their probability cannot be completely excluded due to the wide spread use of ionizing radiation sources in industry, power engineering, medicine as well as nuclear terrorism threat. Acute radiation syndrome register for the cohort of workers occupationally exposed to radiation has been created and maintained. Register has been described.

**Keywords:** acute radiation syndrome, radiation accidents, ionizing radiation, Mayak workers

Производственная деятельность ПО «Маяк» началась 19 июня 1948 г. [1]. Напряженная работа по получению плутония проводилась в исключительно неблагоприятных условиях. Ядерные реакторы, радиохимический и плутониевый заводы проектировались с таким расчетом, чтобы все опасные процессы протекали за надежной биологической защитой и управлялись дистанционно [1, 2]. Тем не менее, не только во время их пуска и наладки, но и в первые годы эксплуатации, как и на любом новом производстве, возникали неполадки в оборудовании, нарушение технологических коммуникаций, отказы контролирующих приборов, поэтому некоторые работники подверглись облучению в высоких дозах.

Согласно данным отдела радиационной безопасности ПО «Маяк», полученным из актов расследования радиационных аварий и аварийных ситуаций, а также данным, полученным из архивных первичных медицинских историй, хранящихся в Южно-Уральском институте биофизики, в начальный период деятельности (1948–1968 гг.) на ПО «Маяк» произошло 23 радиационных аварии (таблица 1), во время которых работники подверглись кратковременному облучению высокой мощности [3], из них четыре аварии сопровождались самоподдерживающейся цепной реакцией и мощным гамма-нейтронным облучением персонала. В результате радиационных аварий у 77 человек был зарегистрирован так называемый «исторический» диагноз острой лучевой болезни (ОЛБ), т.е. диагноз, поставленный врачом в прошлые годы при непосредственном наблюдении пациента. Следует отметить, что помимо указанных в таблице 1 радиационных аварий на ПО «Маяк» имели место и другие аварийные ситуации, но они не приводили к облучению персонала в высоких дозах.

Таблица 1 – Характеристика радиационных аварий на ПО «Маяк», во время которых работники подверглись кратковременному облучению высокой мощности

Календар- ный год	Число аварий	Число человек с «историческим» диагнозом ОЛБ		Число человек с верифицированным «историческим» диагнозом ОЛБ		Смертельные случаи	
		Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины	Мужчины	Женщины
1950 г.	4	4	—	3	—	—	—
1951 г.	3	19	—	13	—	1	—
1952 г.	1	1	—	1	—	—	—
1953 г.	5	24	1	17	1	2	—
1954 г.	3	3	—	2	—	—	—
1955 г.	3	7	—	4	—	—	—
1957 г.	1	3	8	1	5	—	1
1958 г.	1	3	1	3	1	3	—
1963 г.	1	1	—	1	—	—	—
1968 г.	1	2	—	2	—	1	—
Всего	23	67	10	47	7	7	1

В конце 1990-х гг. был создан регистр случаев ОЛБ в когорте работников ПО «Маяк» [4–7] для внесения первичных медицинских и дозиметрических данных, касающихся острого облучения и перенесенной ОЛБ. После сбора всей архивной первичной информации была проведена ретроспективной экспертиза клинико-лабораторных данных с целью верификации «исторического» диагноза ОЛБ. В результате экспертизы из 77 «исторических» диагнозов ОЛБ была подтверждена у 54 (70,1%) работников (таблица 2). У 23 человек с зарегистрированной в прошлые годы ОЛБ легкой степени тяжести «исторический» диагноз не подтвержден, при этом 18 человек были выделены в отдельную группу – «участники аварии», когда стресс, обусловленный аварийной ситуацией, мог приводить к стрессовым симптомам, которые нельзя было отличить от минимальных радиационных эффектов с какой-либо степенью определенности, а в 5 случаях провести экспертизу «исторического» диагноза было невозможно из-за отсутствия или недостаточной полноты первичных клинико-лабораторных данных (утрачены медицинские книжки, либо истории болезни).

Таблица 2 – Распределение пациентов в зависимости от степени тяжести ОЛБ (в скобках представлено число умерших от ОЛБ)

Группы	Мужчины	Женщины	Всего
По степени тяжести ОЛБ			
Крайне тяжелая	6(6)	1(1)	7(7)
Тяжелая	4(1)	2	6(1)
Средняя	8	1	9
Легкая	29	3	32
Всего случаев ОЛБ	47	7	54
Участники аварии без ОЛБ	15	3	18
Участники аварии без данных	5	0	5
Все члены регистра ОЛБ	67(7)	10(1)	77(8)

В таблице 3 представлена полнота первичной информации, собранной для работников, включенных в регистр ОЛБ, на основе актуализированной БД «Радиационные аварии на ПО «Маяк»» и медико-дозиметрической БД «Клиника» по состоянию на 31 декабря 2020 г.

Таблица 3 – Характеристика полноты основной первичной информации, содержащейся в регистре ОЛБ

Первичные данные	Работники, на которых имеется первичная информация, %
Описание аварии:	
Дата и место аварии	100,0
Характеристики острого облучения (продолжительность и дозы)	80,0
Клинические данные:	
Признаки, симптомы и лечение в течение первых 90 дней после острого облучения	96,0
Показатели периферической крови за весь период наблюдения	100,0
Артериальное давление за весь период наблюдения	100,0
Биохимические данные за весь период наблюдения	82,7
Показатели костного мозга за весь период наблюдения	69,7
Анализ хромосомных aberrаций за весь период наблюдения	19,7
Перенесенные заболевания за весь период наблюдения	100,0
Жизненный статус	83,1
Причины смерти	100,0

По состоянию на 31 декабря 2020 г. жизненный статус был известен для 64 (83,1%) человек; 13 (16,9%) человек выпали из-под наблюдения и их жизненный статус неизвестен

(это работники, выехавшие из г. Озерск на другое постоянное место жительства). Из 64 человек с известным жизненным статусом 6 (9,4%) человек были живы, их средний возраст составил 84,5 лет, а 58 (90,6%) человек умерли. Причина смерти известна у всех умерших (таблица 4). Первое место в структуре причин смерти у мужчин занимали болезни системы кровообращения (БСК); второе – злокачественные новообразования (ЗНО); третье – внешние причины (ВП), в том числе ОЛБ, и в единственном случае – болезни органов пищеварения. У женщин причинами смерти в порядке убывания были ЗНО, БСК и ВП.

Таблица 4 – Структура причин смерти у умерших работников, включенных в регистр ОЛБ

Причины смерти	Мужчины		Женщины		Всего	
	п	%	п	%	п	%
ЗНО	11	22,0	3	37,5	14	24,1
БСК	28	56,0	3	37,5	31	53,5
БОП	1	2,0	–	–	1	1,7
ВП, в том числе ОЛБ	10 7	20,0 14,0	2 1	25,0 12,5	12 8	20,7 13,8
Всего	50	100,0	8	100,0	58	100,0

Установлено, что при крайне тяжелой степени ОЛБ основной причиной смерти в 100% случаев являлась ОЛБ; при тяжелой степени тяжести ОЛБ – ЗНО (60%) и ОЛБ (20%) (таблица 5). При ОЛБ средней и легкой степени тяжести, а также у участников радиационных аварий и аварийных ситуаций без ОЛБ, структура причин смерти была близка к общепопуляционным значениям [8]. Учитывая, что 90,6% членов регистра ОЛБ умерли, была оценена продолжительность жизни (ПЖ) после острого облучения. Анализ показал, что средняя ПЖ у лиц крайне тяжелой (7 человек) и тяжелой (6 человек) степени ОЛБ, составившей 13 дней и 24 года соответственно, была статистически значимо ниже ПЖ у лиц средней (9 человек) и легкой (32 человека) степени ОЛБ, составившей 45 и 38 лет соответственно.

Таблица 5 – Структура причин смерти у работников с разной степенью тяжести ОЛБ

Степень тяжести ОЛБ	ЗНО		БСК		БОП		ВП				Всего	
							ОЛБ		Прочие			
	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%	п	%
Крайне тяжелая	—	—	—	—	—	—	7	100,0	—	—	7	100,0
Тяжелая	3	60,0	1	20,0	—	—	1	20,0	—	—	5	100,0
Средняя	1	20,0	4	80,0	—	—	—	—	—	—	5	100,0
Легкая	8	32,0	15	60,0	1	4,0	—	—	1	4,0	25	100,0
Все случаи ОЛБ	12	28,6	20	47,6	1	2,4	8	19,0	1	2,4	42	100,0
Участники аварии без ОЛБ	2	12,5	11	68,8	—	—	—	—	3	18, 7	16	100,0
Все	14	24,1	31	53,4	1	1,7	8	13,8	4	7,0	58	100,0

Таким образом, в результате актуализации регистра ОЛБ уточнены и дополнены данные о радиационных авариях на ПО «Маяк», демографическая и медицинская информация на участников этих аварий. Несмотря на то, что радиационные аварии являются редким событием, возможность их возникновения полностью не исключена в связи с широким использованием источников ионизирующего излучения в промышленности, медицине, а также ввиду угрозы ядерного терроризма. Созданный регистр позволит решать научные и практические задачи, связанные с острым облучением.

#### Библиографический список

1. Круглов А.К. Как создавалась атомная промышленность в СССР. – 2-е изд., испр. – М.: ЦНИИАтоминформ, 1995. 380 с.



2. Никипелов Б.В., Лызлов А.Ф., Кошурникова Н.А. Опыт первого предприятия атомной промышленности (уровни облучения и здоровье персонала) // Природа. – 1990. – №2. – С. 30–38. 10.
3. Азизова Т.В., Сумина М.В., Семенихина Н.Г., Дружинина М.Б., Григорьева Е.С., Стеценко Л.А., Василенко Е.К. Регистр острой лучевой болезни // Вопросы радиационной безопасности. – 2007. – № 3. – С.78–83.
4. Азизова Т.В., Сумина М.В., Беляева З.Д., Дружинина М.Б., Семенихина Н.Г., Стеценко Л.А., Григорьева Е.С., Крупенина Л.Н. Структура и характеристика медико-дозиметрической базы данных «Клиника» // Вопросы радиационной безопасности. – 2006. – Спецвыпуск 2. – С. 55–65.
5. Азизова Т.В., Семенихина Н.Г., Дружинина М.Б., Сумина М.В., Пестерникова В.С., Осовец С.В. Детерминированные эффекты острого аварийного облучения в когорте рабочих ПО «Маяк» // Сибирский медицинский журнал. – 2003. – Т. 18. – № 5. – С. 72–77.
6. Azizova T.V., Okladnikova N.D., Sumina M. V., Pesternikova V. S., Osovets S.V., Druzhinina M. B., Semenichina N.G., Wald N., Day R., Claycamp H. G. Deterministic effects of occupational exposures in the Mayak nuclear workers cohort // Book of abstracts. 11th International Congress of the International radiation protection Association, 23–28 May 2004. – Madrid, Spain: IRPA, 2004. – P. 27.
7. Azizova T.V., Sumina M.V., Druzhinina M.B., Belyaeva Z.D., Semenikhina N.G., Grigoryeva E.S. Occupational diseases resulting from exposure to ionizing radiation // Proceedings of ICON 2006 Congress, June 11–16 2006. – Milan, Italy: ICON. – CD-ROM.
8. Тельнов В.И. Третьяков Ф.Д., Окатенко П.В. Потерянные годы потенциальной жизни в когорте работников ПО «Маяк» 1948–1958 годов найма // Вопросы радиационной безопасности. – 2014. – №3. – С. 46–60.

УДК 61

ГРНТИ 76.29.49

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАДИАЦИОННЫХ И НЕРАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА РИСК ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ РАКОМ КОЖИ

Банникова М. В.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России, клинический отдел,  
г. Озёрск, Челябинская область*

clinic@subi.su

Риск заболеваемости основными гистологическими типами немеланомного рака кожи изучен в когорте работников российского ядерного предприятия ПО «Маяк», подвергшихся профессиональному пролонгированному облучению с низкой мощностью дозы. В изучаемой когорте работников было показано, что заболеваемость отдельных гистологических типов рака кожи зависела от таких нерадиационных факторов, как пол, достигнутый возраст, возраст найма на предприятие, тип производства, уровень образования. Обнаружен статистически значимый повышенный риск заболеваемости базально-клеточным раком кожи у работников, подвергшихся профессиональному облучению в суммарной дозе более 2,0 Гр.

*Ключевые слова:* немеланомный рак кожи, относительный риск, базальноклеточный рак, плоскоклеточный рак, профессиональное хроническое облучение, когорты работников ПО «Маяк», заболеваемость.

## SKIN CANCER INCIDENCE ASSOCIATION WITH RADIATION AND NON-RADIATION FACTORS

Bannikova M. V.

*Southern Urals Biophysics Institute, Clinical Department, Ozersk*

The incidence risk of main types of non-melanoma skin cancers was assessed in workers of the Russian nuclear facility – Mayak Production Association (PA), who had been occupationally exposed to ionizing radiation at low dose rates during prolonged periods. Incidence of some certain histological types of skin cancer in the study worker cohort was found to be associated with non-radiation factors, such as sex, attained age, age at hire, type of facility, education level. The significantly increased risk was found for basal cell skin cancer incidence in workers occupationally exposed to ionizing radiation at cumulative doses above 2.0 Gy.

**Keywords:** non-melanoma skin cancer, relative risk, basal cell cancer, squamous cell cancer, occupational chronic radiation exposure, Mayak worker cohort, incidence.

### Введение

Злокачественные новообразования (ЗНО) кожи, включают меланому кожи (МК), и немеланомные раки кожи (НМРК). Основными гистологическими типами НМРК являются базально-клеточный рак (БКР), плоскоклеточный рак (ПКР) и рак придатков кожи [1, с. 8-29; 13 с.201]. БКР – наиболее распространенный рак среди лиц «белой расы»; и заболеваемость БКР неуклонно растет в последние десятилетия. Эпидемиологические исследования БКР затруднены, поскольку большинство раковых регистров не включают случаи НМРК, и, в первую очередь, БКР [1, с.8-29; 9, с.1-258]. Основными факторами, способствующими развитию ЗНО кожи, являются пол, возраст, генетическая предрасположенность, особенности фенотипа кожи, ультрафиолетовое облучение (УФО) и др. [8, с.1005-1011; 4, с.45-60; 10, с.549-554; 3, с.612-625]. Показан повышенный риск ЗНО кожи в когортах лиц, подвергшихся различным видам облучения [14, с.828-834; 11, с.531-539; 5, с.862-869; 7, с.56-69]. Целью настоящего исследования являлась оценка риска заболеваемости основными гистологическими типами НМРК в зависимости от нерадиационных факторов в когорте работников ПО «Маяк», подвергшихся профессиональному пролонгированному облучению с низкой мощностью дозы.

### Материал и методы

Это исследование является ретроспективным когортным исследованием. Изучаемая когорта включала всех работников производственного объединения (ПО) «Маяк», впервые нанятых на один из основных заводов в период с 1 января 1948 г. по 31 декабря 1982 г., не зависимо от пола, возраста, национальной принадлежности, профессии, продолжительности работы и других характеристик, – 22377 человек (25,4% – женщины).

Период наблюдения за когортой начинался от даты найма на один из основных заводов и продолжался до первого из следующих событий: даты установления диагноза ЗНО кожи; даты смерти; 31 декабря 2018 г. для живых работников, проживающих в г. Озерск (резиденты); даты «последней медицинской информации» для работников-резидентов с неизвестным жизненным статусом и для тех работников, кто выехал из г. Озерск (мигранты).

Средний возраст на момент найма на ПО «Маяк» у мужчин составил  $24,11 \pm 7,13$  лет ( $\pm$  стандартное отклонение) и у женщин –  $27,32 \pm 7,97$  лет. К концу периода наблюдения жизненный статус известен для 95,4 % членов когорты; 67,2% из них умерли и 32,8% живы. Средний возраст на момент смерти у мужчин составил  $62,30 \pm 13,75$  лет, у женщин –  $72,06 \pm 12,61$  лет, а средний возраст тех, кто жив –  $67.54 \pm 9.12$  и  $75.82 \pm 8.57$  лет соответственно.

В настоящем исследовании были оценены риски заболеваемости отдельными гистологическими типами НМРК (БКР и ПКР).

В этом исследовании использованы поглощенные в коже дозы внешнего гамма-излучения дозиметрической системы работников «Маяка»-2013 («ДСРМ-2013») [12]. Средняя суммарная поглощенная в коже доза внешнего гамма-излучения у мужчин составила  $0,53 \pm 0,76$  Гр, у женщин –  $0,42 \pm 0,64$  Гр.

### **Статистический анализ**

Настоящий анализ был ограничен периодом проживания в г. Озерск, т.к. информация о заболеваниях, результатах ежегодного обследования кожи и нерадиационных факторах была недоступной для мигрантов после их выезда из г. Озерск. Сравнение проводилось внутри изучаемой когорты работников ПО «Маяк». Из исследования были исключены 43 работника (в том числе 1 случай БКР), подвергшиеся острому гамма-нейтронному облучению высокой мощности, приведшему к развитию острой лучевой болезни, 1 работник с установленным диагнозом БКР до найма на ПО «Маяк», и 698 работников, у которых отсутствовала медицинская информация в связи с потерей медицинских карт.

Дальнейший анализ включал оценку относительного риска (ОР) для категорий из одной или нескольких переменных с поправкой на другие переменные. ОР рассчитывался по методу максимального правдоподобия с помощью модуля «AMFIT» программы «EPICURE» [6, с.33-65]. 95% доверительные интервалы для оценок относительного риска и р-значения для проверки статистической значимости были получены с помощью методов максимального правдоподобия, используя модуль «AMFIT».

На первом этапе было изучено влияние нерадиационных факторов на заболеваемость ЗНО кожи, а затем – влияние внешнего гамма-облучения с учетом нерадиационных факторов.

Основной анализ радиогенного риска включал расчет относительных рисков (ОР) для отдельных категорий суммарной поглощенной в коже дозы внешнего гамма-излучения ( $< 0,05$ ;  $0,05 - 0,10$ ;  $0,10 - 0,50$ ;  $0,50 - 1,00$ ;  $1,00 - 2,00$ ;  $\geq 2,00$  Гр) относительно референс-категории  $< 0,05$  Гр.

### **Результаты**

В изучаемой когорте работников за весь период наблюдения были зарегистрированы 295 (84,8%) случаев БКР в течение 588026 человеко-лет наблюдения, 48 (13,8%) случаев ПКР в течение 590616 человеко-лет наблюдения и 5 (1,4%) случаев раков придатков кожи.

Заболеваемость БКР и ПКР у женщин была статистически значимо ниже при сравнении с мужчинами (ОР=0,75 95% ДИ: 0,59, 0,96 и ОР=0,58 95% ДИ: 0,30, 1,1 соответственно). Заболеваемость БКР и ПКР увеличивалась с увеличением достигнутого возраста, как у мужчин, так и у женщин. Заболеваемость БКР у мужчин, впервые нанятых на ПО «Маяк» в возрасте 30 лет и старше, была статистически значимо ниже при сравнении с теми, кто был нанят в возрасте моложе 20 лет. Не выявлено статистически значимого влияния календарного периода установления диагноза, календарного периода найма на предприятие, типа производства и продолжительности работы на заболеваемость БКР и ПКР в изучаемой когорте работников, как у мужчин, так и у женщин. Не обнаружено влияния курения и употребления алкоголя на заболеваемость БКР и ПКР в изучаемой когорте работников. Заболеваемость БКР у мужчин с высшим образованием и высоким социальным статусом была статистически значимо выше при сравнении с мужчинами, имеющими среднее образование.

Категориальный анализ показал, что заболеваемость БКР была повышенной во всех категориях суммарных доз внешнего гамма-облучения (за исключением  $0,05 - 0,10$  Гр) при сравнении с референс-категорией (суммарная доза  $0 - 0,05$  Гр), но статистически значимые оценки риска выявлены только у работников, подвергшихся профессиональному внешнему гамма-облучению в суммарных дозах более 2,0 Гр (ОР=2,57 95% ДИ: 1,57, 4,21). Риск заболеваемости ПКР был ниже 1,0 во всех категориях суммарных доз внешнего гамма-облучения, но оценки риска были статистически незначимыми.

Результаты настоящего анализа зависимости заболеваемости БКР и ПКР от нерадиационных факторов хорошо согласовывались с результатами предыдущего

исследования НМРК и результатами, полученными в других исследованиях [10, с.549-554, 2, с.8-24].

### Заключение

Результаты исследования показали, что заболеваемость БКР и ПКР зависела от пола, достигнутого возраста, возраста найма на предприятие, типа производства, уровня образования, и не зависела от календарного периода найма, календарного периода установления диагноза, продолжительности работы, статуса употребления алкоголя и курения. Обнаружен статистически значимый повышенный риск заболеваемости БКР у работников, подвергшихся профессиональному облучению в суммарной дозе более 2,0 Гр, (ОР=2,57 95% ДИ: 1,57, 4,20) при сравнении с референс-категорией (суммарная доза 0 – 0,05 Гр).

### Библиографический список

1. Дерматоонкология (злокачественные новообразования кожи, первичные лимфомы кожи. Под ред. Кунгурова Н. В. Издательско-поли-графическое предприятие «Макс-Инфо», 2016, с.8-29
2. Azizova TV et al. Risk of malignant skin neoplasms in a cohort of workers occupationally exposed to ionizing radiation at low dose rates, PloS One, 2018, 13 (10), P.8-24
3. Bauer A, Diepgen TL and Schmitt J. Is occupational solar ultraviolet irradiation a relevant risk factor for basal cell carcinoma? A systematic review and meta-analysis of the epidemiological literature British Journal of Dermatology. 2011; 165; P.612–625. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2133.2011.10425.x> PMID: 21605109
4. Gandini S, Sera F, Cattaruzza MS, Pasquini P, Picconi O, Boyle P, et al. Meta-analysis of risk factors for cutaneous melanoma: II. Sun exposure. European Journal of Cancer. 2005; 41; P.45–60. <https://doi.org/10.1016/j.ejca.2004.10.016> PMID: 15617990
5. Lee T, Sigurdson AJ, Preston DL, Cahoon EK, Freedman DM, Simon SL, et al. Occupational ionizing radiation and risk of basal cell carcinoma in US radiologic technologists (1983–2005). Occup Environ Med. 2015; 72; P.862–869. <https://doi.org/10.1136/oemed-2015-102880> PMID: 26350677
6. Preston D, Lubin J, Pierce D, McConney M. Epicure Users Guide. Hirosoft, Seattle, WA; 1993; P.33-65
7. Pukkala E et al. Incidence of cancer among Nordic airline pilots over five decades: occupational cohort study., BMJ, 2002, volume 325, P.56-69
8. Rastrelli M, Tropea S, Rossi CR and Alaibac M: Melanoma: epidemiology, risk factors, pathogenesis, diagnosis and classification. In Vivo. 2014; 28; P.1005–1011. PMID: 25398793
9. Risk of solid cancers following radiation exposure: Estimates for the UK population. Report of the Independent Advisory Group on Ionising Radiation Doc HPA, RCE-19, 2011; P. 1–258 ([www.gov.uk/government/publications/radiation-risk-of-solid-cancers-following-exposure](http://www.gov.uk/government/publications/radiation-risk-of-solid-cancers-following-exposure)).
10. Shore RE (2001) Radiation induced skin cancer in humans. Medical and Pediatric Oncology 36; P.549–554, <https://doi.org/10.1002/mpo.1128>, PMID: 11340610
11. Sugiyama H, Misumi M, Kishikawa M, Iseki M, Yonehara S, Hayashi T, et al. Skin cancer incidence among atomic bomb survivors from 1958 to 1996. Radiat Res. 2014; 181(5); P.531–539. <https://doi.org/10.1667/RR13494.1> PMID: 24754560
12. Vasilenko EK, Scherpelz RI, Gorelov MV, Strom DJ, Smetanin MY. External Dosimetry Reconstruction for Mayak Workers. AAHP Special Session Health Physics Society Annual Meeting, 2010. [http://www.hps1.org/aaHP/public/AAHP\\_Special\\_Sessions/2010\\_Salt\\_Lake\\_City/pm-1.pdf](http://www.hps1.org/aaHP/public/AAHP_Special_Sessions/2010_Salt_Lake_City/pm-1.pdf)
13. World Health Organization (2011) ICD-10 International statistical classification of diseases and related health problems, 10th revision, volume 2, 2010 edition. Geneva:WHO, P.201
14. Yoshinaga S, Hauptmann M, Sigurdson AJ, Doody MM, Freedman DM, Alexander BH, et al. Nonmelanoma skin cancer in relation to ionizing radiation exposure among U.S. radiologic technologists. Int. J. Cancer. 2005; 115; P.828–834. <https://doi.org/10.1002/ijc.20939> PMID: 15704092

УДК 616  
ГРНТИ 26.29.30

## ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ

Брикс К. В., Азизова Т. В.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

clinic@subi.su

Статья посвящена оценке риска заболеваемости артериальной гипертензией (АГ, I10 код МКБ-10) в когорте работников радиационно-опасного предприятия. Обнаружены статистически значимые зависимости заболеваемости АГ от пола, индекса массы тела (ИМТ) и артериального давления (АД), зарегистрированных на предварительном медицинском осмотре как у мужчин, так и у женщин; а также от злоупотребления алкоголем и достигнутого возраста у мужчин изучаемой когорты.

*Ключевые слова:* артериальная гипертензия, заболеваемость, радиационно-опасное предприятие, относительный риск, производственное объединение «Маяк».

## HYPERTENSION RISK FACTORS

Briks K. V., Azizova T. V.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

The paper describes assessment of an incidence risk of hypertension (ICD-10 code I10) in a cohort of workers of a radiation-hazardous facility. Hypertension incidence was found be significantly associated with sex, body mass index (BMI) and blood pressure (BP) registered at a pre-employment health check-up in both males and females; and with alcohol consumption and age in males of the study cohort.

*Keywords:* hypertension, incidence, radiation-hazardous facility, relative risk, Mayak Production Association

### Введение

Известно, что в мире артериальной гипертензией (АГ) страдают более 1 млрд жителей [6, p. 37]. Распространенность АГ среди взрослого населения составляет 30 – 45%. Установлено, что к 2025 г. число больных АГ увеличится на 15 – 20% и достигнет почти 1,5 млрд [5, p. 235]. Более того, АГ является одним из ключевых модифицируемых факторов риска развития болезней системы кровообращения и их осложнений – острого нарушения мозгового кровообращения, ишемической болезни сердца, сердечной недостаточности, сахарного диабета, почечной недостаточности [1, с. 21; 2, с. 704; p. 1246].

### Материалы и методы

Это исследования является ретроспективным когортным исследованием. Изучаемая когорта включала работников ФГУП «Производственное объединение «Маяк» (далее ПО «Маяк»), впервые нанятых на предприятие атомной промышленности в период 1948 – 2016 гг. Численность когорты составила 8078 человек, из них 23,1 % – женщины. Преобладающее большинство работников (более 70 %) начали трудовую деятельность на предприятии в возрасте моложе 30 лет; продолжительность работы в среднем составила 19,8 лет, стандартное отклонение (СО) – 12,8 лет. Период наблюдения за когортой начинался от даты найма на ПО «Маяк» и продолжался до первого из следующих событий: даты установления диагноза; даты смерти; 31 декабря 2018 г. для тех, кто был жив в это время; даты «последней медицинской



информации» для работников с неизвестным жизненным статусом и мигрантов (работников, выехавших из г. Озерск на другое постоянное место жительства). По состоянию на 31 декабря 2018 г. жизненный статус установлен для 97,7% членов когорты; из них на эту дату 45,6% работников умерли и 54,4% были живы. Средний возраст на момент смерти у мужчин был равен 60,9 (СО – 13,7) лет; у женщин – 70,5 (СО – 13,2) лет; а средний возраст тех, кто был жив на конец 2018 г., составил 57,8 (СО – 16,7) лет (мужчины) и 64,4 (СО – 16,7) лет (женщины).

В рамках настоящего исследования была проведена оценка относительного риска (ОР) заболеваемости артериальной гипертензией (АГ) в зависимости от различных нерадиационных факторов риска. Оценки ОР рассчитывались с помощью пуассоновской регрессии с использованием модуля AMFIT программы EPICURE [3, р. 1]. 95% доверительные интервалы и р-значения для проверки статистической значимости были рассчитаны с помощью методов максимального правдоподобия, используя модуль «AMFIT». Все критерии статистической значимости были двусторонними. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты исследования

По состоянию на 31.12.2018 г. в изучаемой когорте было зарегистрировано 2995 случаев АГ.

ОР заболеваемости АГ был статистически значимо ниже у женщин изучаемой когорты по сравнению с мужчинами (ОР = 0,90; 95% ДИ 0,83; 0,98).

Риск заболеваемости АГ был на 29% выше у мужчин изучаемой когорты старше 70 лет при сравнении с работниками в возрасте 60 – 70 лет (ОР = 1,29; 95% ДИ 1,00; 1,63).

У работников изучаемой когорты (оба пола) с повышенным ИМТ ( $\geq 25$  кг/м<sup>2</sup>) ОР заболеваемости АГ был почти в 1,5 раза выше по отношению к тем, у кого ИМТ был в пределах нормы (ОР = 1,40; 95% ДИ 1,26; 1,56 для мужчин и ОР = 1,61; 95% ДИ 1,39; 1,86 для женщин).

Повышенный уровень АД ( $\geq 140/90$  мм рт. ст.), зарегистрированный на предварительном медосмотре, был связан с повышенным риском заболеваемости АГ в будущем (ОР = 1,87% 95% ДИ 1,66; 2,10 для мужчин и ОР = 1,59% 95% ДИ 1,28; 1,94 для женщин).

В изучаемой когорте у мужчин, злоупотребляющих алкоголем, риск заболеваемости АГ был статистически значимо выше по сравнению с непьющими работниками (ОР = 1,25; 95% ДИ 1,07; 1,46).

### Выводы

В результате проведенного анализа было обнаружено повышение риска заболеваемости АГ в изучаемой когорте работников в зависимости от пола, ИМТ и АД, зарегистрированных на предварительном медицинском осмотре как у мужчин, так и у женщин; а также от злоупотребления алкоголем и достигнутого возраста у мужчин изучаемой когорты.

### Библиографический список

1. Пушкарев, Г. С. 10-летний риск сердечно-сосудистой смерти в зависимости от традиционных и психосоциальных факторов риска в популяции мужчин 25-64 лет / Г. С. Пушкарев, В. А. Кузнецов, Е. В. Акимова // Уральский медицинский журнал. – 2019. – № 7. – С. 21–27.
2. Десятилетний риск сердечно-сосудистой смерти в зависимости от традиционных и психосоциальных факторов риска среди женщин 25-64 лет г. Тюмени / Г. С. Пушкарев, В. А. Кузнецов, Е. В. Акимова, А. Д. Лежняякова // Уральский медицинский журнал. – 2020. – № 7. – С. 70–79.
3. Epicure users guide / D. Preston, J. Lubin, D. Pierce, M. McConney. – Seattle, WA: Hirosoft, 1993. – 196 p.

4. Associations between midlife vascular risk factors and 25-year incident dementia in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) cohort / R. F. Gottesman, M. S. Albert, A. Alonso [et al.] // JAMA neurology. – 2017. – Vol. 74, № 10. – P. 1246–1254.
5. Hypertension and cardiac arrhythmias: executive summary of a consensus document from the European Heart Rhythm Association (EHRA) and ESC council on Hypertension, endorsed by the Heart Rhythm Society (HRS), Asia-Pacific Heart Rhythm Society (APHRS), and Sociedad Latinoamericana de Estimulación Cardíaca y Electrofisiología (SOLEACE) / G. Y. H. Lip, A. Coca, T. Kahan [et al.] // European Heart Journal–Cardiovascular Pharmacotherapy. – 2017. – Vol. 3, № 4. – P. 235–250.
6. Worldwide trends in blood pressure from 1975 to 2015: a pooled analysis of 1479 population-based measurement studies with 19·1 million participants / B. Zhou, J. Bentham, M. Di. Cesare [et al.] // The Lancet. – 2017. – Vol. 389, № 10064. – P. 37–55.

**УДК 502.3**  
**ГРНТИ 87.15.03**

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПЕСТИЦИДОВ И ПРОБЛЕМЫ ИХ МОНИТОРИНГА В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Голоднова Л. В., Сотник Н. В.

*ЦЗЛ ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,  
г. Озёрск, Челябинская область*

l-golodnova@yandex.ru

Пестициды – это химические средства защиты растений. Экологические последствия использования пестицидов, их неблагоприятное влияние на здоровье человека известны и продолжают изучаться. Одним из мероприятий, направленных на обеспечение безопасного применения этих веществ, является контроль за содержанием остаточных количеств препаратов в сельскохозяйственной продукции, продуктах питания, кормах, внешней среде. В связи с этим большое внимание уделяется разработке методов качественного и количественного определения пестицидов в окружающей среде.

*Ключевые слова:* пестициды, 2,4-Д, линдан, ДДТ, методы определения пестицидов в воде.

## **ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF PESTICIDE USE AND PROBLEMS OF THEIR MONITORING IN ENVIRONMENTAL OBJECTS**

Golodnova L. V., Sotnik N. V.

*FSUE “Mayak PA”, Ozersk*

Pesticides are chemicals used to protect plants. The environmental consequences of pesticide use and their adverse effects on human health are known and continue to be studied. One of the events aimed to provide the safe use of these substances is the control over the content of residual amounts of drugs in agricultural products, food, feed, and the environment. So much attention is paid to the development of methods for the qualitative and quantitative determination of pesticides in the environment.

*Keywords:* pesticides, 2,4-D, lindane, DDT, methods for the determination of pesticides in water.

Пестицидами называют химические или биологические препараты, используемые человеком для борьбы с вредителями, сорняками, эктопаразитами домашних животных, переносчиками заболеваний человека, различными грибами [8, 9]. Согласно [4] пестициды принято делить на 7 основных групп: инсектициды, гербициды, репелленты, фунгициды, регуляторы роста, аттрактанты, хемотрепеллизаторы.

Пестициды являются необходимым компонентом современного народного хозяйства. Вместе с тем, их применение связано с целым рядом проблем, которые можно разделить на несколько основных категорий: развитие устойчивости у вредителей, возрождение вредителей и вторичные всплески их численности, рост затрат, нежелательное воздействие на окружающую среду [11]. Кроме того, в водных экосистемах отрицательные последствия использования пестицидов более выражены, чем в наземных экосистемах [11]. Пестициды могут попадать в водоемы при смыве с почвенного покрова и растений, при сносе волны препарата в процессе аэрообработки, в результате вымывания из почвы. Пестициды могут так же поступать в водоемы с током талых, дождевых и грунтовых вод сельскохозяйственных угодий, а так же целенаправленно для уничтожения водных растительности и других гидробионтов [1].

Большинство пестицидов – это кумулятивные яды, их токсическое действие зависит не только от концентрации, но и длительности воздействия [8], высокой устойчивости во внешней среде, способности выделяться с молоком лактирующих животных и с молоком кормящих матерей [1], возможности концентрирования при передаче по цепям питания [10]. Неблагоприятное воздействие пестицидов на организм человека может проявляться в виде острого и хронического отравления. Острое отравление возникает при грубых нарушениях правил применения пестицидов и правил использования пищевых продуктов, обработанных пестицидами. Хронические отравления возникают в результате употребления пищевых продуктов и воды, содержащих пестициды [1]. Токсические действия пестицидов, определяющие опасность для здоровья человека, проявляются в образовании опухолей, повышенной частоте проявления мутаций, тератогенности (появление уродств), нарушении эмбриогенеза [8]. Непрогнозируемые в процессе разработки последствия применения пестицидов привели к тому, что многие из них были запрещены [9], несмотря на это, проблема загрязнения ими вод внутренних водоемов, гидробионтов и донных отложений останется актуальной многие годы [10]. В связи с этим стоит отметить несколько пестицидов – это хлорорганические пестициды (ХОП) ДДТ (4,4'-дихлордифенилтрихлорметилметан) и линдан (гамма-изомер 1,2,3,4,5,6-гексахлорциклогексан,  $\gamma$ -ГХЦГ), а так же 2,4-Д (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота) и препараты на ее основе.

ДДТ – инсектицид второго поколения из класса ХОП, активно использовавшийся с 1950 г., в настоящее время запрещен к применению во многих странах из-за того, что способен накапливаться в организме человека и животных [10]. ДДТ обладает устойчивостью к разложению, в обычных условиях в почве может сохраняться до 12 лет. Высокая растворимость в жирах обуславливает способность к биоаккумуляции, т.к. практически не выводится из организма из-за низкой растворимости в воде. Обладает острым токсическим действием, в больших дозах способен вызывать смерть [12].

Линдан – действующее вещество инсектицидов второго поколения из класса ХОП, как и ДДТ использовался с начала 1950-х годов, запрещен к применению. Линдан устойчив к кислотам, термически устойчив, возгоняется при повышении температуры. Плохо растворяется в воде, накапливается в жировых тканях животных и рыб. Линдан – яд политропного действия, поражает центральную и вегетативную нервную систему теплокровных животных и человека [13].

2,4-Д – системный гербицид и регулятор роста растений из класса ХОП, в настоящее время применяется в виде эфиров и солей. Легко переносится в подземные воды из-за достаточно хорошей растворимости. 2,4-Д считается канцерогенным, влияющим на печень, сердце и центральную нервную систему [3].

В Российской Федерации введено санитарное законодательство по регламентации и контролю за использованием пестицидов, ежегодно пересматривается и утверждается список химических средств, рекомендуемых в сельском хозяйстве [1]. Обязательному контролю в воде подлежат более 100 хлор-, азот- и фосфорсодержащих пестицидов [2].

Выбор оптимальных методов анализа является важной задачей исследователя. Хроматографические методы анализа являются надежными методами контроля за содержанием в объектах окружающей среды высокотоксичных ХОП, к ним относятся капиллярная газовая хроматография (ГХ), высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), тонкослойная хроматография (ТСХ). Так же для определения пестицидов используется метод капиллярного электрофореза (КЭ). Эти методы обладают высокой разделяющей способностью, необходимой при анализе многокомпонентных образцов, и высокой чувствительностью, позволяющей определять пестициды на уровне концентраций 1 мкг/дм<sup>3</sup> и ниже [5].

Отличительной особенностью ГХ от других хроматографических методов является то, что подвижная фаза должна находиться в газообразном состоянии и выполнять роль газ-носителя, перемещающего разделяемые компоненты анализируемых смесей по колонке. Метод ГХ обладает очень высокой разрешающей способностью, но его применение ограничивается термической лабильностью ряда пестицидов и необходимостью привлекать различные способы химической дериватизации многих пестицидов для повышения их летучести [6].

Одним из эффективных методов разделения сложных смесей является ВЭЖХ. Принцип жидкостной хроматографии состоит в разделении компонентов смеси, основанном на различии в равновесном распределении их между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых неподвижна, а другая подвижна (элюент). ВЭЖХ входит в группу методов, которая, ввиду сложности исследуемых объектов, включает предварительное разделение исходной сложной смеси на относительно простые. Полученные простые смеси затем анализируются обычными физико-химическими методами или специальными методами, созданными для хроматографии.

ТСХ – хроматографический метод, основанный на разности распределения разделяемых веществ между сорбирующим слоем и протекающим через него элюентом. Метод ТСХ достаточно чувствительный и простой в исполнении, однако его использование эффективно для предварительного разделения компонентов сложных смесей и специфика затрудняет прямой количественный анализ [2].

Метод КЭ основан на различии в скоростях движения ионов в электрическом поле в зависимости от величины заряда и ионного радиуса. В сравнении с хроматографическими методами его отличает высокая эффективность, высокое разрешение, малый объем пробы, низкая себестоимость и экономичность анализа, однако он не обеспечивает приемлемую концентрационную чувствительность и требует весьма высокую степень концентрирования образца, что часто нельзя осуществить из-за ограниченной растворимости пестицидов [7].

Определение пестицидов в природных объектах затрудняется быстрой сменой применяемых активных веществ и увеличением ассортимента реагентов, поэтому поиск новых эффективных методов анализа пестицидов одно из приоритетных направлений современной аналитической химии.

В качестве одного из успешных методов, используемых в экологической химии, приводится масс-спектрометрия (МС). МС – метод анализа вещества, основанный на ионизации атомов и молекул, входящих в состав пробы и регистрации спектра масс образовавшихся ионов. Фактически метод сводится к определению массы и относительного количества ионов, образующихся при ионизации пробы. Применение МС будет более эффективным в комбинации с ГХ и ВЭЖХ для надежной идентификации компонентов сложной смеси загрязнений в различных природных объектах.

С развитием техники и технологии становится возможным внедрение новых гибридных методов, основанных на различных сочетаниях ТСХ, ГС, ВЭЖК, МС и др., создание приборной базы под указанные задачи и разработка соответствующих методик измерений [2].

В настоящее время ФГУП «ПО «Маяк» осуществляет постоянный контроль питьевой и природной воды за содержанием пестицидов ДДТ, линдана и 2,4-Д с использованием газохроматографического метода в рамках экологических программ.

#### Библиографический список

1. Баев, Н. А. Загрязнение объектов экосистемы пестицидами: пути и последствия / Н. А. Баев, Д. Э. Шелманова, Н. Н. Максимюк. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 8 (67). — С. 370-373. — URL: <https://moluch.ru/archive/67/11460/> (дата обращения: 24.02.2022).
2. Другов Ю.С. Экологическая химия. — М.: - 432 с ил.
3. Естественные пути деградации пестицидов на основе 2,4-Дихлорфеноксиуксусных кислот/ М.С. Хмелевская М.С. [и др.]. - Текст: непосредственный // Труды БГТУ, 2016. - №4(186). - С.175-181. - Текст: электронный. - URL: <https://elib.belstu.by/handle/123456789/18551> (дата обращения 26.02.2022).
4. Лесков, В. А. Пестициды и некоторые методы их определения / В. А. Лесков, О. А. Лескова. — Текст: непосредственный // Юный ученый. — 2018. — № 2 (16). — С. 106-108. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/16/1198/> (дата обращения: 24.02.2022).
5. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде: Справочник. Т. 1. — М.: Колос, 1992. — 566 с.
6. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. М.: Колос, 1977. — 215 с.
7. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах и внешней среде. М.: Колос, 1983. — 297 с.
8. Полтавский, А.Н. Оценка токсической опасности современных систем химической защиты полевых культур: моделирование деградации пестицидов в почве: монография / Полтавский, А.Н., Артохин, К.С.; Южный федеральный университет. - Ростов-на-Дону; Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2020. - 188 с. - ISBN 978-5-9275-3528-6. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1308431> (дата обращения: 20.03.2022).
9. Рогозин, М. Ю. Экологические последствия применения пестицидов в сельском хозяйстве/ М. Ю. Рогозин, Е. А. Бекетова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2018. — № 25 (211). — С. 39-43. — URL: <https://moluch.ru/archive/211/51593/> (дата обращения: 24.02.2022).
10. Федоров Л.А., Яблоков А.В. Пестициды – токсический удар по биосфере и человеку. — М.: Наука, 1999. — 461 с.
11. Химия окружающей среды: Учебное пособие / Е. А. Зилов. — Иркутск: Иркут. ун-т, 2006.— 148 с., ил.
12. [Электронный ресурс] URL: [https://www.pesticidy.ru/active\\_substance/dichlorodiphenyltrichloroethane](https://www.pesticidy.ru/active_substance/dichlorodiphenyltrichloroethane)
13. [Электронный ресурс] URL : [https://www.pesticidy.ru/active\\_substance/hexachlorocyclohexane](https://www.pesticidy.ru/active_substance/hexachlorocyclohexane)



УДК 621.039.7  
ГРНТИ 34.49.23

## **РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С РАДИОАКТИВНЫМИ ОТХОДАМИ**

Дружинская О. И., Дружинский В. О.

*Димитровградский инженерно-технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Димитровград*

e-mail drol74@mail.ru

**Аннотация:** в работе рассматривается одна из актуальнейших проблем современности, а именно вопрос, связанный с обращением радиоактивных отходов и их влиянием на окружающую среду с точки зрения экологической и техносферной безопасности.

**Ключевые слова:** радиация, окружающая среда, радиоактивные отходы, активность, воздействие, ионизирующее излучение, экологическая проблема.

## **RADIOECOLOGICAL PROBLEMS OF HANDLING WITH RADIOACTIVE WASTE**

Druzhinskaya O. I., Druzhinskiy V. O.

*DETI MEPhI, Dimitrovgrad*

The article examines one of the most pressing problems of our time, namely, the issue related to the management of radioactive waste and their impact on the environment from the point of view of environmental and technospheric safety.

**Keywords:** radiation, environment, radioactive waste, activity, impact, ionizing radiation, environmental problem.

В окружающей среде (ОС), как известно, радиация и радиоактивные вещества (РВ) присутствуют не только естественным образом, но появляются при участии человека [1; 6]. Радиоактивные отходы (РАО) образуются как вследствие производственной деятельности на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ), но также при применении радионуклидов (РН) в других отраслях (медицине, народном хозяйстве и др.), добыче полезных ископаемых и прочее. Данные отходы радиоактивны потому, что атомы в них нестабильны и в процессе трансформации в стабильные спонтанно испускают ионизирующее излучение (ИИ). К тому же такое излучение с большой вероятностью может иметь потенциально опасные последствия. Этим и обусловлена важность безопасного обращения с РАО для защиты человека и окружающей среды и недопущения того, чтобы проблема отходов предстала в полный рост, усилилась и обострилась перед новым поколением.

Как известно, атомная промышленность, как в нашей стране, так и в большинстве ядерных государств была направлена на создание ядерного оружия, и тем самым не углублялась в проблему отходов, поэтому и несколько задержалась со становлением системы обращения с РАО [3]. Изначально, на первых этапах развития ядерных технологий, применяемых исключительно в военных целях, требовалось скорейшее наращивание ядерного потенциала и вопросам безопасной утилизации радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) не уделялось должного внимания. Сверхсекретность данной отрасли и небольшой опыт научных знаний также не способствовали исследованию проблем воздействия ядерных технологий на человека и ОС. Таким образом, обращение с радиоактивными отходами равномерно как с обычными промышленными отходами, используемое в первые годы развития атомной промышленности, как в нашей стране, так и за рубежом выявило, что опасность, связанная с РАО, была в большей степени недооценена [9].

В должной мере не было учтено ни тепловое, ни радиационное воздействие РАО, что привело, например, к радиационному инциденту в 1949-1951 гг. и радиационной аварии в 1957 г. на ФГУП «ПО «Маяк».

С момента завершения «холодной войны» темпы накопления радиоактивных отходов уменьшились, в связи с прекращением ядерных испытаний и сокращением радиохимического производства. Однако стали проявляться другие проблемы в сфере обращения с РАО, связанные с массовым выводом из эксплуатации ОИАЭ и прекращением затопления радиоактивных отходов в водные объекты, в связи с тем, что затопление РАО [8], которое практиковали ядерные державы в течение десятилетий, получило распространение с естественным намерением удалить ядерные и радиационно-опасные объекты из сферы обитания человека, так как значительные глубины затопления и низкая подвижность водных масс в сопоставлении с воздушной средой обеспечивали дополнительную защиту человека от потенциально возможного радиационного воздействия удаленных радиоактивных отходов. В нашей стране удаление в моря жидких и твердых радиоактивных отходов, образующихся только при эксплуатации атомных подводных лодок и атомных ледоколов, производилось лишь в специально выбранных районах, вне интенсивного судоходства и рыболовного промысла [7].

Основными источниками образования и накопления новых РАО в настоящее время являются АЭС, действующие суда и корабли атомного флота, утилизируемые атомные подводные лодки и предприятия ядерного топливного цикла (ЯТЦ).

Технологические процессы атомной промышленности и использование радиоактивных веществ (РВ) в различных отраслях хозяйства образуют РАО, которые могут находиться в различном агрегатном состоянии (газообразном, аэрозольном, жидком и твердом), а их удельная активность варьируется в пределах  $3,7 \cdot 10^7$ - $3,7 \cdot 10^{12}$  Бк и более. Образование РАО – основное и неминуемое свойство большого числа производственных процессов на всех этапах ЯТЦ. В результате данные компоненты поступают в ОС, включаются в биологические цепочки миграции, ведущие к человеку и последующему его облучению. Одновременно подвергается воздействию ИИ биота.

Наиболее распространенными считаются жидкие (ЖРО) и твердые (ТРО) радиоактивные отходы, возникающие, в основном, при работе АЭС, других ядерных энергетических установках, включая радиохимические заводы по получению и переработке ядерного топлива. Газообразные РАО (ГРО) образуются в основном при работе АЭС, радиохимических производствах по регенерации топлива, а также при пожарах и других аварийных ситуациях на ОИАЭ. Например, при эксплуатации АЭС и экспериментальных реакторов формируются газообразные, жидкие и твердые РАО [5]. Радиоактивные газы и аэрозоли возникают в результате облучения газов и аэрозолей воздуха нейтронами в зоне реактора (например, радиоактивные изотопы аргона ( $^{41}\text{Ar}$ ), кислорода ( $^{19}\text{O}$ ), железа ( $^{59}\text{Fe}$ ), кремния ( $^{31}\text{Si}$ ) и др.). Активность воздуха по  $^{41}\text{Ar}$ , удаляемого из зоны реактора АЭС Академии наук Российской Федерации (Обнинск), составляет около 60 ГБк/ч. При однократном использовании воздуха в качестве охладителя, активность отработавшего воздуха по  $^{41}\text{Ar}$  может достигать порядка  $6 \cdot 10^5$  ГБк/сут (Брукхейвенская национальная лаборатория, США).

Потенциальным источником поступления радионуклидов в водную среду являются хранилища РАО. Разгерметизация емкостей хранилищ и нарушения гидроизоляции могут привести к попаданию РВ в грунтовые воды. Так, в 90-е гг. были выявлены протечки жидкости, содержащей тритий, стронций-90, цезий-137, кобальт-60 и другие радионуклиды вблизи хранилищ РАО Ленспецкомбината (возле Ленинградской АЭС). Вблизи хранилища РАО Нововоронежской АЭС выявлено загрязнение грунтовых вод тритием, кобальтом-60, цезием-134, цезием-137.

Многие РН поступают в организм гидробионтов через жабры и поверхность тела, при этом происходит проникновение вредных веществ непосредственно в организм. Некоторые морские обитатели поглощают РН не всей массой тела, а удерживают их лишь самым

поверхностным слоем [2]. Поглощение и фиксация гидробионтами радионуклидов ( $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{55}\text{Fe}$ ,  $^{59}\text{Fe}$ ,  $^{57}\text{Co}$ ,  $^{58}\text{Co}$ ,  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{65}\text{Zn}$ ) преимущественно только тех, которые легко сорбируются или осаждаются вместе с органическими веществами и образуют с ними прочные комплексы в форме частиц или коллоидов, уже мало участвующих в обмене веществ.

Учитывая, что трофические связи в океане очень сложны, сделать прогноз о перемещении РН затруднительно. Тем не менее, общие закономерности миграции этих веществ можно проследить. Огромную роль в захвате, накоплении и концентрации радиоактивных веществ в объектах гидросферы играет планктон благодаря своей большой биомассе. Происходит биоконцентрация и биоаккумуляция загрязняющих веществ морскими обитателями. Биоаккумуляция РВ опасна тем, что происходит постепенное облучение гидробионов по мере накопления радионуклидов, перехода и на более высокие экологические уровни, где их концентрация увеличивается и в конечном итоге по трофическим цепочкам эти элементы могут попасть к человеку.

В 2011 году в нашей стране был принят федеральный закон об обращении с РАО, который принципиально трансформировал отношение в данном секторе. С одной стороны, этот документ повысил степень ответственности производителей РАО, обязав их оплачивать захоронение и мотивируя, таким образом, на сокращение объектов образования отходов. С другой стороны, появился новый подход к обращению с РАО в России. Сегодня закон предусматривает обязательное захоронение всего объема накопленных и производимых в стране радиоактивных отходов, при этом создается единая государственная система (ЕГС) обращения с РАО и РВ. Согласно данному закону в РФ было создано Федеральное государственное унитарное предприятие «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами» (ФГУП «НО РАО») [4] на базе государственного предприятия «Центральная научно-исследовательская лаборатория отраслевых инновационных технологий», образованного в соответствии с приказом Министерства атомной энергетики и промышленности СССР от 09.04.1990 №269. Деятельность НО РАО осуществляется по двум основным направлениям, к которым относятся эксплуатационная деятельность и деятельность по созданию пунктов финальной изоляции РАО (предпроектная деятельность, проектирование и строительство). При этом целью создания пунктов по своей сути является экологическая направленность для сохранения ОС и здоровья человека.

Ввиду безусловной опасности РАО для всех живых организмов и для биосферы в целом они нуждаются в дезактивации и (или) тщательном захоронении, что до сих пор является нерешенной задачей [10]. Проблема борьбы с радиоактивным загрязнением ОС выдвигается на первый план среди других экологических проблем, поскольку выявлены ее огромные масштабы и особо опасные последствия.

Таким образом, основная проблема с точки зрения экологии — это снижение количества отходов, изыскание методов уменьшения их химической подвижности и биологической доступности захоронения, исключающих или, по крайней мере, минимизирующих включение радионуклидов в биологические цепи миграции и связанное с этим облучение человека и других живых организмов.

#### Библиографический список

1. Дружинская, О.И. Финальная изоляция радиоактивных отходов: опыт, проблемы и пути решения. // ВЕСТНИК Димитровградского инженерно-технологического института, Димитровград: ДИТИ НИЯУ МИФИ. – 2021 – №1(23) – С. 72-81.
2. Кулепанов, В.Н. Ионизирующее излучение в гидросфере. Введение в радиобиологию и радиэкологию гидробионтов: учебное пособие / В.Н. Кулепанов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2019. – 88 с.
3. Муратов О.Э. Радиоэкологические аспекты обращения с РАО и ОЯТ в условиях инновационного развития ядерной энергетики. / О.Э. Муратов, М.Н. Тихонов.

- [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.atomic-energy.ru/articles/2017/01/11/60277>.
4. Отчет по экологической безопасности за 2019 год. ФГУП «Национальный оператор по обращению с радиоактивными отходами». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.norao.ru/ecology/ekologicheskie-otchyety.php>.
  5. Радиационная гигиена: учеб. для вузов / Л.А. Ильин, В.Ф. Кириллов, И.П. Коренков. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 384 с.
  6. Радиоактивные отходы: решение проблемы / Бюллетень МАГАТЭ [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.iaea.org/sites/default/files/bull553\\_sept2014\\_ru.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/bull553_sept2014_ru.pdf).
  7. Саркисов А.А. Проблемы радиационной реабилитации арктических морей, способы и пути их решения. / А.А. Саркисов и др. // Арктика. Экология и экономика. – 2011– №1. – С. 70-81.
  8. Сивинцев, Ю.В. Заторование радиоактивных отходов – прошлое, настоящее, будущее. / Бюллетень по атомной энергии. – 2008. – №9. – С. 20-31.
  9. Хвостова, М.С. Обращение с радиоактивными отходами на предприятиях атомной отрасли // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – №1. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/obraschenie-s-radioaktivnymi-othodami-na-predpriyatiyah-atomnoy-otrasli>.
  10. Ядерная энергетика, человек и окружающая среда / Н.С. Бабаев, В.Ф. Демин, Л.А. Ильин и др. – под ред. акад. А.П. Александрова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 312 с.

УДК 502.3

ГРНТИ 87.15.03

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АПАВ В ПИТЬЕВОЙ, ПРИРОДНОЙ И СТОЧНЫХ ВОДАХ

Иванеева А. В., Сотник Н. В., Леденева С. В.

*ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,  
г. Озёрск, Челябинская область*

nvsotnik@po-mayak.ru

Анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) – соединения, которые в водных растворах распадаются с образованием отрицательно заряженных ионов. Особенности АПАВ – высокая моющая способность и хорошее пенообразование. Основным достоинством АПАВ является невысокая стоимость, эффективность и хорошая растворимость, но они наиболее агрессивны по отношению к организму человека. Предельно допустимая концентрация АПАВ в питьевой воде составляет 0,5 мг/дм<sup>3</sup>. К методам контроля концентрации АПАВ относятся фотометрический и флуориметрический.

*Ключевые слова:* поверхностно-активные вещества, АПАВ, фотометрический метод, флуориметрический метод, питьевая, природная, сточная вода

## METHODS OF DETERMINATION ANIONIC SURFACTANTS IN DRINKING, NATURAL AND WASTE WATER

Ivaneeva A. V., Sotnik N. V., Ledenyova S. V.

*FSUE "Mayak PA", Ozersk*

Anionic surfactants (ASS) are compounds that decompose in aqueous solutions forming negative charged ions. The features of surfactants are high washing ability and good foaming. The main advantage of surfactants is low cost, efficiency and good solubility, but they are the most aggressive towards the human. The maximum allowable concentration of surfactants in drinking water is  $0,5 \text{ mg/dm}^3$ . The methods for monitoring of surfactants concentration are spectrophotometric and fluorimetric.

**Keywords:** surfactants, ASS, photometric method, fluorimetric method, drinking, natural, waste water

Анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) составляют более 60 % всех производимых ПАВ для синтетических моющих средств. АПАВ вместе с неионогенными ПАВ входят в ряд обязательных компонентов разнообразных моющих и чистящих средств, технических и бытовых эмульсий, суспензий, аэрозольных материалов. Также они включены в состав и используются при производстве лаков и красок, строительных материалов, резины, пластмасс и текстиля.

АПАВ имеют отрицательно заряженный ион (анион), обуславливающий поверхностную активность раствора. Они, как правило, обладают хорошими способностями к удалению частиц загрязнений, диспергирующими качествами и достаточным пенообразованием. Их используют как смачиватели, детергенты, пенообразователи. Наиболее активно проявляют свои свойства в щелочных средах, хотя могут использоваться и в кислых, например, при обработке металлов кислотами для снятия окисной плёнки [9].

Токсическое действие АПАВ в первую очередь зависит от способности ПАВ нарушать проницаемость биологических мембран. Особенно легко повреждаются мембраны эритроцитов, миелиновых оболочек нервов и эпителия кишечника. В связи с этим ПАВ обладают политропным действием, вызывают сдвиги в ЦНС, системе крови, желудочно-кишечном тракте, выделительной системе - поражают печень и почки.

Способность АПАВ нарушать проницаемость кишечных мембран способствует усилению всасывания пищи, а также некоторых токсических веществ, например, пестицидов. Те же свойства АПАВ могут способствовать выведению токсических веществ из организма. Существуют данные о возможности канцерогенного действия некоторых АПАВ, например, 40 %-ного раствора сульфанола. Многие АПАВ оказывают аллергенное действие при любом пути поступления в организм: через кожу, дыхательные пути или желудочно-кишечный тракт. На кожу оказывают местное раздражающее действие, обезжиривая ее. ПАВ всех классов хорошо проникают через кожу, вызывая в равной степени токсический и аллергенный эффект [3].

В природных водах АПАВ ухудшают кислородный режим и органолептические свойства воды, а из-за медленных процессов окисления, они могут очень долгое время негативно влиять на экосистему, вызвать интенсивный рост растений, что приводит к загрязнению ранее чистых водоемов: по мере отмирания растений начинается их гниение, а вода обедняется кислородом, что в свою очередь ухудшает условия существования других форм жизни в воде. По некоторым данным при повышенных концентрациях ПАВ ( $5-15 \text{ мг/дм}^3$ ) у рыб разрушается слизистый покров, а при еще более высоком содержании наблюдается кровотечение жабр [2]. По данным литературы АПАВ негативно влияют и на неорганическую среду, вызывая эрозию почв, коррозию металлов [8].



При значительном накоплении АПАВ в донных отложениях в аэробных условиях происходит окисление микрофлорой донного ила. В случае анаэробных условий АПАВ могут накапливаться в донных отложениях и становиться источником вторичного загрязнения водоема. Максимальное количество кислорода, потребляемое 1 мг/дм<sup>3</sup> различных АПАВ, колеблется от 0 до 1,6 мг/дм<sup>3</sup>. При биохимическом окислении образуются промежуточные продукты их распада: спирты, альдегиды, органические кислоты и др. В результате распада АПАВ, содержащих бензольное кольцо, образуются фенолы. В поверхностных водах АПАВ находятся в растворенном и сорбированном состоянии и в поверхностной пленке воды водного объекта. В слабозагрязненных поверхностных водах концентрация АПАВ колеблется в пределах тысячных и сотых долей миллиграмма в 1 дм<sup>3</sup>. В зонах загрязнения водных объектов она повышается до десятых долей миллиграмма, вблизи источников загрязнения может достигать нескольких миллиграммов в 1 дм<sup>3</sup>.

Нормативными документами установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) для всех видов водных объектов, поэтому питьевая, природная и сточная вода подвергаются регулярному мониторингу содержания АПАВ [7].

При контроле содержания АПАВ в водных объектах, при поступлении в водоем одного известного АПАВ, расчет концентрации производят по этому веществу и ориентируются на значение ПДК для данного АПАВ. Если в водоем сбрасывается несколько АПАВ или состав их неизвестен, расчет ведут по додецилсульфату натрия – веществу, имеющему наименьший норматив ПДК 0,1 мг/дм<sup>3</sup> [6].

Методы определения ПАВ включают весовые, титриметрические, спектральные, хроматографические. Они заметно различаются по точности, сложности исполнения и другим характеристикам. В аналитической лаборатории центральной заводской лаборатории (ЦЗЛ) для измерений массовой концентрации АПАВ в водных объектах используют фотометрический и флуориметрический методы анализа.

В сточных и природных водах измерение массовой концентрации выполняют фотометрическим методом, используя разработанную специалистами ЦЗЛ методику измерений и аттестованную метрологической службой ФГУП ПО «Маяк». Диапазон измеряемых массовых концентраций АПАВ в пробах воды составляет от 0,05 до 2 мг/дм<sup>3</sup> [1].

Сущность метода заключается в образовании в щелочной среде бесцветных ассоциатов АПАВ с метиленовым голубым, экстракции ассоциатов АПАВ хлороформом с последующей обработкой экстракта кислым раствором метиленового голубого для образования окрашенных ассоциатов АПАВ и измерении оптической плотности экстракта при длине волны 650 нм.

Преимуществами фотометрического метода являются значительная избирательность, высокая чувствительность, простота, универсальность, доступность, низкая стоимость аппаратуры для анализа.

Флуориметрический метод используют для измерений массовой концентрации АПАВ в пробах питьевой воды и выполняется в соответствии с [5]. Диапазон измеряемых массовых концентраций АПАВ в пробах воды составляет от 0,025 до 10,0 мг/дм<sup>3</sup>. Более высокая чувствительность флуориметрического метода по сравнению с фотометрическим позволяет расширить диапазон измеряемых концентраций [4].

Метод определения АПАВ в пробах питьевой воды основан на экстракции из пробы воды хлороформом ионных пар АПАВ с красителем акридиновый желтый из подготовленной пробы с последующим измерением интенсивности флуоресценции экстракта с использованием анализатора жидкостей «Флюорат-02». Интенсивность флуоресценции количественно преобразуется в значение массовой концентрации АПАВ с помощью градуировочной характеристики.

Основными достоинствами флуориметрического метода являются высокая чувствительность, низкий предел обнаружения, небольшой расход реактивов для анализа, более низкая трудоемкость.

С помощью вышеуказанных методов в настоящее время на предприятии осуществляется контроль содержания АПАВ в питьевой воде, поверхностных и природных водах в рамках экологических программ ФГУП «ПО «Маяк», а также в сточных водах подразделений предприятия.

Библиографический список:

1. Анионные поверхностно-активные вещества. Сульфенол. Методика измерений массовой концентрации в сточных и природных водах фотометрическим методом [Текст]: И.ЦЗЛ.МИ.052-2021. – Озерск, 2021 – 27 с.
2. Волкова Г.А., Сторожук Н.Ю. Методы очистки сточных вод, содержащих синтетические поверхностно-активные вещества. // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2012 г. – №2. – с.38.
3. Вредные вещества в промышленности: Органические вещества. Новые данные с 1974 по 1984 гг. Справочник /Под общ. ред. Э.Н. Левиной и И.Д. Гаданской. – Л.: Химия, 1985. – 464 с.
4. ГОСТ 31857-2012 Вода питьевая. Методы определения содержания поверхностно-активных веществ.
5. Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». ПНД Ф 14.1:2:4.158-200. – Москва, 2000. – 23 с.
6. МУК 4.1.1255 – 4.1.1274-03. Сборник методических указаний. Измерение массовой концентрации химических веществ люминесцентными методами в объектах окружающей среды.
7. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания.
8. Субботкин Л.Д., Вербицкая Н.Ю. Очистка сточных вод от поверхностно-активных веществ методом электрофлотокоагуляции. // Национальная академия природоохранного и курортного строительства. – 2011. – №38.
9. Шиц Л.А. Анионные поверхностно-активные вещества // Большая российская энциклопедия. Т.1. – М: 2005. – с.754.

УДК 502.5  
ГРНТИ 87

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ И МОНИТОРИНГ  
НА ПОЛИГОНЕ ДЛЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ**

Занора Ю. А., Бехтерева Н. В.

*ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,  
г. Озёрск, Челябинская область*

IAZanora@po-mayak.ru

Изложена информация о проведении мониторинга и производственного экологического контроля на предприятии. На основании многолетних (за период с 2008 по 2020 годы) исследований сделаны выводы о проведении наблюдений за конкретными компонентами природной среды и природными объектами.

*Ключевые слова:* мониторинг, производственный экологический контроль, полигон, отходы, класс опасности.

## ENVIRONMENTAL MONITORING IN THE AREA OF THE WASTE DISPOSAL FACILITY AT MAYAK PRODUCTION ASSOCIATION

Zanora Yu. A., Bekhtereva N. V.

*FSUE "Mayak PA", Ozersk*

The main features of environmental monitoring in the area of the waste disposal facility at Mayak Production Association are considered. As a result, the conclusions were drawn on the observation of specific components of the natural environment and natural objects.

*Keywords:* monitoring, industrial environmental control, polygon, waste, waste hazard class

Федеральное государственное унитарное предприятие «Производственное объединение «Маяк» (ФГУП «ПО «Маяк») находится на территории ЗАТО Озерского городского округа. ФГУП «ПО «Маяк» принадлежит полигон для захоронения отходов производства и потребления (далее – ОПП) III – V классов опасности. В 2019 году ФГУП «ПО «Маяк» отказался от размещения на полигоне ОПП III класса опасности. Полигон внесен в государственный реестр объектов размещения отходов и является объектом негативного воздействия на окружающую среду I категории в соответствии с действующими критериями.

Полигон полностью расположен в пределах промышленной территории ФГУП «ПО «Маяк», предназначен для размещения твердых коммунальных отходов и ОПП основных и вспомогательных производств ФГУП «ПО «Маяк». С июня 2019 года предусмотрен сбор отходов для захоронения на полигоне от сторонних организаций.

Полигон был построен и введен в эксплуатацию в 2008 году по проекту 2004 года. Проектом предусмотрен ряд технологий, в том числе и наилучшие доступные в соответствии со справочником «Размещение отходов производства и потребления» ИТС 17-2016 (утв. Приказом Росстандарта от 15.12.2016 №1885). Это НДТОБ\_ПФЭ2, противофильтрационный экран (геомембрана), ДТРО<sub>н(н)2</sub>, уплотнение отходов при захоронении ТКО навалом (насыпью), НДТО<sub>вод2</sub>, рециркуляция фильтрационных и дренажных вод при размещении твердых коммунальных отходов, а также НД<sub>т31</sub>, устройство изоляционного верхнего покрытия из природных глинистых материалов.

Перечень и состав захораниваемых на полигоне ОПП регламентируется программой мониторинга Пг-СЭ-ПТО-131-2020, количество захораниваемых отходов IV – V классов опасности – 83 вида.

На полигоне ведется производственный экологический контроль (далее – ПЭК) и мониторинг в соответствии с утвержденными на предприятии программами. ПЭК проводится в области охраны атмосферного воздуха, области охраны и использования водных объектов, а также области обращения с ОПП. В соответствии с программой мониторинга на полигоне осуществляются наблюдения за состоянием подземных вод, почвы и атмосферного воздуха.

При анализе результатов производственного контроля учитывается динамика уровней контролируемых показателей относительно фоновых величин. Контрольная скважина для отбора проб грунтовых вод 2/95 заложена выше полигона по течению грунтовых вод, характеризующее их исходное состояние. Контрольная точка 2 для отбора проб для контроля концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе закладывается выше полигона по преобладающему направлению ветра, незагрязненного другими внешними факторами негативного воздействия на окружающую среду. Контрольные точки для отбора проб почв 1, 12 закладываются выше полигона по естественному рельефу местности в высших точках, с учетом возможного распространения загрязнения почвенного покрова по движению поверхностных и талых вод.

В 2021 году полный перечень наблюдаемых показателей качества составил 38 критериев для подземных вод, 25 критериев для почвы, 8 критериев для атмосферного воздуха.

На полигоне запрещено захоронение пищевых отходов, в составе мусора от офисных и бытовых помещений несортированного ежегодно вместе с упаковкой может захораниваться до 102,9 тонн пищевых остатков. Однако воздействие на атмосферный воздух в результате гниения остатков пищи и образования биогаза снижено, что подтверждают органолептические показатели и результаты лабораторных исследований проб воздуха.

Состояние грунтовых вод и почв (по результатам анализов протоколов лабораторных исследований проб почв, грунтовых вод за 2018 – 2020 годы) удовлетворительное, превышение ПДК в некоторых пробах объясняется исключительно влиянием линзы подземных вод специального промышленного водоема В-9 (Карачай).

Результаты исследований большинства проб близки к фоновым значениям. Незначительность воздействия полигона захоронения отходов на состояние окружающей среды обусловлена небольшим, в сравнении с прочими полигонами, объемом захоронения отходов и преобладанием в составе отходов IV – V классов опасности. Объем размещаемых на полигоне отходов в течение 2018, 2019, 2020 годов по результатам учета остался на прежнем уровне. Противофильтрационный экран является достаточной мерой защиты компонентов окружающей среды от негативного воздействия полигона для захоронения отходов ФГУП «ПО «Маяк».

На основании многолетних (за период с 2008 по 2020 годы) исследований сделаны следующие выводы о проведении наблюдений за конкретными компонентами природной среды и природными объектами:

1. Наибольшее воздействие объем захораниваемых отходов оказывает на почву, грунтовые воды и атмосферный воздух. Это воздействие носит, прежде всего, химический характер.

2. Отдельные экосистемы и природные ландшафты в районе расположения объекта размещения отхода не подлежат включению в программу мониторинга полигона в связи с тем, что полигон расположен на территории промышленной площадки вблизи от крупного техногенного источника загрязнения окружающей среды – специального промышленного водоема В-9 (Карачай).

3. Анализ геохимических данных о состоянии грунтовых вод и почв (по результатам протоколов лабораторных исследований за 2020 год) говорит о минимальном воздействии полигона на компоненты окружающей среды. Свидетельств угнетения растительного покрова нет. Таким образом, отсутствует необходимость проведения постоянных наблюдений за объектами растительного мира, животного мира.

4. В рамках соблюдения государственных санитарно-гигиенических норм и правил необходимо отслеживать отдельные биологические (санитарно-гигиенические) показатели почв и грунтовых вод.

#### Библиографический список

1. Отчет о результатах мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды на территории объекта размещения отходов (полигона для захоронения отходов производства и потребления III – V классов опасности ФГУП «ПО «Маяк») и в пределах его воздействия на окружающую среду за 2020 год [Текст]: Н.В. Бехтерева, Е.В. Антропова – Озерск, 2021. – 573 с.
2. Программа ведения мониторинга загрязняющих веществ в районе полигона для захоронения отходов ФГУП «ПО «Маяк» Пг-СЭ-ПТО-131-2020 [Текст] – Озерск, 2020. – 67 с.
3. Программа производственного экологического контроля объекта I категории НВОС «Полигон для захоронения отходов ФГУП «ПО «Маяк» Пг-СЭ-112-2020 [Текст] – Озерск, 2020. – 18 с.

УДК 67.08  
ГРНТИ 87.53.13

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Кольжецов Д. А., Морозова А. В.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

a-nastya\_1999@mail.ru

В статье представлена технология переработки отходов машиностроительного производства, а именно металлического шлама. Данный вид отходов практически не перерабатывается, а складывается на свалках или сжигается. Так как он содержит нефтепродукты, которые отрицательно влияют на окружающую среду, встает вопрос о его вторичной переработке. Предложенная методика, разделения металлического шлама на составляющие, позволяет повторно их использовать в производстве.

*Ключевые слова:* металлический шлам, минеральный шлам, СОЖ, переработка, отходы, технологический процесс, нефтепродукты.

## INCREASING ENVIRONMENTAL SAFETY BY RECYCLING MACHINE-BUILDING WASTE

Kolzhetsov D. A., Morozova A. V.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy*

The article presents the technology for processing bends of machine-building production, namely metal sludge. This type of waste is practically not recycled, but is stored in landfills or burned. Since it contains oil products that adversely affect the environment, the question arises of its recycling. The proposed method of separating metal sludge into components allows them to be reused in production.

*Keywords:* metal sludge, mineral sludge, cutting fluid, processing, waste, technological process, oil products.

Машиностроительную отрасль невозможно представить без применения шлифовальных операций и шлифовальных станков. Шлифование представляет собой процесс, при котором шлифовальный круг, вращаясь вокруг своей оси, снимает с обрабатываемой заготовки тонкий слой металла вершинами абразивных зерен, расположенных на режущих поверхностях шлифовального круга.

В процессе шлифования в зоне резания между вращающимся шлифовальным кругом и деталью происходит нагрев и образование твердых отходов, состоящих из абразивного материала и металлической стружки. Для снижения температуры в зоне резания, применяются смазочные охлаждающие жидкости (СОЖ). При контакте СОЖ со шлифовальным кругом и обрабатываемой деталью происходит ее загрязнение металлической стружкой и абразивным материалом, которое приводит к ухудшению физических свойств СОЖ. В зависимости от степени и характера загрязненности СОЖ применяются различные технологии регенерации, основанные на давно известных методах очистки жидкостей. После регенерации получают три продукта:

- очищенная СОЖ, которую можно использовать повторно;
- смеси отработанных нефтепродуктов (третий класс опасности);



– шлифовальный шлам (третий класс опасности).

Смеси отработанных нефтепродуктов и шлифовальный шлам вторично не перерабатывают, а сжигают или отправляют на свалку. Сжигание любого вида отходов относится к неэкологичным методам переработки, поэтому поиск методов вторичного использования отходов является актуальной задачей.

Цель: разработка методики повторной переработки шлифовального шлама получающегося в ходе выполнения шлифования деталей.

Задачи:

- изучить химический состав шлифовального шлама;
- определить процент металлического шлама от общего числа отходов производства;
- проанализировать варианты утилизации шлифовального шлама;
- разработать технологию вторичной переработки;
- определить эффективность применения данной технологии.

В современном мире большое внимание уделяется разработке и применению различных ресурсосберегающих технологий, во всех сферах промышленности, но несмотря на это продолжается накопление отходов. Если посмотреть на схему повторного использования металла в металлообрабатывающей промышленности, то повторно на переработку отправляется 33%, а 2%, к которому относится шлам, отправляется на свалку без дальнейшей переработки или сжигается. На рисунке 1 представлена схема использования металла в металлообрабатывающей промышленности.

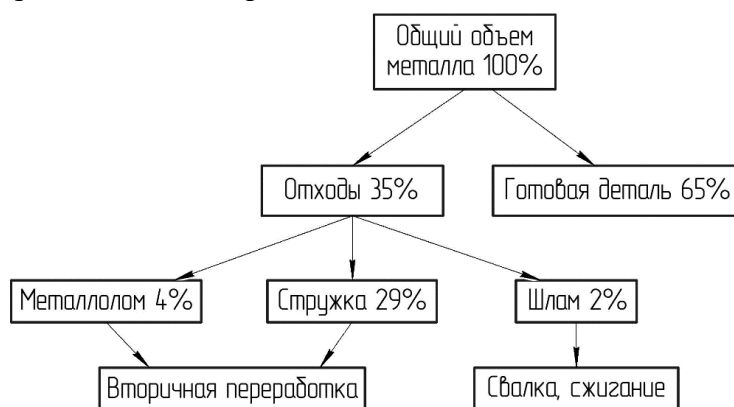


Рисунок 1 – Схема использования металла в металлообрабатывающей промышленности

Большой проблемой является переработка шлифовального шлама, который состоит из металлической стружки с вкраплениями абразива и пропитанный СОЖ. Из-за специфических свойств данного вида отходов их переработка является дорогостоящим процессом, поэтому эти отходы вывозят на свалку или сжигают, но сжигание любого вида отходов относится к неэкологичным методам переработки, поэтому поиск методов вторичного использования отходов является актуальной задачей [1, с. 72].

Основным загрязняющим элементом шлифовального шлама являются нефтепродукты, из которых изготавливается СОЖ.

Нефтепродукты относятся к числу наиболее вредных химических загрязнителей. Наличие 2 г нефти и нефтепродуктов в 1 кг почвы делают ее непригодной для жизни растений и почвенной микрофлоры; 1 л нефти и нефтепродуктов лишает кислорода 40 тыс. л воды; 1 т нефти и нефтепродуктов загрязняет 12 км<sup>2</sup> водной поверхности. При наличии нефтепродуктов в воде в количестве 0,2-0,4 мг/л она приобретает нефтяной запах, который не устраняется даже при фильтровании и хлорировании. Плохо очищенные нефтесодержащие стоки способствуют образованию на поверхности водоема нефтяной пленки, толщиной 0,4-1 мм [3, с. 107].

Действие нефтепродуктов на водную фауну происходит в нескольких направлениях:

– поверхностная пленка нефти задерживает диффузию газов из атмосферы в воду и нарушает газовый обмен водоема, создавая дефицит кислорода;

- маслянистые вещества, покрывая поверхность жабр тонкой пленкой, нарушают газообмен и приводят к асфиксии рыб;
- водорастворимые соединения легко проникают в организм рыб;
- при концентрации нефти 0,1 мг/л мясо рыб приобретает неустрашимый «нефтяной» запах и привкус;
- донные отложения нефти подрывают кормовую базу водоемов и поглощают кислород из воды [4].

Одним из возможных решений переработки шлифовального шлама, может быть метод магнитной сепарации с последующей сушкой и брикетированием. В следствии которого произойдет полное разделение компонентов на составляющие и позволит отправить их на переработку для получения вторичного сырья. На рисунке 2 представлена предлагаемая технологическая схема процесса переработки шлифовального шлама.

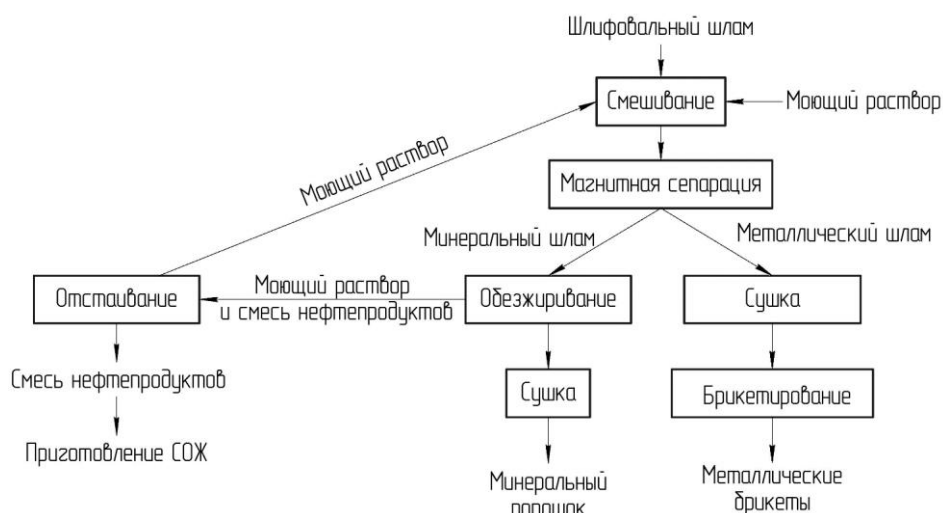


Рисунок 2 – Предлагаемая технологическая схема переработки шлифовального шлама

Первым этапом является приготовление моющего раствора на основе соды. Полученный раствор смешивают со шлифовальным шламом в соотношении 1:60. Для этой операции необходимо использовать двухшнековый смеситель. Длительность операции составляет примерно 7-10 минут [2, с. 53].

Вторым этапом является разделение шлифовального шлама на составляющие. Полученная смесь шлама и раствора направляется на стадию магнитной сепарации для отделения металлического шлама от минерального (абразивного) шлама. Основным оборудованием для данной операции служит барабанный магнитный сепаратор, в котором под действием электромагнитного поля, происходит разделение раствора на магнитовосприимчивые элементы (металлический шлам) и немагнитный (минеральный шлам).

После магнитной сепарации отделенный металлический шлам все ещё содержит частицы нефтепродуктов и моющего раствора. Поэтому дальше происходит сушка в прямоточной сушильной установке барабанного типа, основными параметрами которого являются:

- температура нагрева внутри барабана 100-150 °С;
- скорость вращения барабана 1,5-2 об/мин;
- продолжительность операции 20-30 мин.

После операции сушки содержание металла в шламе составляет примерно 97%, нефтепродуктов менее 0,03%, абразива – 3%.

Последним этапом для металлического шлама является брикетирование конечного продукта. Для этого можно использовать любую установку брикетирования металлической

стружки. Это необходимо для последующей транспортировки материала. Извлекаемые из установки брикеты, содержат 97-98 % металла и являются вторичным сырьем литейно-плавильного производства.

В свою очередь минеральный шлам поступает на стадию обезжиривания на декантерную центрифугу, в которой из-за действия центробежной силы происходит отделение жидкости от твёрдых частиц.

После стадии обезжиривания твердые частицы (минеральный шлам) также, как и металлический шлам отправляется в сушильную установку. После чего получается готовое вторичное сырье для производства силикатных изделий (кирпич, керамическая плитка и др.).

Отделенная жидкая смесь нефтепродуктов и моющего раствора отправляется в отстойник. Так как плотность нефтепродуктов и плотность моющего раствора разная, происходит их разделение на слои с четко выраженной границей, что хорошо позволяет отделить компоненты.

Полученную смесь нефтепродуктов можно повторно использовать в качестве компонента для приготовления СОЖ или передать сторонней организации в качестве вторичного сырья. Моющий раствор повторно отправляется на первую стадию производственного процесса [5].

Современная практика показывает, что даже самые сложные отходы, проходя ряд технологических процессов можно переработать для вторичного их применения.

Представленная технология по переработки шлифовального шлама позволит повысить экологическую безопасность, связанную с переработкой данного вида отходов. Помимо повышения экологической безопасности, повторное использование полученного материала приведет к экономии ресурсов, что также влияет на окружающую среду. Для достижения этих целей предприятия, связанные с данным видом отходов, должны применять современное оборудование для получения максимального экономического и экологического эффекта.

Реализация предложенного метода по переработки улучшит экологическое состояние атмосферного воздуха, водных объектов и территории, которая подвергалась складированию данного вида отхода.

#### Библиографический список

1. Краснянский М. Е. Утилизация и рекуперация отходов. – М.: Бурун Книга, 2007. – 265 с.
2. Куценко С.А. Курдюмова, Д.В. Физико-химические производства: Учебно-методическое пособие. – Орел: ОрелГТУ, 2005. – 94 с.
3. Тагаева Т. О., Гильмундинов В. М., Казанцева Л. К. Экологическая ситуация и природоохранная политика в регионах России М.: Юрайт, 2016. – 185 с.
4. Онлайн экология // Сайт об экологии. 2022. URL: <https://onlineecology.com/doc/aa791370-dd70-4e8f-8a01-ae787313e12d> (дата обращения: 14.03.2022).
5. Экологические проблемы современного общества и их пути решения // Молодой ученый. 2013. URL: <https://moluch.ru/archive/58/8206/> (дата обращения: 05.03.2022).

УДК 57.013

ГРНТИ 39.19.31; 34.35.25; 70.27.17

**ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ И МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ОЗ. АЛАБУГА КАСЛИНСКОГО РАЙОНА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Курочкин К. А.

*Челябинский государственный университет,  
г. Челябинск*

Аннотация: Изучение озер Челябинской области является одним из значимых научных направлений. Оз. Алабуга перспективно с точки зрения рекреационного и хозяйственного освоения. В ходе исследования была выполнена оценка качества воды в озере по гидрохимическому составу, а также проведен сравнительный анализ динамики гидрохимических показателей.

*Ключевые слова:* гидрохимические показатели, оз. Алабуга, рекреация, оценка качества воды, Челябинская область

**ASSESSMENT OF MODERN INDICATORS AND LONG-TERM DYNAMICS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF LAKE WATER. ALABUGAKASLINSKY DISTRICT OF CHEL YABINSK REGION**

Kurochkin K. A.

*Chelyabinsk State University, Chelyabinsk*

Abstract: The study of the lakes of the Chelyabinsk region is one of the promising scientific areas. The reservoir, Lake Alabuga, is interesting from the point of view of recreational and economic development. In the course of the study, an assessment was made of the water quality in Lake Alabuga in terms of hydrochemical composition, a comparative analysis of the dynamics of hydrochemical indicators was also carried out.

*Keywords:* Hydrochemistry, lake Alabuga, recreation, quality assessment, Chelyabinsk region

**Введение**

Считается, что в Челябинской области насчитывается около трех тысяч озер, причем все водоёмы имеют индивидуальный гидрохимический состав, который во многом определяет их ресурсный потенциал[1,2]. Гидрохимический состав и его изменения во времени является одним из основных параметров, необходимых для комплексной оценки геоэкологических и экологических особенностей водных объектов[2, 3, 4].

Цель работы - определение современных гидрохимических параметров воды оз. Алабуга и ретроспективный анализ их динамики.

**Объект и методы исследований**

Объект исследования оз. Алабуга расположен на восточном склоне Южно-Уральского хребта – на восток от горного массива Потаниных и Граниных горных хребтов, входящих в Вишнево-Ильменогорскую свиту, переходящую в зауральский пенеплен[5]. Озеро относится к озерной группе верхнего течения рек Теча и Синара. По преобладающим ионам и соотношению между ними вода оз. Алабуга относится к содовому I типу гидрокарбонатного класса группы натрия [2]. Озеро находится на границе Восточно-Уральского государственного заповедника, созданного в 1966г. в головной части оси Восточно - Уральского радиоактивного следа (ВУРСа)[5]. Поскольку уровни радиоактивного загрязнения

в настоящее время снизились ниже предельных значений, регламентированных современными санитарными нормами[6], оз. Алабуга интенсивно осваивается как перспективный объект рекреации.

Отбор проб воды проводили согласно ГОСТ 31861-2012, СТ 17.1.5.04-81[7, 8]02.12.2021г.со льда на расстоянии около 400м от восточного берега оз. Алабуга Рис. 1.



Рисунок 1 – Расположение точки отбора проб. Масштаб 1:400

Глубина в месте отбора пробы составляла ~ 4м. Забор воды осуществляли батометром из среднего слоя водной толщи ~ в 2 м от поверхности и дна. Координаты отбора проб 55°53'57.7"N 60°55'56.1"E. После отбора воду доставляли в лабораторию, где хранили в холодильнике до момента измерения.

Измеряли рН, а затем при помощи лабораторного оборудования «Капель» проводили определение содержания катионов и анионов с использованием методики ПНДФ 14.1.2.4.167-2000 [9]. Определение содержания карбонатов и гидрокарбонатов в воде выполнено в соответствии с РД 153-34.2-21.544-2002 [10].

### Результаты и их обсуждение

На диаграммах представлены результаты измерения содержания в воде оз. Алабуга катионов и анионов (рис. 2 и рис.3).

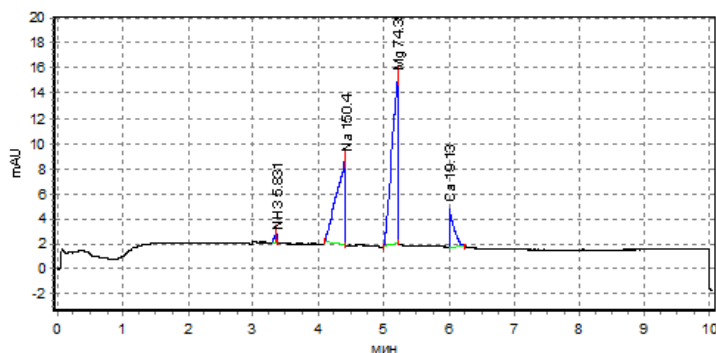


Рисунок 2 – Диаграмма содержания катионов



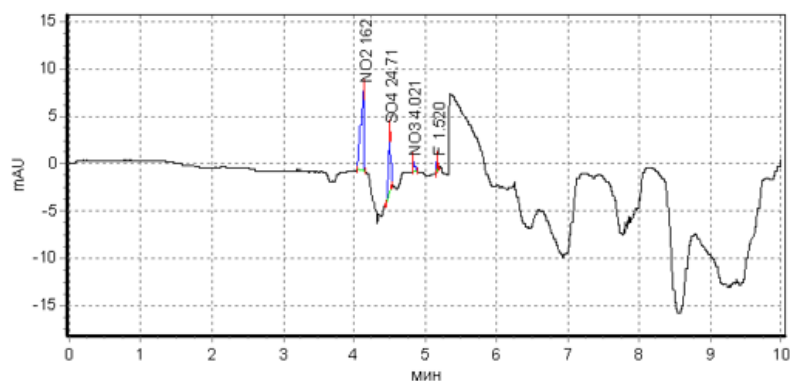


Рисунок 3 – Диаграмма содержания анионов

Современные показатели химического состава воды оз. Алабуга приведены в табл. 1.

Таблица. 1. Химический состав воды оз. Алабуга в декабре 2021г, (мг/л).

Время	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup> + K <sup>+</sup>	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub>	F	Сух. Ост
02.12.2021	8,75	19,1	74,4	150,4	5,83	99,08	24,71	-	162	1,52	784

Для оценки общей картины изменения химического состава воды во времени были проанализированы многолетние значения: pH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Na<sup>+</sup>K<sup>+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Сух. Ост. Динамка pH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> представлена на рис. 4-6.

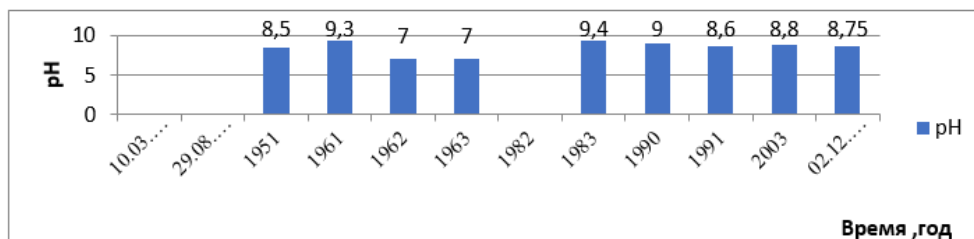


Рис. 4. Динамика уровня pH воды оз. Алабуга

Показатель pH в период наблюдений, а это с 72 года, варьировал в пределах от 9,4 до 7. В 1951 году значение показателя составляло 8,5 – вода в озере имела щелочную реакцию. В 1962 – 1963 гг. уровень pH опускается до 7 – в этот период вода в озере была нейтральной. По результатам анализа в 2021 году уровень pH равен 8,75, что, практически, идентично показателю в 1951 году.

Химический состав природной воды определяется растворенными в ней солями, представленными электрически заряженными частицами – ионами с положительным или отрицательным зарядом. Основными из них являются: три катиона – натрий Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> и три аниона – Cl, SO<sub>2</sub>, и CO<sub>3</sub>. Динамика в воде оз. Алабуга Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> показана на рис 5и 6.

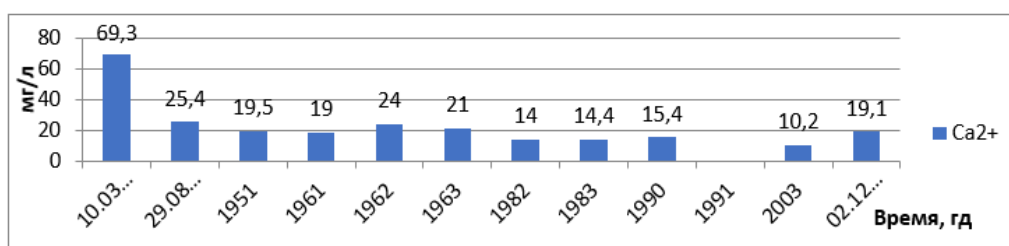


Рисунок 5 – Изменение уровня содержания кальция в воде

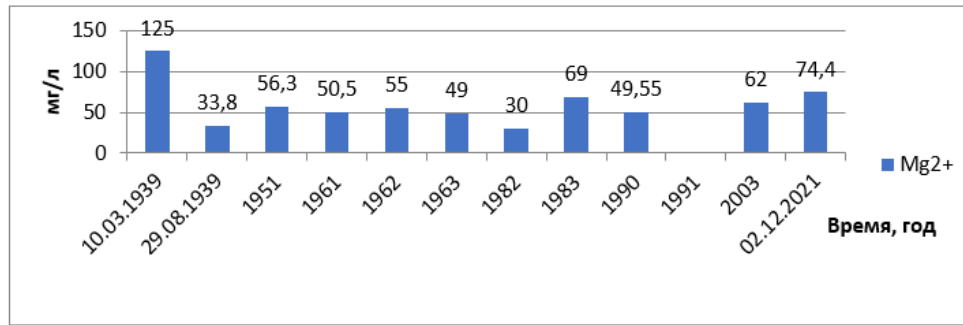


Рисунок 6 – Изменение уровня содержания магния в воде

Концентрация катионов кальция и магния указывает на жесткость воды в оз. Алабуга. По отношению к значениям показателей 10.03.1939 г. четко прослеживается тенденция к смягчению воды. Хотя при исключении результатов измерений 10.03.1939 г. тенденция к смягчению не выглядит такой очевидной. При сравнении данных с 2003 г. по 2021 г. наблюдается повышение концентрации ионов кальция и магния. Это, в некоторой степени, может быть связано с сезонными колебаниями.

Содержание аниона оксида серы в период наблюдений с 1939 г. по 2021 г. сильно менялся. Заметны скачки в сторону увеличения содержания сульфатов в воде. Большое содержание сульфатов в воде может указывать на загрязнение водоема выбросами, содержащими серу. В свою очередь сульфаты могут вступать в соединения с ионами водорода и подщелачивать воду. Что касается сухого остатка, то его уровень указывает на содержание в воде взвешенных веществ, минеральных солей и т.д. В период с 1991 г. по 2021 г. наблюдается увеличение содержания сухого остатка.

#### Выводы

Для многих водоемов Зауралья характерно сочетание сравнительно большой площади зеркала и небольшой глубины. К таким водоемам относится оз. Алабуга. В озере отмечена быстрая реакция на изменения внешних условий среды (быстрое прогревание и охлаждение, интенсивное ветровое перемешивание воды). Вода оз. Алабуга не имеет признаков видимого загрязнения. Вода чистая, прозрачная, с отсутствием запаха, а уровни радиоактивного загрязнения снизились ниже санитарных пределов. При исследовании химического состава воды в оз. Алабуга было проведено сравнение с ранее полученными данными. За период наблюдений с 1939 г. по 2021 г. нами была проанализирована динамика основных катионов –  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и трех анионов –  $\text{Cl}$ ,  $\text{SO}_2$ , и  $\text{CO}_3$ , качественного и количественного изменения содержания их в воде, а так же pH и сухого остатка. Было установлено, что экосистема озера отличается заметной устойчивостью гидрохимического состава. Такие показатели, как кальций, магний, pH, не имеют резких изменений значений и отклонения от средних значений за период более 80 лет. Все это свидетельствует, что оз. Алабуга может быть использовано в целях рекреационной деятельности человека.

Автор выражает благодарность доктору биологических наук Смагину Андрею Ивановичу, за помощь в подготовке и написании работы.

#### Библиографический список

1. Андреева, М.А. Озера среднего и южного Урала / М. А. Андреева. – Челябинск: Южно-Уральское кн. изд., 1973. – 272 с.
2. Черняева, Л.Е. Гидрохимия озер / Л.Е. Черняева, А.М. Черняев, М.Н. Еремеева. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 236 с.
3. Смагин А.И. Динамика гидрохимического состава озера Увильды / Материалы II Международной научно-практической конференции. Географическое пространство: сбалансированное развитие природы и общества Челябинск, 2021. С. 120-125.

4. Смагин А.И. Динамика гидрохимического состава и экологическое состояние озера Иртяш /Смагин А.И., Сидоркина О.М./ Материалы II Международной научно-практической конференции. Проблемы географии Урала и сопредельных территорий. Конференция посвящается 175-летию Русского географического общества и 100-летию со дня рождения челябинского географа А. Я. Румянцевой. Челябинск, 2020. С. 153-160
5. Смагин А.И. Экология водоемов в зоне техногенной радионуклидной геохимической аномалии на Южном Урале /Под. Ред. С.А. Романова. Челябинск. – Издательский центр ЮУрГУ, 2013. 205 с.
6. Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/09) - М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы: санитарные нормативы: Минздрав России. М. - 2009. - 110 с.
7. ГОСТ 31861-2012 Вода. Общие требования к отбору проб ГОСТ 31861-2012. 32 с
8. СТ 17.1.5.04-81. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия (с Изменением N 1).
9. ПНДФ 14.1.2.4.167-2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовых концентраций катионов калия, натрия, лития, магния, кальция, аммония, стронция, бария в пробах питьевых, природных, сточных вод методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза "капель".
10. РД 153-34.2-21.544-2002 Методические указания по химическому контролю коррозионных процессов при фильтрации воды через бетонные и железобетонные гидротехнические сооружения.

**УДК 502.51**  
**ГРНТИ 39.19.31**

## **ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ГИДРОЛОГИЯ ОЗ. АЛАБУГА КАСЛИНСКОГО РАЙОНА ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Смагин А. И., Курочкин К. А.

*ФГБУН Южно-Уральский Институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область,  
Челябинский государственный университет,  
г. Челябинск*

Аннотация. Исследованы географические и гидрологические особенности оз. Алабуга, расположенного на восточном склоне Уральских гор. Озеро принадлежит к крупной озерной системе Кыштымско-Каслинских озер. Определены основные морфологические особенности экосистемы водоема и гидрологический режим. Изучены особенности ландшафта водосбора.

*Ключевые слова:* оз. Алабуга Каслинского района Челябинской области, морфометрия, гидрологический режим, ландшафт.

## GEOGRAPHICAL CHARACTERISTICS AND HYDROLOGY OF LAKE ALABUGA, KASLINSKY DISTRICT, CHELYABINSK REGION

Smagin A. I., Kurochkin K. A.

*South Ural Institute of Biophysics, Ozersk  
Chelyabinsk State University, Chelyabinsk*

**Annotation.** Geographical and hydrological features of the lake are investigated. Alabuga, located on the eastern slope of the Ural Mountains. The lake belongs to the large lake system of the Kyshtym-Kaslilakes. The main morphological features of the ecosystem of the reservoir and the hydrological regime are determined. The features of the catchment landscape have been studied.

**Keywords:** оз. Alabuga Kaslinsky district of Chelyabinsk region, morphometry, hydrological regime, landscape.

### Введение

Оз. Алабуга расположено на восточном склоне Уральского хребта на севере Челябинской области в 5 км на восток от г. Касли рис.1.



Рисунок 1 – Гидрологическая схема района исследований

Озеро Алабуга принадлежит к озерной группе междуречья рек Течи и Синары, в которую входят девять озер[1]. В настоящее время водоем имеет высокую рекреационную привлекательность.

Целью исследования являлось обобщение и систематизация географических, морфометрических, гидрологических и ландшафтных особенностей геосистемы оз. Алабуга.

### Материалы и методы

Объектом исследования служила геосистема оз. Алабуга. Оценивали основные морфометрические характеристики. Площадь озера - ( $\omega$ ), км<sup>2</sup>, определяли как площадь водной поверхности. Длину озера - ( $L$ ), м - кратчайшее расстояние между двумя наиболее удаленными точками, расположенными на берегах озера, измеряли по поверхности озера. Наибольшую ширину ( $B$ ), м, определяли как наибольший поперечник (перпендикуляр) к линии длины озера, а - среднюю ширину - ( $B_{cp}$ ), м, представляющую отношение площади  $\omega$  озера к его длине  $L$

Степень развития береговой линии ( $m$ ) оценивали как отношение длины береговой линии ( $S$ ) к длине окружности круга, имеющего площадь, равную площади озера,

$$m = \frac{S}{2\sqrt{\pi\omega}} = 0,282 \frac{S}{\sqrt{\omega}} \quad (1)$$

Коэффициент извилистости береговой линии  $K_m$  определяли как отношение длины береговой линии ( $S$ ) к периметру ломаной линии ( $S'$ ), обводящей контур озера:

$$K_m = S/S' \quad (2)$$

Показатель  $K_m$  дает более близкое к реальности представление о степени изрезанности береговой линии.

При проведении измерений использовали ГОСТ 8.207-76[4].

### Результаты и их обсуждение

Оз Алабуга расположено на границе Восточно-Уральского радиоактивного следа и входит в состав Восточно -Уральского заповедника [2, 3] (см. Рис1.). Радиационный фон на берегу озера и акватории водоема составляет порядка 0,1–0,15 мкЗв/ч. Этот уровень не превышает значений естественного фона и не представляет опасности для человека.

Возникновение озерной котловины оз. Алабуга обусловлено неотектоническими движениями и усилением речной эрозии в четвертичном периоде. Озерная котловина приурочена к границе предгорного разлома, который на востоке граничит с зауральским пенепленом. Юго-западная часть озерной котловины расположена среди третичных отложений, на северо-западе к ней примыкают граниты. Водоем является частью цепи предгорных зауральских озер и по происхождению относится к группе эрозионно-тектонических[5].

В эпоху промышленного освоения Южного Урала из оз. Б. Касли, принадлежащего к системе Кыштымско- Каслинских озер, был проложен канал в оз. Алабуга (см. Рис. 1.). Абсолютная отметка уровня воды в водоеме в Балтийской системе высот составляет 229.7 м [2, 3]. Водоем имеет форму капли, обращенной на запад узкой частью. Берега водоема пологие, песчаные, слабоизрезанные. Прибрежные мелководья покрыты сравнительно богатой растительностью, занимающей 5 -7% площади акватории на западном берегу. Основные морфометрические показатели озера представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные морфометрические показатели оз. Алабуга

Показатель	Значение
Площадь, км <sup>2</sup>	8.6
Объем воды, млн.м <sup>3</sup>	34
Максимальная глубина, м	5.4
Средняя глубина, м	4
Длина, км	4.6
Средняя ширина, км	1.9
Максимальная ширина, км	3.0
Длина береговой линии (нулевой изобаты), км	13.2
Развитие береговой линии	1.27
Изрезанность берега	1.01
Водосборная площадь, км <sup>2</sup>	33.8
Прозрачность по диску Секки, м	2

Питание водоема осуществляется за счет выпадения осадков на акваторию, грунтового и поверхностного стока с площади водосбора. Озеро соединено с оз. Б. Касли, расположенным в 1,5 км на запад и имеющим уровень выше, чем оз. Алабуга. В северо-восточной части из оз.Алабуга вытекает безымянная речка[1]. Разгрузка водоема происходит в болото Бугай, а безымянная речка – один из истоков р.Караболка. Вторым истоком р. Караболка является ручей, вытекающий из оз. Репенты.



Исследования показали, что дно водоема ровное. В литорали грунты песчаные, постепенно переходящие в торфянистый ил с массой полуразложившихся растительных остатков. Особенно много органических примесей в донных отложениях в западной части водоема. В составе седиментов обнаружены включения гальки. Начиная с глубины 2 м, преобладают темно-серые плотные илы с примесью битой ракушки. По данным Ф.Я. Ровинского[6] мощность илового слоя составляет около 0.8 м. По данным авторов настоящего отчета и информации, представленной в литературе, мощность иловых отложений в водоемах близких типов существенно больше и может достигать 6 – 10 метров.

Результаты исследований гранулометрического состава и содержания органических веществ в грунтах оз. Алабуга, проведенные Л.А. Аненковым[7], приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Механический состав и содержание органических веществ в слое донных отложениях 0-10см в оз. Алабуга (размер частиц мм, количество вещества %).

Песок мелкий 0,25-0,05	Пыль крупная 0.05-0.01	Пылевидные частицы				Органические вещества
		средние 0,01-0,005	мелкие 0,005-0,001	иловые <0.001	Сумма < 0,01	
28,3	38	11,9	13,4	12,5	32,4	23

Размеры, соотношение и состав частиц седиментов в водоеме являются типичными для Зауральских озер.

Замерзает озеро в первой половине ноября, к концу зимнего периода толщина льда может достигать 1 м, вскрывается в конце апреля. В водоеме наблюдаются сезонные изменения ряда показателей. Так, максимальная прозрачность воды в летний период достигала - 3.5 м и увеличивалась зимой (март) до 5 м. Максимальный прогрев воды происходил в конце июня - июля - 22 – 24 °С.

В ландшафтном отношении водосборная территория оз. Алабуга представляет холмистую равнину, лесистость которой составляет около 20%. Растительность на водосборе представлена древесно-кустарниковыми сообществами (березовый молодняк, ива, осина, сосна). Остальная часть территории занята пахотными землями, залежью и сенокосами, на которых преобладают луговые травы. В почвенном покрове преобладают черноземы солонцеватые, луговые и выщелоченные. Максимальная высота холмов достигает 250 м на водоразделах.

По классификации трофического статуса водоем относится к эвтрофным – высокопродуктивным.

#### Заключение

Проведенные исследования показали, что оз. Алабуга Каслинского района имеет относительно небольшие размеры 8,6 км<sup>2</sup> и небольшую среднюю глубину ~ 4 м. Озеро слабопроточное. Вода в озере прозрачная, пресная. По трофическому статусу водоем относится к высокопродуктивным – эвтрофным. Водосбором является холмистая равнина, растительный покров которой типичен для лесостепной зоны Зауралья. Радиационный фон на берегу озера и акватории водоема не представляет опасности для человека.

#### Библиографический список

1. Черняева Л. Е., Черняев А. М. Еремеева М. Н. Гидрохимия озер. – Гидрометеиздат, Л, 1977г. 336с.
2. Смагин А.И. Экология промышленных водоемов предприятия ядерно-топливного цикла на Южном Урале. Озёрск: Ред.-изд. центр ВРБ, 2007. 190 с.
3. Смагин А.И. Экология водоемов в зоне техногенной радионуклидной геохимической аномалии на Южном Урале. Челябинск: Изд. центр ЮУрГУ, 2013. 205 с.

4. ГОСТ 8.207-76 Межгосударственный стандарт. Государственная система обеспечения единства измерений, прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений.
5. Андреева М.А. Озера Среднего Урала. –Южно-Уральское книжное издательство, Челябинск, 1973 г. 269 с.
6. Изучение механизма миграции радиоактивных элементов в непроточных водоемах: Отчет / ОНИС ПО "Маяк", ИПГ - Ф.Я.Ровинский - ОН-168 - ф.1, оп.11нт, ед.хр.28 - 1962.
7. О содержании радиоактивных веществ в озерах и в водных организмах на территории Восточно-Уральского следа: Отчет / ОНИС ПО "Маяк" - Л. А. Анненкова - инв.ОН-368 - (ф.1, оп.11нд, ед.хр.133) - 1964.

УДК 577.3

### **МОДЕЛЬНЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ «ДОЗА-ЭФФЕКТ» ПРИ АВАРИЙНОМ ОБЛУЧЕНИИ**

Осовец С. В., Азизова Т. В., Козедуб А. С.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

clinic@subi.su

В работе с помощью методов регрессионного анализа найдены математические модели зависимостей «доза-эффект» развития тканевых реакций при внешнем аварийном облучении работников ПО «Маяк». Результаты получены на основе актуализированной БД «Радиационные аварии на ПО «Маяк». Найденные зависимости могут быть использованы для прогноза степени тяжести острой лучевой болезни (ОЛБ), а также в целях биологической дозиметрии внешнего излучения.

*Ключевые слова:* тканевые реакции, доза-эффект, внешнее облучение, острая лучевая болезнь, математические модели.

### **MODEL APPROACH TO THE ASSESSMENT OF DOSE-EFFECT DEPENDENCIES IN CASE OF EMERGENCY IRRADIATION**

Osovets S. V., Azizova T. V., Kozedub A. S.

*South Ural Institute of Biophysics, Ozersk*

In the work, using regression analysis methods, mathematical models of the dose-effect dependencies of the development of tissue reactions during external emergency irradiation of employees of the Mayak software were found. The results were obtained on the basis of the updated database «Radiation accidents at the Mayak software». The obtained dependences can be used to predict the severity of acute radiation sickness (ARS), as well as for biological dosimetry of external irradiation.

*Keywords:* tissue reactions, dose, effect, external irradiation, acute radiation sickness, mathematical models.

## Введение

Выявление и анализ дозовых зависимостей для тканевых (детерминированных) эффектов при аварийном облучении или радиационных инцидентах являются важнейшими задачами радиационной медицины, биологии и дозиметрии.

В 41 и 42 публикации МКРЗ [4], а также более ранней публикации МКРЕ [6] для объяснения форм кривых выживаемости облученных клеток тканей млекопитающих в зависимости от поглощенной дозы использовались различные модели «доза-эффект»:

*экспоненциальная*

$$S(D) = \exp(-kD). \quad (1)$$

где  $S(D)$  – доля клеток, выживших после облучения в дозе  $D$ ;  $k$  – параметр модели.

*многомишенная, одноударная модель*

$$S(D) = \exp(-k_1 D) \cdot \{1 - \exp(-k_n D)^n\}, \quad (2)$$

здесь  $k_n$ , согласно классической теории мишеней [13], является критерием чувствительности любой из  $n$  мишеней, каждая из которых должна быть поражена, по крайней мере, однократно, чтобы клетка погибла; параметр  $k_1$  – начальный наклон кривой выживания.

*линейно-квадратичная модель (ЛКМ)*

$$S(D) = \exp[-(\alpha D + \beta D^2)] \quad (3)$$

где  $\alpha$ ,  $\beta$  – параметры модели.

Эту модель и её модификации часто используют в радиационной биологии, медицине и эпидемиологии. Например, если прологарифмировать обе части формулы (3) и вместо логарифма  $S(D)$  в левой части подставить  $Z$  (% хромосомных aberrаций на 100 клеток в лимфоцитах периферической крови человека), то получим линейно-квадратичную дозовую зависимость, которая применяется для биологической дозиметрии аварийного облучения [8]:

$$Z = \alpha D + \beta D^2. \quad (4)$$

Далее, если вместо  $Z$  в модели (4) подставить величину относительного риска ( $R$ ) например, сосудистых заболеваний при остром или хроническом облучении, то согласно 118 публикации МКРЗ такой эффект можно также рассматривать как тканевую реакцию.

Целью настоящего исследования является анализ зависимостей «доза-эффект» развития тканевых реакций аварийного облучения на основе актуализированной БД «Радиационные аварии на ПО «Маяк».

## Результаты и обсуждение

Прежде чем переходить к выбору, анализу и расчету зависимостей «доза-эффект» при аварийном внешнем облучении работников ПО «Маяк», предварительно, рассмотрим специфику и особенности острой лучевой болезни (ОЛБ).

При относительно равномерном облучении отдельных систем организма, органов и тканей в течении острой лучевой болезни, как правило, наблюдается три характерных периода: период формирования, период восстановления и период исходов и последствий [3]. Период формирования ОЛБ, в свою очередь, подразделяется на четыре четко выраженные фазы: 1) фаза первичной острой реакции; 2) фаза кажущегося клинического благополучия (латентная фаза); 3) фаза выраженных клинических проявлений (разгар болезни); 4) фаза раннего восстановления [7, 10].

В зависимости от поглощенной дозы излучения острую лучевую болезнь различают по степени тяжести поражения: I степень (легкая) развивается при облучении в дозах 1–2 Гр; II

степень (средняя) – 2 – 4 Гр; III степень (тяжелая) – 4 – 6 Гр. При дозах выше 6 – 8 Гр острую лучевую болезнь оценивают как крайне тяжелую IV степени, выделяя при этом переходную, кишечную, токсическую и церебральную формы [9, 12].

При дозах 8 – 10 Гр развивается переходная форма ОЛБ, когда наряду с преобладающим поражением костного мозга наблюдается поражение и кишечника. При облучении в дозах 10 – 20 Гр развивается кишечная форма ОЛБ, как правило, со смертельным исходом через 8 – 16 суток. При облучении в дозах 20 – 60 Гр развивается токсическая форма ОЛБ (сосудистая форма поражения). В этом случае смерть наступает на 4 – 7-е сутки при общемозговой и менингеальной симптоматике. Наконец, при облучении в дозах свыше 60 Гр развивается церебральная форма ОЛБ с коллапсом и судорогами, завершающаяся смертью на 1 – 3-и сутки.

При остром гамма облучении и дозах менее 1 Гр регистрируют слабые преходящие реакции со стороны отдельных систем организма или какие-либо клинические проявления вообще отсутствуют. В этом случае констатируется нулевая степень тяжести ОЛБ и поглощенную дозу в 1 Гр можно считать верхней границей практического порога при ОЛБ [5].

Критической системой, степень поражения которой определяет тяжесть и исход ОЛБ при облучении в дозах до 10 Гр, является система кроветворения и в первую очередь костный мозг [14]. При таком диапазоне воздействий ионизирующего излучения развивается типичная форма острой лучевой болезни, при которой наиболее четко проявляются основные патогенетические закономерности клинического формирования ее отдельных фаз и периодов.

В качестве иллюстративного примера на рисунке 1 приведена характерная динамика изменения количества нейтрофилов в периферической крови за 60 суток после облучения человека в среднелетальной дозе (~ 4 Гр) внешнего гамма облучения [1].

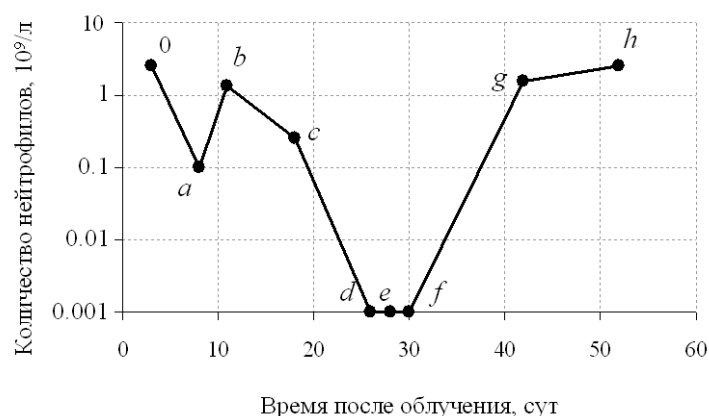


Рисунок 1 – Схематическое представление пострadiaционной динамики содержания нейтрофилов в периферической крови человека [11]

Краткая характеристика схемы представленной на рисунке 1: 0 – начало фазы первого опустошения; а – минимум фазы первого опустошения; b – максимум фазы abortивного подъема; с – начало фазы второго опустошения; d – начало минимума второго опустошения; e – середина минимума второго опустошения (между фазами второго опустошения и восстановления); f – начало фазы восстановления (в случаях «полного» опустошения – последний день менее 10 нейтрофилов в 1 мкл крови); g – окончание «быстрой» фазы восстановления; h – окончание фазы восстановления.

Таким образом, на примере динамики нейтрофилов за 60 дней можно наблюдать периодический характер течения ОЛБ при костномозговой форме радиационного поражения.

Подобный, иногда более сглаженный вид по сравнению с динамикой нейтрофилов, регистрируется для динамики лимфоцитов, тромбоцитов и некоторых других клеток периферической крови человека после острого облучения [2].

При возрастании дозы облучения выше 10 Гр, как указывалось ранее, последовательно развиваются кишечная, токсическая или церебральная форма ОЛБ с летальным исходом в 100 % случаев.

Базовыми показателями для построения зависимостей «доза-эффект» применительно к ОЛБ являются динамика клеток периферической крови (нейтрофилов, лимфоцитов, тромбоцитов и т.д.), а также временные характеристики ОЛБ, такие как латентный период, время наступления рвоты после облучения, период формирования агранулоцитоза.

В качестве типового параметра рассмотрим зависимость латентного периода ОЛБ (TL) от поглощенной дозы острого внешнего гамма-облучения.

На рисунке 2 представлена обратная степенная зависимость латентного периода ОЛБ (TL, дни) от поглощенной дозы (D, Гр) внешнего облучения [3]. Из рисунка 2 видно, что в диапазоне до 10 Гр (костно-мозговая форма ОЛБ) с увеличением дозы облучения латентный период нелинейно уменьшается от 35 до 7 – 8 дней при дозах от 1 до 9 – 10 Гр.

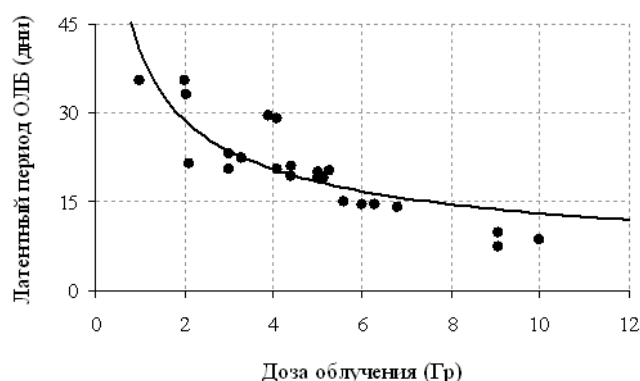


Рисунок 2 – Степенная зависимость латентного периода ОЛБ (TL, дни) от дозы облучения (D, Гр)

Математическая форма обратной степенной зависимости латентного периода TL (дни) от поглощенной дозы острого облучения D (Гр) при костно-мозговой форме ОЛБ имеет следующий вид:

$$T_L = \alpha_L D^{-\beta_L}, \quad (5)$$

где  $\alpha_L$  и  $\beta_L$  – параметры модели.

Можно предположить, что такие временные характеристики ОЛБ как время наступления рвоты после облучения (TV) и период формирования агранулоцитоза (Ta) в зависимости от поглощенной дозы (D) описываются такой же моделью, как и (5), но каждая со своими параметрами. Например, на основе данных для лиц, подвергшихся острому облучению в период Чернобыльской аварии, В.Ю. Соловьевым с соавторами были получены оценочные зависимости времени наступления рвоты от величины мощности дозы внешнего облучения. Эти степенные зависимости также имели подобную математическую форму, но, к сожалению, в этой работе не были получены статически значимые параметры модели.

Важнейшим практическим вопросом при радиационных авариях является сортировка пострадавших от облучения лиц на группы по степени тяжести поражения на основе времени начала рвоты и показателей периферической крови у обследуемых индивидов. Здесь, безусловно, последующая оценка доз облучения, пороговых величин и вышеперечисленных временных характеристик ОЛБ играют определяющую роль не только в процессе оказания медицинской помощи и дальнейшей тактики лечения пострадавших, но и для прогноза летальных исходов.



На рисунке 3 в двойных логарифмических координатах приведена зависимость времени появления рвоты ( $T_v$ , часы) от поглощенной дозы острого облучения ( $D$ , Гр). В верхней части рисунка показаны степени тяжести ОЛБ:

- 0 – «участники аварии» (контроль); I – ОЛБ лёгкой степени тяжести;
- II – ОЛБ средней степени тяжести; III – ОЛБ тяжёлой степени тяжести;
- IV – ОЛБ крайне тяжёлой степени тяжести.

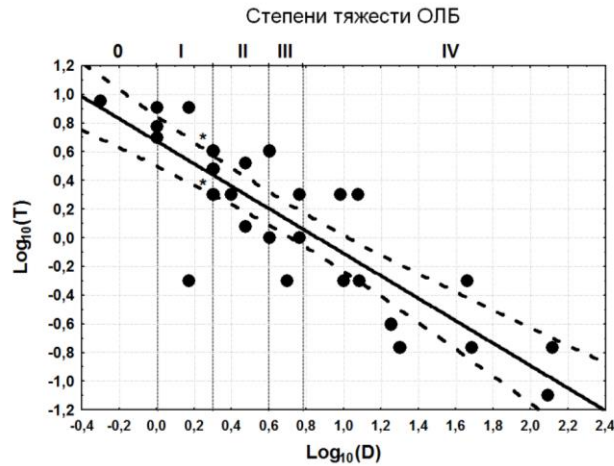


Рисунок 3 – Зависимость времени появления рвоты от поглощенной дозы острого облучения (\* - две точки)

Аналитический вид зависимости «доза-эффект» представленный на рисунке 3 выглядит следующим образом:

$$\log_{10}(T_v) = (0,67 \pm 0,08) - (0,78 \pm 0,09) \log_{10}(D), \quad (6)$$

где  $\log_{10}(T_v)$  – десятичный логарифм времени наступления рвоты,  $T_v$  – время наступления рвоты (часы),  $\log_{10}(D)$  – десятичный логарифм поглощенной дозы,  $D$  – поглощенная доза (Гр).

Коэффициент детерминации для зависимости (6) составил величину  $R^2 = 0,7$ . Параметры модели  $a_v = (0,67 \pm 0,08)$  и  $b_v = -(0,78 \pm 0,09)$  статистически значимы по t-критерию Стьюдента ( $p < 0,01$ ) и модель в целом также статистически значима по F-критерию Фишера.

На следующем рисунке 4 представлена в полулогарифмических координатах зависимость количества нейтрофилов ( $N$ ,  $10^9/\text{л}$ ) в первые часы после острого облучения от поглощенной дозы ( $D$ , Гр).

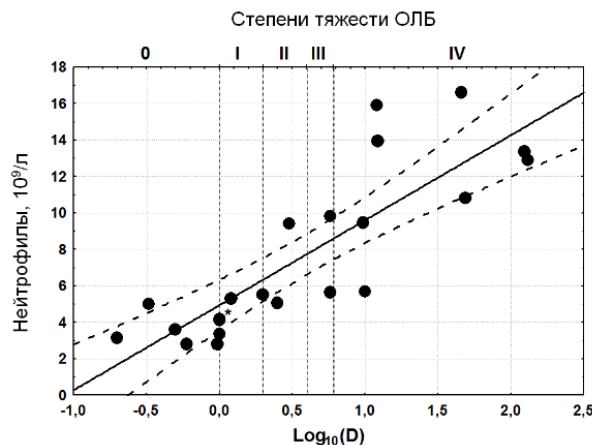


Рисунок 4 – Зависимость количества нейтрофилов в первые часы после острого облучения от поглощенной дозы острого облучения (\* - две точки)

Данная зависимость «доза-эффект» описывается с помощью следующей регрессии:

$$N = (4,94 \pm 0,66) + (4,66 \pm 0,67) \log_{10}(D), \quad (7)$$

здесь  $N$  – количество нейтрофилов в периферической крови (109/л);  $\log_{10}(D)$  – десятичный логарифм поглощенной дозы ( $D$ , Гр) при остром облучении;  $a_N = (4,94 \pm 0,66)$  и  $b_N = (4,66 \pm 0,67)$  – параметры регрессионной модели.

Коэффициент детерминации составил величину  $R^2 = 0,7$ , а вся модель в целом и ее параметры были статистически значимы ( $p < 0,01$ ).

Из графика 4 видно, что в первые часы после острого облучения количество нейтрофилов в периферической крови пострадавших от аварийного облучения возрастает с увеличением поглощенной дозы.

На рисунке 5 показана полулогарифмическая зависимость от дозы количества лимфоцитов ( $L$ , 109/л) в периферической крови облученных работников ПО «Маяк» на третьи сутки после острого облучения.

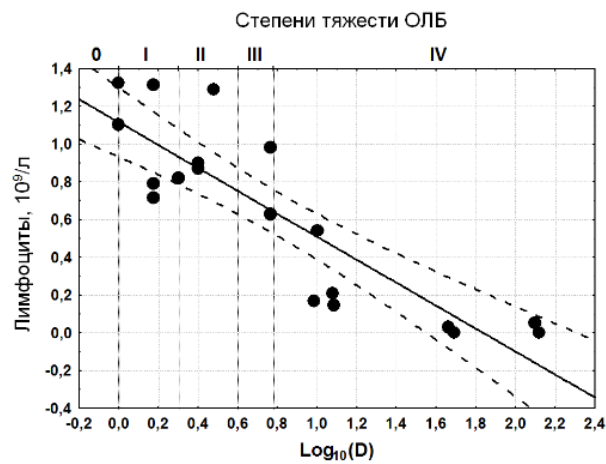


Рисунок 5 – Зависимость количества лимфоцитов на третьи сутки после острого облучения от поглощенной дозы острого облучения

Количество лимфоцитов ( $L$ , 109/л) от поглощенной дозы острого облучения ( $D$ , Гр) хорошо аппроксимируется с помощью следующей регрессионной зависимости:

$$L = (1,12 \pm 0,09) - (0,61 \pm 0,08) \log_{10}(D), \quad (8)$$

где  $a_L = (1,12 \pm 0,09)$  и  $b_L = -(0,61 \pm 0,08)$  параметры регрессионной модели. Коэффициент детерминации составляет величину  $R^2 = 0,7$ . Вся модель и ее параметры были статистически значимы ( $p < 0,01$ ).

Полученные зависимости «доза-эффект» (см. рисунки 3 – 5) играют очень важную роль для прогноза степени тяжести поражения при радиационных авариях и инцидентах, а также позволяют оценить методом биологической дозиметрии дозу острого внешнего облучения в широком диапазоне: от 0,5 до 50 Гр.

С другой стороны, более длительное развитие тканевых реакций аварийного облучения во времени на уровне всего организма могут описываться такими зависимостями как «доза – латентный период ОЛБ» и «доза – период формирования агранулоцитоза».

При оцифровке эмпирических данных представленных на рисунке 2 и последующем логарифмировании обратной степенной зависимости (5) можно получить расчетным путем линейную зависимость логарифма латентного периода ОЛБ ( $TL$ , дни) от поглощенной дозы острого облучения ( $D$ , Гр):

$$\log_{10}(T_L) = (1,693 \pm 0,056) - (0,660 \pm 0,084) \log_{10}(D), \quad (9)$$

где  $\log_{10}(\alpha L) = 1,693$  и  $\beta L = 0,660$  – параметры линейной модели. Полученная регрессионная модель статистически значима по F-критерию Фишера, а параметры модели по t-критерию Стьюдента ( $p < 0,01$ ). Коэффициент детерминации для этой зависимости составил величину  $R^2 = 0,75$ .

На рисунке 6 показана графическая интерпретация регрессионной модели (9) вместе с эмпирическими точками.

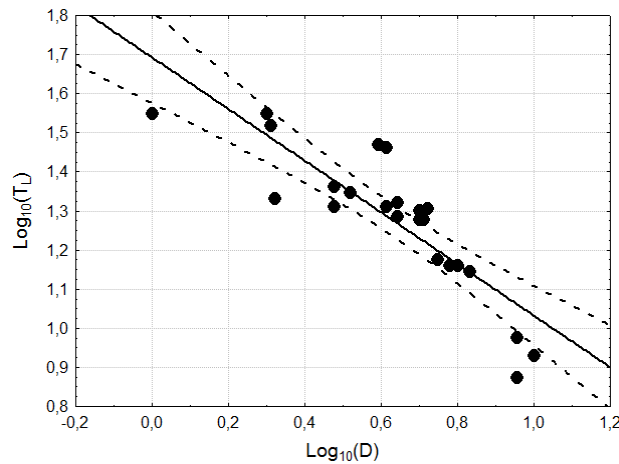


Рисунок 6 – Линейная зависимость логарифма латентного периода ОЛБ (TL, дни) от логарифма поглощенной дозы (D, Гр)

На следующем рисунке 7 в двойных логарифмических координатах представлена зависимость периода формирования агранулоцитоза (Ta, дни) от поглощенной дозы острого облучения (D, Гр).

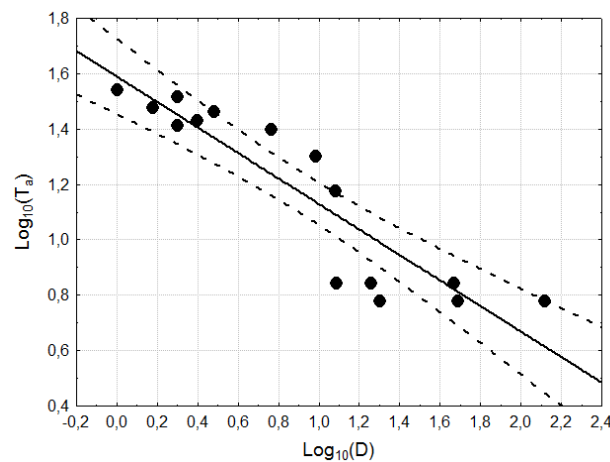


Рисунок 7 – Линейная зависимость логарифма периода формирования агранулоцитоза (Ta, дни) от логарифма поглощенной дозы (D, Гр) при остром внешнем облучении

$$\log_{10}(T_a) = (1,590 \pm 0,063) - (0,460 \pm 0,057) \log_{10}(D), \quad (10)$$

где  $\log_{10}(\alpha a) = 1,590$  и  $\beta a = 0,460$  – параметры линейной модели. Регрессионная зависимость (10) и ее параметры были статистически значимы ( $p < 0,01$ ). Коэффициент детерминации составил в этом случае величину  $R^2 = 0,83$ .

## Заключение

Таким образом, на основе актуализированной БД "Радиационные аварии на ПО «Маяк», анализ имеющихся медико-дозиметрических данных позволил получить статистически значимые регрессионные модели для описания зависимостей «доза–эффект» применительно к детерминированным тканевым реакциям, которые имеют практическую и научную значимость не только для сортировки пострадавших по степени тяжести поражения на основе оценки поглощенных доз облучения методом биологической дозиметрии, но и позволяют прогнозировать ближние и отдаленные последствия аварийного облучения.

## Библиографический список

1. Груздев Г.Г. Проблема поражения кроветворной ткани при острой лучевой патологии. М.: Медицина, 1968. – 140 с.
2. Груздев Г.П. Острый радиационный костномозговой синдром. М.: Медицина, 1988. – 144 с.
3. Гуськова А.К., Байсоголов Г.Д. Лучевая болезнь человека. М.: Медицина, 1971. – 384 с.
4. Дозовые зависимости нестохастических эффектов, основные концепции и величины, используемые в МКРЗ: Публикации 41, 42 МКРЗ: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1987. – 88 с.
5. Ильин Л.А. Радиационная гигиена: учебник / Л.А. Ильин, И.П. Коренков, Б.Я. Наркевич. – 5-е изд. перераб. и доп. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2017. – 416 с.
6. Количественные закономерности и дозиметрия в радиобиологии: Публикация 30 МКРЕ: Пер. с англ. / Под ред. И.Б. Кериим-Маркуса. М.: Энергоатомиздат, 1984. – 164 с.
7. Лушников Е.Ф., Абросимов Е.Ф. Современная лучевая патология человека: проблемы методологии исследований, этиологии, патогенеза и классификации. Обнинск: ФГБУ МРНЦ Минздрав соцразвития России, 2008. – 236 с.
8. Мельнов С.Б. Биологическая дозиметрия: теоретические и практические аспекты. Минск: Белорусский комитет: "Дети Чернобыля", 2002. – 192 с.
9. Острая лучевая болезнь (избранные материалы «Бюллетеня радиационной медицины»). Под общей редакцией Ильина Л.А. и Самойлова А.С. М.: ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России, 2018. – 176 с.
10. Радиационные поражения человека. М.: Издат, 2001. Т. 2. 432 с.
11. Соловьев В.Ю., Баранов А.Е. Модель пострadiационной кинетики клеточных популяций при костномозговом синдроме // Медицинская радиология и радиационная безопасность, 2016. Т. 61. № 1. С. 11 – 16.
12. Теоретические основы радиационной медицины. М.: ИздАТ, 2004. Т. 1. 992 с.
13. Тимофеев-Ресовский Н.В., Иванов В.И., Корогодин В.И. Применение принципа попадания в радиобиологии. М.: Атомиздат, 1968. – 228 с.
14. Ярмоненко С.П., Вайнсон А.А. Радиобиология человека и животных (учебное пособие). М.: Высшая школа, 2004. – 549 с.
15. International Atomic Energy Agency Development of an extended framework for emergency response criteria. IAEA-TECDOC-1432, 2005. 101 p.
16. National Radiological Protection Board: Risk from Deterministic Effects of Ionizing Radiation. 1996. Vol. 7. № 3. 31 p.

УДК 502  
ГРНТИ 87

## ОПЫТ ПРЕКРАЩЕНИЯ СБРОСОВ НЕРАДИОАКТИВНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ФГУП «ПО «МАЯК» В ОТКРЫТУЮ ГИДРОГРАФИЧЕСКУЮ СЕТЬ

Попова О. А., Савинова И. Ю., Занора Ю. А., Соловская И. М.

*ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,  
г. Озёрск, Челябинская область*

OAPopova@po-mayak.ru

В результате деятельности предприятия зачастую возникает необходимость организации выпусков сточных вод и получения разрешительной документации. Реже у предприятий возникает необходимость прекращения сбросов сточных вод на долгосрочный период или ликвидации выпуска. При этом перед предприятием встает ряд проблем, в том числе вопрос действия разрешительной документации.

*Ключевые слова:* сточные воды, сброс сточных вод, выпуск сточных вод, разрешительная документация, гидрохимическое обследование.

## EXPERIENCE OF TERMINATION OF DISCHARGE OF NON-RADIOACTIVE WASTEWATER «FSUE MAYAK PA» INTO THE OPEN HYDROGRAPHIC NETWORK

Popova O. A., Savinova I. Y., Zanora Y. A., Solovskaya I. M.

*FSUE "Mayak PA", Ozersk*

As a result of the activity of the enterprise, it often becomes necessary to organize wastewater discharges and obtain permits. Less commonly, enterprises need to stop wastewater discharges for a long-term period or liquidation of the wastewater outlet. At the same time, the enterprise faces a number of problems, including the issue of the validity of permits

*Keywords:* wastewater, wastewater discharge, wastewater outlet, permits, hydrochemical survey.

До 2016 года на ФГУП «ПО «Маяк» функционировали шесть выпусков сточных вод. В настоящее время осталось два действующих выпуска, два выпуска сточных вод приостановлены и два выпуска ликвидированы.

До 2018 году на предприятии функционировал выпуск очищенных сточных вод № 4. Выпуск № 4 находился на территории бывшей Южно-Уральской атомной станции (в настоящее время участок пускорезервной котельной энергоцеха (далее - ПРК)) и предназначался для обслуживания персонала ПРК. Сбросные воды с участка ПРК направлялись на очистные сооружения, имелся полный пакет требуемой документации: решение о предоставлении водного объекта, проект нормативов допустимых сбросов, разрешение на сброс сточных вод. Исторически данный выпуск планировалось использовать для нужд Южно-Уральской атомной станции, однако станция не была построена, а объем сточных вод, отводимых от действующей пуско-резервной котельной был небольшим. После оптимизации работ на ПРК и сокращения персонала было разработано решение отказаться от эксплуатации выпуска, а образующиеся сточные воды котельной вывозить автотранспортом и сбрасывать в канализационные системы предприятия.

Статьей 10 Водного кодекса РФ оговорено принудительное прекращение права пользования водным объектом по решению суда, однако не рассмотрена возможность



прекращения права пользования водным объектом при принятии решения самим водопользователем в любой момент времени.

Согласно административному регламенту, приведенному в приказе Министерства природных ресурсов РФ № 2 от 09.01.2013, разрешение не может быть приостановлено или аннулировано ввиду отсутствия оснований для начала соответствующих административных процедур надзорными органами.

В соответствии с Порядком подготовки и принятия решения о предоставлении водного объекта в пользование, утвержденного Постановлением правительства РФ от 30.12.2006 № 844, досрочное прекращение предоставленного права пользования водным объектом в связи с отказом водопользователя от дальнейшего использования водного объекта осуществляется на основании заявления водопользователя. Заявление об отказе от дальнейшего использования водного объекта, предоставленного в пользование, и оригинал решения о предоставлении водного объекта в пользование представляются водопользователем в исполнительный орган или орган местного самоуправления, который выдал указанное решение, непосредственно или направляются по почте заказным письмом с уведомлением о вручении и с описью вложения.

Право пользования водным объектом прекращается с даты внесения в государственный водный реестр записи о прекращении действия решения о предоставлении водного объекта в пользование на основании принятого решения о прекращении действия решения о предоставлении водного объекта в пользование.

В июне 2018 года на предприятии было принято решение о временном прекращении сброса сточных вод в реку Теча по выпуску № 4, составлен акт проведения проверки временного прекращения сброса сточных вод, разработан план организационно-технических мероприятий по полному прекращению сброса сточных вод через выпуск № 4, включающий демонтаж насосного оборудования, установку заглушек на трубопроводе, демонтаж блоков сбросного желоба и засыпку сбросного желоба скальным грунтом. На 01.08.2018 план ОТМ выполнен в полном объеме, составлен отчет о выполнении плана ОТМ и акт ликвидации выпуска.

Как водопользователь, ФГУП «ПО Маяк» в письменном виде уведомил о ликвидации выпуска сточных вод заинтересованные надзорные органы Челябинской области: Росприроднадзор, отдел водных ресурсов и Министерство имущества и природных ресурсов.

Немаловажно отметить тот факт, что предприятие до окончания действия разрешительной документации осуществляло ведение регулярных наблюдений за качественным составом воды водного объекта в контрольных створах ликвидированного выпуска сточных вод в соответствии с программой ведения регулярных наблюдений. Результаты наблюдений предоставлялись в Министерство имущества и природных ресурсов и отдел водных ресурсов в рамках предоставления квартальной отчетности, а также в рамках предоставления годовой статистической отчетности.

Иная ситуация на предприятии сложилась в отношении выпуска сточных вод № 2, по которому сбросы сточных вод приостановлены.

В результате хозяйственной деятельности ПО «Маяк» проточные озёра Татыш и Улагач, ранее питавшие реку Мишеляк, были изолированы от открытой гидрографической сети, а основные поступления в реку Мишеляк стали обуславливаться сбросами вод, откачиваемых из водосборной канавы (выпуск № 2), образуемых поверхностными водами с водосборной территории, и очищенными хозяйственно-бытовыми водами пос. Татыш.

Воды выпуска № 2 являются природными, условно чистыми и в производственном цикле предприятия не используются, т.е. предприятие дополнительно не вносит в состав вод техногенных загрязняющих веществ.

В связи с изменением законодательной базы сброс вод в открытую гидрографическую сеть без очистки запрещен.

В настоящее время у ФГУП «ПО «Маяк» отсутствует разрешительная документация на сброс сточных вод по выпуску № 2, и не получено решение о предоставлении водного объекта

(река Мишеляк) в пользование для осуществления сброса сточных вод, ведутся работы по изменению статуса выпуска № 2. В соответствии с природоохранным законодательством на ФГУП «ПО «Маяк» принято решение прекратить сбросы по выпуску № 2 в реку Мишеляк и прекратить откачку воды из водосборной канавы. До определения статуса выпуска сброс воды в реку Мишеляк не планируется.

Ситуация осложняется тем, что в соответствии с многолетними результатами экологического мониторинга в дренажных водах по ряду показателей (таких как железо, марганец) регулярно отмечались превышения установленных норм сброса. Источники поступления загрязняющих веществ в воды, собираемые в водосборной канаве, достоверно не определены. Таким образом, перед предприятием возникла задача о доказательстве надзорным органам природного происхождения металлов.

В 2020 году выполнено гидрографическое и рекогносцировочное обследование водных объектов: верхового болота В-27, водоприемной канавы на озере Татыш, верховья реки Мишеляк. Также проведены ежемесячные определения состава воды водных объектов. Основной задачей проведения работы по гидрохимическому обследованию водных объектов являлось объяснение причин и источников повышенного содержания в воде железа и марганца.

Характерной особенностью исследуемых водных объектов является относительно низкое содержание растворенного кислорода и выраженная сезонная изменчивость.

Водоем В-27 и созданная водосборная канава на озере Татыш расположены в верховье речной системы реки Мишеляк. Поступающие в реку Мишеляк с верхового болота В-27 и искусственного водоема - канавы дополнительные объемы воды влияют только на водность реки, формируют ее сток. На момент обследования постоянное русло потока (истока) реки Мишеляк наблюдалось вблизи водосбросного сооружения озера Улагач на заболоченной местности.

Потребление кислорода в воде связано с химическими и биохимическими процессами окисления органических и некоторых неорганических веществ ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2$  и др.). Таким образом, пониженное содержание растворенного кислорода в летнюю межень, а также дефицит и полное отсутствие в зимнюю межень является следствием процессов, происходящих в эвтрофированных водоемах, содержащих большое количество загрязняющих и гумусовых веществ. Гумусовые кислоты имеют большое значение для формирования химического состава природных вод. Обладая сильной кислотностью, они придают воде свойства агрессивности к горным породам, обладают способностью образовывать комплексные соединения с различными металлами. Источниками поступления в воду металлов, взвешенных и органических веществ являются горные породы и продукты их выветривания, почвы, торф, наличие у истоков рек и на протяжении русла рек болот и заболоченных пойм и др.

В водных объектах с высокой биологической продуктивностью, к каким относятся исследуемые водные объекты, концентрации железа подвержены сезонным колебаниям.

Марганец в поверхностные воды попадает в результате процессов выщелачивания минералов, содержащих марганец. Значительные количества марганца поступают в процессе разложения водных, животных и растительных организмов, особенно сине-зеленых, диатомовых водорослей, а также высших водных растений.

Концентрация марганца в поверхностных водах подвержена сезонным колебаниям. Факторами, которые определяют режим марганца, являются соотношение между поверхностным и подземным стоками, интенсивностью процессов биологического потребления и разложения фитопланктона микроорганизмов высшей водной растительности, а также процессов седиментации. Концентрация растворенных соединений марганца понижается вследствие утилизации их водорослями, особенно сильно в период их интенсивного развития, осаждения этих соединений некоторыми микроорганизмами в результате сорбционных процессов.

Результаты исследований воды водоема В-27, водосборной канавы на озере Татыш и верховья реки Мишеляк показали, что повышенное содержание железа и марганца в воде водных объектов (а также высокое и экстремально высокое содержание марганца в верховье реки Мишеляк) носят природный характер. Следует отметить, что обследование водных объектов проводилось в период отсутствия сброса воды из водосборной канавы на озере Татыш и по предельно минимальному количеству гидрохимических показателей.

#### Библиографический список

1. Протасьев М. С., Сумароков В. С. Наставление по рекогносцировочным гидрографическим исследованиям рек. – Ленинград.: Гидрометеиздата, 1949. – 138 с.
2. Справочник по водным ресурсам СССР. Том 12. Урал и Южное Приуралье. – Ленинград.: – 1936.
3. Черняев А.М., Черняева Л.Е., Еремеева М.Е. Гидрохимия болот. – Ленинград.: Гидрометеиздат, 1989. – 429 с.
4. Семенов А.Д. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. – Ленинград.: Гидрометеиздат, 1977. – 541 с.

УДК 571.27.  
ГРНТИ 34.15.33

### АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРНЫХ ДАННЫХ О ВЛИЯНИИ НЕРАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ Т-ХЕЛПЕРОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ

Рыбкина В. Л., Адамова Г. В.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

e-mail: clinic@subi.su

В работе проведен анализ литературных данных о влиянии нерадиационных факторов, а именно: пола, возраста, курения, употребления алкоголя, стресса, региона проживания, этнической принадлежности, контрацептивов, фазы менструального цикла на содержание Т-хелперов. Т-лимфоциты-хелперы контролируют иммунный ответ организма. Увеличение Т-лимфоцитов-хелперов свидетельствует о гиперактивности иммунитета, снижение – об иммунологической недостаточности.

*Ключевые слова:* Т- лимфоциты, Т- хелперы, пол, возраст, курение, алкоголь, стресс

### ANALYSIS OF LITERATURE DATA ON THE EFFECT OF NON-RADIATION FACTORS ON THE CONTENT OF T-HELPERS IN PERIPHERAL BLOOD

Rybkina V. L., Adamova G. V.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

The paper analyzes the literature data on the influence of non-radiation factors, namely: gender, age, smoking, alcohol consumption, stress, region of residence, ethnicity, contraceptives, and menstrual cycle phases for the maintenance of T-helpers. T-lymphocytes-helpers control the body's immune response. An increase T-lymphocyte-helper indicates hyperactivity of the immune system, a decrease indicates immunological insufficiency.

*Keywords:* T-lymphocytes, T-helpers, gender, age, smoking, alcohol, stress

**Т-хелперы** (от англ. helper – помощник) – Т-лимфоциты, главной функцией которых является усиление адаптивного иммунного ответа. Активируют Т-киллеры, В-лимфоциты, моноциты, NK-клетки, презентуя им фрагменты чужеродного антигена при прямом контакте, а также гуморально, выделяя цитокины. Основным фенотипическим признаком Т-хелперов служит наличие на поверхности клетки молекулы CD4. CD4 антиген – это основной корецептор, необходимый для инициации активации Т-лимфоцитов. CD4 антиген находится на поверхности клеток, принадлежащих к хелперной субпопуляции Т-лимфоцитов. Т-хелперы распознают антигены при взаимодействии их Т-клеточного рецептора с антигеном, связанным с молекулами главного комплекса гистосовместимости 2 класса (МНС-II). [2, с. 143].

**Пол.** В большинстве исследований установлено, что у женщин относительное и абсолютное содержание Т-хелперов было выше, чем у мужчин [3, с. 359; 5, с. 48; 7, с. 219; 12, с. 28; 16, с. 323; 19, с. 34], однако по данным одного исследования не было выявлено влияния пола на содержание CD4+лимфоцитов [14].

**Возраст.** Результаты исследований влияния возраста на содержание Т-хелперов противоречивы. В исследовании в когорте студентов в возрасте 15–44 лет не выявлено корреляции содержания Т-хелперов с возрастом участников исследования [7, с. 220]. Исследовались различия между взрослыми молодыми и людьми более старшего возраста, (возраст не указан) и не было выявлено влияния возраста на содержание CD4+лимфоцитов [14]. В исследовании доноров крови возраст в диапазоне 18–74 лет не оказывал статистически значимого влияния на содержание Т-хелперов [19, с. 34]. В другом исследовании доноров крови в возрасте от 19 до 67 лет также не выявлено влияния возраста на содержание Т-хелперов [5, с. 50]. Не выявлено влияния возраста на содержание Т-хелперов у лиц в возрастном диапазоне от 18 до 56 лет [18, с. 651].

Обследование клинически здоровых детей старше 1 месяца до 18 лет и взрослых старше 18 лет позволило выявить обратную линейную зависимость относительного и абсолютного содержания Т-хелперов от возраста [3, с. 360]. Относительное содержание Т-хелперов было выше у взрослых, чем у детей как мужского, так и женского пола, а абсолютное, напротив – выше у детей, чем у взрослых обоих полов [16, с. 323]. Были выявлены зависимости для абсолютных значений CD4+ у взрослых ( $r = -0,38$ ) а для детей до 10 лет ( $r = -0,69$ ). Обследованные лица были в возрасте от 1 месяца до 85 лет. Процентное соотношение основных субпопуляций лимфоцитов не зависело от возраста [1, с. 409].

В когорте работников атомной станции Козлодуй (Болгария), подвергшихся хроническому профессиональному облучению, относительное содержание Т-хелперов слабо положительно коррелировало с возрастом. Средний возраст составил в исследованных группах от 42 до 46 лет [8, с. 15]. По-видимому, отрицательную зависимость от возраста удавалось выявить в тех исследованиях, которые охватывали большой возрастной диапазон от младенческого до старческого возраста. Положительная корреляция с возрастом у работников атомной станции, возможно связана с воздействием низких доз ионизирующего излучения.

**Курение.** В одних исследованиях выявлена связь между курением и более высоким абсолютным содержанием Т-хелперов. [6, с. 237; 9; 12, с. 27; 15; 16, с.323; 17, с. 334]. Тем не менее, в других работах не было выявлено влияния курения и количества выкуриваемых сигарет [4; 8, с. 14; 11, с. 143; 18, с. 651; 19, с. 32] на содержание Т-хелперов.

**Алкоголь.** По данным F. Mili относительное и абсолютное содержание Т-хелперов было выше у лиц, употребляющих алкоголь, чем у не употребляющих и мало употребляющих [13, с. 688]. У лиц, злоупотребляющих алкоголем было снижено абсолютное содержание Т-хелперов [10, с. 144]. В других исследованиях влияния алкоголя на уровень Т-хелперов не установлено [8, с.14; 16, с. 323; 19, с. 32].

**Стресс.** Относительное содержание хелперов повышалось под влиянием острого стресса [16, с. 323].

**Регион проживания.** Наибольшее абсолютное количество Т-хелперов было в Рибейран-Прету и Порту Алегри (Южные/Юго-восточные регионы), среднее в – Гоянии и Сальвадоре

(Среднезападный/Северовосточный регионы) и самое низкое – в Белеме (Северный регион) Бразилии [16, с. 323]. Содержание Т-хелперов у здорового населения г. Илорин (Нигерия) было ниже, чем национальные референсные значения Нигерии [3, с. 359].

Этническая принадлежность. Не выявлено различий между дравидами и арийцами (Индия), в относительном и абсолютно содержании Т-хелперов [19, стр. 32].

Контрацептивы. У женщин применение оральных контрацептивов приводило к снижению содержания Т-хелперов [12, стр. 27].

**Менструальный цикл.** Содержание Т-хелперов испытывало незначительные колебания в зависимости от фазы менструального цикла [12, стр.28].

#### Библиографический список

1. Топтыгина А.П., Семикина Е.Л., Петричук С.В., Закиров Р.Ш., Курбатова О.В., Копыльцова Е.А., Комах Ю.А. Изменение уровня субпопуляций т-регуляторных клеток и т-хелперов в периферической крови здоровых людей в зависимости от возраста. //Медицинская иммунология. – 2017. – Т. 19 № 4. – С. 409–420
2. Хаитов Р.М. Иммунология. – ГЭОТАР-Медиа: 2021 – 520 с.
3. Afolabi J. K., Fadeyi A., Desalu O. O., Durotoye I. A., Fawibe A. E., Adeboye M. A. N. Normal CD4 Count Range among Healthy Nigerian Population in Ilorin // Journal of the International Association of Providers of AIDS Care – 2017. – Vol. 16, No 4. – P. 359–365.
4. Almanzar G., Eberle G., Lassacher A., Specht C., Koppelstaetter C., Heinz-Erian P., Trawöger R., Bernhard D., Prelog M. Maternal cigarette smoking and its effect on neonatal lymphocyte subpopulations and replication// BMC Pediatrics – 2013. – 13:57. <http://dx.doi.org/10.4314/ahs.v12i3.14> (дата обращения 21.03.2022)
5. Apoil P.A. Puissant-Lubrano B., Congy-Jolivet N., Peres M., Tkaczuk J., Roubinet F. Influence of age, sex and HCMV-serostatus on blood lymphocyte subpopulations in healthy adults// Cellular Immunology – 2017. – Vol. 314. – P. 42–53.
6. Chavance M., Perrot J. Y., Annesi I. Smoking, CD45RO+ (Memory), and CD45RA+ (Naive) CD4+ T Cells// Am Rev Respir. Dis. – 1993. – Vol. 148. – P. 237–240.
7. Grace R. CD4 T-lymphocyte reference values of immune competent subjects in an African university// Tropical doctor – 2011. – Vol. 41. – P. 218–221.
8. Gyuleva I., Panova D., Djounova J., Rupova I. Assessment of some immune parameters in occupationally exposed nuclear power plants workers: flowcytometry measurements of T, D, NK and NKT cells// Dose-Response – 2015. – Vol. 13 No1. – P. 14–41.
9. Jubri Z., Latif A. A., Gapor A. Perturbation of cellular immune functions in cigarette smokers and protection by palm oil vitamin E supplementation. // Nutrition Journal – 2013. – 12:2. <http://www.nutritionj.com/content/12/1/2> (дата обращения 21.03.2022)
10. Kutscher S., Heise D. J., Banger M., Saller B., Michel M. C., Gastpar M., Schedlowski M., Exton M. S. Concomitant Endocrine and Immune Alterations during Alcohol Intoxication and Acute Withdrawal in Alcohol-Dependent Subjects// Neuropsychobiology – 2002. – Vol. 45 – P.144–149.
11. Mahassni Sawsan Hassan, Esraa Yousef Ismail Ali. The Effects of Firsthand and Secondhand Cigarette Smoking on Immune System Cells and Antibodies in Saudi Arabian Males// Ind J Clin Biochem – 2019. – Vol. 34, No 2 – P.143–154.
12. Maini M K, Gilson R. J. C., N Chavda, S Gill, A Fakoya, Ross E. J. Reference ranges and sources of variability of CD4 counts in HIV-seronegative women and men // Genitourin Med – 1996. – Vol. 72 – P. 27–31.
13. Mili F., Flanders W. D., Boring J. R., Annest J. L., DeStefano F. The Associations of Alcohol Drinking and Drinking Cessation to Measures of the Immune System in Middle-Aged Men Alcohol // Clin Exp Res – 1992. – Vol. 16, No 4. – P. 688–694.



14. Reitsema R.D., Cadena R. H., Nijhof S. H., Abdulahad W. H., Huitema M.G., Paap D. Effect of age and sex on immune checkpoint expression and kinetics in human T cells// Immunity Ageing – 2020. – 17:32 <https://doi.org/10.1186/s12979-020-00203-y> (дата обращения 21.03.2022)
15. Tanigawa T., Araki S., Sata F., Nakata A., Araki T. Effects of Smoking, Aromatic Amines, and Chromates on CD41 and CD81 T Lymphocytes in Male Workers1 Environmental research, section A 78, 59D63 (1998) Article NO. ER973827. (дата обращения 21.03.2022)
16. Torres A. J. L., Angelo A. L. D., Oliveira S.M. Establishing the reference range for T-lymphocytes subpopulations in adults and children from Brazil //Rev. Inst. Med. Trop. Sao Paulo – 2013. – Vol. 55, No 5. – P. 323–328.
17. Touil N., Hadeif R., Lemnouer A., Zrara A., Sbai A., Belfquih B., Mrani S., Benkirane A., Ouaaaline M., Mrabet M. Range-reference determination of lymphocyte subsets in Moroccan blood donors // African Health Sciences 2012. – Vol. 12, No 3. – P. 334–338.
18. Tuschl H., Kovac R., Wottawa A. T-lymphocyte subsets in occupationally exposed persons //Int. J. Radiat. Biol. – 1990. – Vol. 58, No 4. – P. 651–659
19. Uppal S. S., Verma S., Dhot P. S. Normal Values of CD4 and CD8 Lymphocyte Subsets in Healthy Indian Adults and the Effects of Sex, Age, Ethnicity, and Smoking.// Cytometry Part B Clinical Cytometry. – 2003. – Vol. 52, No 1. – P. 32–36.

**УДК 57.037; 57.084.5**  
**ГРНТИ 34.55.15**

## **ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ БИОКИНЕТИКИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ В ОРГАНИЗМЕ МОДЕЛЬНОГО ЖИВОТНОГО**

Обеснюк В. Ф.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
 г.Озёрск, Челябинская область*

v-f-o@newmail.ru

Показано, что процедура решения типовой обратной задачи биокинетики может рассматриваться как способ косвенного измерения или идентификации динамической системы. Недооценка указанных метрологических особенностей специалистами в области фармакокинетики или биофизики может являться причиной практически полного отсутствия инструментальных вычислительных методов в арсенале средств исследований.

*Ключевые слова:* модель, метод максимального правдоподобия, кинетика, динамическая система, интервальные оценки, функционал оценивания, наночастицы.

## **FEATURES OF SOLVING THE BIOKINETICS INVERSE PROBLEM FOR THE NANOPARTICLES DISTRIBUTION IN THE BODY OF A MODEL ANIMAL**

V. F. Obesnyuk

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

It is shown that the procedure for solving a typical inverse problem of biokinetics can be considered as a method of indirect measurement or identification of a dynamic system. Underestimation of these metrological features by specialists in the field of pharmacokinetics or

biophysics may be the reason for the almost complete absence of instrumental computational methods in the arsenal of research tools.

*Keywords:* model, maximum likelihood method, kinetics, dynamic system, interval estimates, estimation functional, nanoparticles.

Биокинетика зачастую рассматривается как частная отрасль фармакокинетики – науки о кинетических закономерностях биологических процессов, происходящих с лекарственными и иными веществами в организме человека или животных. В областях биоэкологии, фармацевтики, радиобиологии и имитационного моделирования наблюдается возрастающий спрос на инструментальные средства добычи знаний о биокинетике наноматериалов. Новую информацию зачастую удаётся установить только путём косвенных наблюдений. Наиболее доступный пример – распределение диоксида титана в виде тонкодисперсного порошка, который хорошо известен и описан как пищевая добавка E171 в фармацевтической (таблетки), пищевой и косметической промышленности (средство равномерного загара). Диоксид титана также используется в лакокрасочной промышленности (отбеливающее вещество) и бытовой химии (катализатор некоторых химических реакций). Однако немногие знают, что до сих пор слабо изучена кинетика распределения этой добавки в организме в зависимости от размеров частиц порошка и способе его введения, несмотря на то, что потребление диоксида титана в развитых странах составляет от 300 г до 2 кг на одного человека в год. В силу низкой разложимости соединения биологическими агентами, диоксид способен попадать в сточные воды, а затем и в пищевую воду, неконтролируемо встраиваясь в дальнейшем в пищевые цепочки. Похожий характер поведения имеют и другие наночастицы соединений металлов или чистых металлов – субмикронные топливные частицы делящихся материалов, наночастицы серебра, золота, оксида цинка и т.п. Однако проблема оценки степени их опасности для здоровья человека всё ещё является предметом научных дискуссий.

История создания инструментов анализа биокинетики, по-видимому, начинается с работ американского физиолога В. Гамильтона, использовавшего метод статистических моментов [4]. Более перспективным инструментом анализа распределения частиц в организме является способ оценки параметров их биокинетических компартмент-моделей, когда предполагается, что биокинетика автономно определяется структурой взаимодействия органов, по крайней мере, по отношению к малым концентрациям вводимого вещества. То есть, предполагается отсутствие объективной зависимости эффективных скоростных параметров от времени после введения инородной субстанции и от дозы вводимой примеси. В этом случае математическая модель её распределения по организму может быть представлена в виде линейной системы неоднородных обыкновенных дифференциальных уравнений (ОДУ) первого порядка с неизвестными коэффициентами, которые и подлежат определению в процессе исследования фактической динамики распределения примеси по всем органам. Измерения наиболее эффективно может быть выполнены, когда-либо сами нано- и субмикронные частицы обладают регистрируемой радиоактивностью, либо когда в вводимую примесь внедрена аналогичная радиоактивная изотопная метка [1, 2, 5]. В противном случае вместо идентификации истинных параметров динамической системы приходится постулировать их значения путём экспертного решения [8].

Подчеркнём, что в данном случае с моделью биокинетики связаны две математические задачи: прямая и обратная. В прямой задаче по известным параметрам и структуре модели при заданном темпе поступления находят содержание поступающего вещества в различных компартментах организма (например, см. работы [6, 7] при описании острого поступления). В обратной задаче, наоборот, по известному поступлению и отдельным наблюдениям в компартментах находят параметры, которые, собственно, и несут всю информацию о взаимодействии поступающей примеси с органами. Разумеется, наличие измерительной погрешности содержания в компартментах вместе со структурой модели ведёт к появлению неопределённости у оцениваемых параметров. Более того, в итерационном процессе решения

обратной задачи приходится многократно решать и прямую задачу, а качество решения может зависеть от выбора критерия качества, носящего обычно функциональный характер. Разумеется, решение обратной задачи – более трудоёмкий процесс, имеющий к тому же ряд особенностей, на которые не всегда исследователи обращают своё внимание.

Важные особенности решения обратных задач биокинетики. История решения обратных задач довольно продолжительна [4]. Поэтому любой перечень их особенностей никогда не будет исчерпывающим, однако ряд пунктов можно считать очевидными.

1. Обычно измеряемые величины имеют положительный знак. Поэтому случайные погрешности их измерения не могут подчиняться нормальному закону распределения. Если при этом для построения функционала оценки качества модели применяются методы вероятностного правдоподобия, они не должны опираться на нормальный закон или метод наименьших квадратов. Следует также иметь в виду, что содержание примеси в динамике для разных компартментов весьма различно. Соответственно, нельзя использовать предположения о равномерном характере абсолютных погрешностей результатов измерений. В то же время техника измерений интуитивно обычно строится так, чтобы достичь для разных компартментов приблизительно одинаковых относительных погрешностей. Следовательно, вполне подходящим может оказаться предположение о приблизительно логнормальном распределении погрешностей величин содержаний.

2. Принципиально положительными по смыслу являются также параметры динамической модели, т.к. знак уже учтен самой структурой направленного соединения компартментов. Тогда разумно применять репараметризацию задачи, представляя в качестве неизвестных логарифмы параметров правой части системы ОДУ.

3. Для функциональных методов оптимизации качества решения обратной задачи характерно существование локальных экстремумов функционала оценки в пространстве параметров. Обычные пошаговые или градиентные методы оптимизации в этом случае склонны к «застреванию» в не самых оптимальных точках пространства. Следовательно, методы направленного поиска, использующие производные, должны быть усилены адекватными методами случайного поиска на ограниченном пространстве, например, генетическими алгоритмами оптимизации.

4. Решение всякой обратной задачи может быть охарактеризована неким числом обусловленности, которое может быть интерпретировано в качестве своеобразного коэффициента усиления между относительной погрешностью входных данных и относительной неопределенностью идентификации вектора параметров биокинетической модели. Эта величина всегда больше единицы, следовательно, требования к точности входных данных должны быть всегда выше требований к точности определения параметров. Если в типичном лучшем случае число обусловленности  $\delta \approx 10 - 100$ , то погрешность входных данных не должна превышать  $10 - 1\%$ . То есть, входные данные должны быть измерены достаточно тщательно, иначе параметры модели не попадут даже в порядок своей истинной величины. Апостериорная оценка числа обусловленности может сигнализировать о качестве выбора структуры модели. Например, при числах обусловленности  $\delta \sim 10^3 - 10^5$  или выше можно уверенно говорить о том, что для некоторых камер в структуре модели есть множество конкурирующих путей поступления, что позволит либо отказаться от излишней детализации, либо перейти от способа описания через содержание вещества в камерах к способу описания через удельное содержание в ткани или группе тканей.

5. Большое значение для правильной оценки параметров может иметь любая априорная информация об их величине и о структуре модели. Вместе с её применением приобретает значение применение байесовского подхода к оценке, который в силу своего интервального характера приводит к отказу от оценок максимального правдоподобия, дающих методическое смещение. Например, для унимодального функционала качества центральная оценка вектора параметров может быть получена как совокупность медианных оценок его компонент. Техническая реализация этого подхода предполагает применение метода Монте-Карло.

6. Как было видно из предыдущего пункта, при решении обратных задач вообще противопоказано применение любых численных алгоритмов, имеющие склонность к накоплению вычислительной погрешности. Это означает, что решение прямой задачи не допускает применение пошаговых алгоритмов типа Рунге-Кутты, предиктор-корректор или конечно-разностных, типа метода Адамса. Необходимо использовать прямые «точные» методы решения с использованием потенцирования матриц [6, 7] (матричных экспонент).

7. Ныне применяемая техника выполнения эксперимента не позволяет выполнять непрерывное наблюдение за содержанием исследуемого вещества во всех камерах одного животного, поэтому для измерений необходимо использовать однородную группу модельных животных (одной видовой линии, одного возраста, пола и близких массогабаритных характеристик). Иначе невозможно говорить об их общей биокинетической модели. В этом случае необходимы дополнительные знания о приемлемых способах межвидовой биологической экстраполяции результатов, то есть переноса с одной группы животных на другую.

8. Типичные математические модели биокинетики автоматически предполагают выполнение законов сохранения вещества или контроль за его распадом. Разумеется, реальные данные биофизических измерений должны соответствовать аналогичным требованиям, то есть необходим динамический мониторинг во всех органах модельной структуры. Например, недопустима ситуация, когда исследуемое вещество вводится животному через рот, но при этом биофизики «забывают» измерять его содержание в желудочно-кишечном тракте [1] или лёгких [2]. Отметим также, что как для решения прямой задачи биокинетики, так и для решения обратной задачи, величина и путь поступления должны быть точно известными.

**Заключение.** Можно констатировать, что, несмотря на довольно длительную историю создания методов решения обратных задач биокинетики, готовых и адекватных компьютерных инструментов для этого или просто мало, или они доступны только на узковедомственном уровне. Это подтверждает, например, поиск соответствующих программ для ЭВМ, зарегистрированных в открытых реестрах РосПатента. Нами обнаружена только одна подобная программа [3], да и то не предполагающая основательной оптимизации поиска решения. Кроме того, в процессе её применения использовались некорректно собранные данные [2].

#### Библиографический список

1. Котенко К.В. и др. Экспериментальное исследование биокинетики наночастиц оксида цинка в организме крыс после однократного перорального введения с использованием технологии меченых атомов // Медицинская радиология и радиационная безопасность. — 2012. — Т.57, №5. — С. 5-10.
2. Студентом МИФИ разработана математическая модель биокинетики наночастиц серебра в организме животных и человека [Электронный ресурс] // Атомная энергия 2.0. — 2016. URL: <https://www.atomic-energy.ru/news/2016/07/01/67227>. (Дата обращения 10.02.2022).
3. Соловьев В.Ю., Кормазева Е.С., Круглова М.А. Нанобиокинетика-16 // ПрЭВМ RU 2016619378. Дата публикации 20.09.2016. — 2 с. URL: <https://www1.fips.ru/registers-web/>.
4. Фармакокинетика [Электронный ресурс] // Wikipedia. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Фармакокинетика>. (Дата обращения 10.02.2022).
5. Antsiferova et al. A Study of Titanium Dioxide Nanoparticle Biokinetics via the Radiotracer Technique upon Intragastrical Administration to Laboratory Mammals // Nanotechnologies in Russia. — 2018. — Vol. 13, Nos. 1-2. — P. 51-60.
6. Birchall A., James A.C. A microcomputer algorithm for solving first order compartmental models involving recycling // Health Physics. — 1989. — V.56, No.6. — P. 857-868.
7. Beni M.S., Watabe H., Yu K.N. CompVision: An open-source five-compartmental software for biokinetic simulations // Open Physics. — 2021. — V.19. — P.454-459.

8. Ritter J.K. PHARMKIN: Pharmacokinetics teaching simulation [Электронный ресурс] // URL: <https://www2.courses.vcu.edu/ptxed/ptx/download/PharmkinSimulation.pdf>. (Дата обращения 10.02.2022).

**УДК 618.2**  
**ГРНТИ 76.29.48**

## **ИСХОДЫ БЕРЕМЕННОСТЕЙ У ЖЕНЩИН, ПОДВЕРГШИХСЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ ХРОНИЧЕСКОМУ ОБЛУЧЕНИЮ**

Румянцева А. В., Азизова Т. В., Банникова М. В.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г.Озёрск, Челябинская область*

clinic@subi.su

В данной работе приводится анализ исходов беременностей у женщин, подвергшихся хроническому облучению. Представлены основные возрастные характеристики репродуктивной функции женщин. Среднее количество беременностей на одну женщину составило  $4,9 \pm 3,5$ , а показатель средней плодовитости –  $2,0 \pm 1,1$  ребенка на одну женщину.

*Ключевые слова:* женщины-работницы, репродуктивная система, исход беременности, роды, аборт, профессиональное облучение.

## **PREGNANCY OUTCOMES IN FEMALES OCCUPATIONALLY EXPOSED TO IONIZING RADIATION**

Rumyantseva A. V., Azizova T. V., Bannikova M. V.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

The paper reports an analysis of pregnancy outcomes in females chronically exposed to ionizing radiation. Main age characteristics of the female reproductive function are provided. The average number of pregnancies per woman was  $4.9 \pm 3.5$ , and the average fertility performance was  $2.0 \pm 1.1$  children per woman.

*Keywords:* female workers, reproductive system, pregnancy outcome, delivery, abortions, occupational exposure to ionizing radiation.

**Актуальность.** В настоящее время в условиях снижения численности трудоспособного населения в Российской Федерации, связанного со снижением рождаемости и ростом смертности, охрана репродуктивного здоровья населения является важнейшим направлением государственной политики, определяющим национальную безопасность России. Немаловажное место в сохранении репродуктивного потенциала и роста рождаемости занимают профилактика и лечение профессиональных заболеваний репродуктивной сферы у женщин и мужчин, работающих во вредных условиях труда [3, с. 33].

Репродуктивная система (РС) женщины является одним из чувствительных индикаторов неблагоприятного воздействия окружающей среды и отдельных ее компонентов. Вредные производственные факторы в том числе ионизирующее излучение, могут являться причиной развития у работниц профессиональных и общесоматических заболеваний, влияющих на фертильность женщин [7, с. 32].



Целью настоящего исследования является оценка исходов беременностей у женщин, подвергшихся профессиональному хроническому облучению.

### Материал и методы

Изучаемая когорта женщин идентифицирована на основе информации, содержащейся в медико-дозиметрической базе данных «Клиника» [1, с. 26] и включает 5689 женщин, впервые нанятых на один из основных заводов ПО «Маяк» (реакторный, радиохимический или плутониевый) в период 1948 – 1982 гг. и наблюдавшиеся до 31.12.2018 г.

В период становления ПО «Маяк» (1948 – 1953 гг.) на предприятие было нанято 36,9% женщин изучаемой когорты. В репродуктивном (детородном) возрасте (с 18 до 45 лет) начали работать 94,5% женщин; средний возраст на момент найма составил  $27,3 \pm 0,1$  лет.

Жизненный статус на 31 декабря 2018 г. был известен у 95,8% женщин. Установлено, что на конец периода наблюдения умерли 58,8% женщин изучаемой когорты. Средний возраст живых и умерших женщин составил  $58,2 \pm 23,7$  лет и  $61,3 \pm 21,1$  лет соответственно.

Все женщины изучаемой когорты подвергались профессиональному облучению; работницы реакторов подвергались только внешнему облучению, тогда как работницы радиохимического и плутониевого заводов помимо внешнего облучения могли также подвергаться внутреннему альфа-облучению от инкорпорированного плутония-239.

Для всех работниц изучаемой когорты были известны поглощенные в репродуктивных органах (матка и яичники) дозы внешнего гамма-излучения. Средняя суммарная поглощенная в яичниках и матке доза внешнего гамма-излучения составила  $0,34 \pm 0,01$  Гр. Внешнее гамма-облучение в суммарной поглощенной дозе свыше 1,0 Гр в матке и яичниках зарегистрировано у 8,8% и 9,1% женщин соответственно.

Статистический анализ данных проведен с использованием стандартного пакета Statistica 6.0. В таблицах представлены основные репродуктивные характеристики  $\pm$  стандартное отклонение. Для оценки статистической значимости различий средних величин использовали t-критерий Стьюдента; уровень статистической значимости оценивали при  $p < 0,05$  [8, с. 459; 11, с. 384].

### Результаты

Основные возрастные репродуктивные характеристики у женщин изучаемой когорты представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Возрастные характеристики репродуктивной функции женщин изучаемой когорты

Возрастные характеристики	Среднее $\pm$ стандартное отклонение	Медиана (минимум; максимум)
Возраст наступления менархе, лет	$15,1 \pm 1,8$	15 (10; 24)
Возраст полового дебюта, лет	$21,7 \pm 3,2$	21 (15; 56)
Возраст вступления в брак, лет	$21,7 \pm 3,2$	21 (15; 42)
Возраст начала менопаузы, лет	$49,3 \pm 4,3$	50 (20; 60)

Беременности были зарегистрированы у 85,7% женщин изучаемой когорты. Структура исходов беременностей у женщин изучаемой когорты представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура исходов беременностей в изучаемой когорте женщин

Беременности и их исходы	Число	%	Среднее $\pm$ стандартное отклонение	Медиана (минимум; максимум)
Общее число беременностей	23972	100	$4,9 \pm 3,5$	4 (1; 34)
Исходы:				

Беременности и их исходы	Число	%	Среднее $\pm$ стандартное отклонение	Медиана (минимум; максимум)
– Роды	9682	40,4	$2,0 \pm 1,1$	2 (0; 14)
– Медицинские аборт	10997	45,9	$2,3 \pm 2,6$	1 (0; 23)
– Спонтанные аборт	1559	6,5	$0,3 \pm 0,7$	0 (0; 15)
– Криминальные аборт	1359	5,7	$0,3 \pm 1,0$	0 (0; 25)
– Внематочная беременность	217	0,9	$0,1 \pm 0,2$	0 (0; 2)
– Неизвестно	158	0,7	–	–

Исходы от первой беременности распределились следующим образом: у 90,4% женщин первая беременность завершилась родами, у 5% женщин самопроизвольным аборт

У 78 (1,4%) женщин изучаемой когорты беременность завершилась многоплодными родами.

### Обсуждение

Женское здоровье зависит от многих факторов, поэтому при оценке влияния облучения на исходы беременностей и родов необходимо учитывать каждое звено РС.

Длительность репродуктивного периода для каждой женщины определяется индивидуально, начиная с появлением первой менструации и завершается менопаузой [2, с. 12]. У женщин изучаемой когорты средний возраст первой менархе составил  $15,1 \pm 1,8$  лет, медиана (минимум, максимум) составили 15 (10 – 24) лет, что хорошо согласуется с литературными данными свидетельствующие о том, что возраст начала менархе, как правило приходится на 15 лет [14, с. 116; 12, с. 167].

Одной из функций, характеризующей работу РС, является половая, нормальная реализация которой обеспечивает продолжение рода человека. Средний возраст полового дебюта и вступления в брак у женщин изучаемой когорты составил  $21,7 \pm 3,2$  лет. По мнению специалистов, 20 – 27 лет, является оптимальным возрастом для вступления в брак и рождения ребенка [4, с. 18; 5, с. 63].

Как показал настоящий анализ средний возраст наступления менопаузы у женщин изучаемой когорты составил  $49,3 \pm 4,3$  лет, что хорошо согласуется с литературными данными [10, с. 111; 12, с. 167].

К факторам женского здоровья, оказывающим влияние на РС, относят количество беременностей, их течение, количество родов, искусственных и самопроизвольных абортов [10, с. 111]. Среднее количество беременностей на одну женщину в изучаемой когорте составило  $4,9 \pm 3,5$ , а показатель средней плодовитости –  $2,0 \pm 1,1$  ребенка на одну женщину, что ниже соответствующих показателей у женщин в СССР в 1950 – 1981 гг. [6, с. 59]. Полученный результат требует дальнейшего углубленного изучения.

В структуре исходов беременностей у женщин изучаемой когорты на первом месте были медицинские аборт (45,9%), что хорошо согласуется с данными советского периода России и настоящего времени [13, с. 29; 9, с. 47].

Многоплодная беременность рассматривается как один из показателей, отражающих состояние репродуктивной системы. Частота многоплодия среди всех родов в изучаемой когорте женщин составила 0,81%, что согласуется с соответствующими показателями в когорте женщин, подвергшихся хроническому радиационному воздействию в населенных пунктах вдоль реки Теча [15, с. 29].

### Заключение

Таким образом в результате анализа отдельных репродуктивных характеристик (возраст наступления менархе, возраст полового дебюта, возраст вступления в брак, возраст начала менопаузы, исходы беременностей) в когорте женщин, подвергшихся хроническому

облучению, не выявлено существенных отличий от соответствующих показателей у женщин Российской Федерации, за исключением сниженного показателя средней плодовитости.

На следующем этапе исследования планируется детальное изучение ближайших и отдаленных эффектов профессионального облучения в репродуктивной системе, оценка риска и анализ зависимости доза-эффект для основных характеристик репродуктивного здоровья с учетом радиационных и нерадиационных факторов.

#### Библиографический список

1. Медико-дозиметрическая база данных «Клиника» работников ПО «Маяк» и их семей / Т. В. Азизова, И. И. Тепляков, Е. С. Григорьева [и др.] // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2009. – № 5(54). – С. 26–35.
2. Поздний репродуктивный период, перименопауза и гормональная контрацепция. Опыт применения препарата Новинет / А. Н. Акопян, Е. А. Межевитинова, Т. Н. Бебнева, Н. М. Назарова // Гинекология. – 2007. – № 2(9). – С. 12–18.
3. Производственные факторы и репродуктивное здоровье: каузация и оценка профессиональных рисков / С. А. Бабанов, Л. А. Стрижаков, И. А. Агаркова [и др.] // Гинекология. – 2019. – № 4(21). – С. 33–43.
4. Течение беременности и исходы родов в возрастном аспекте / С. В. Баринев, И. В. Шамина, Ю. И. Тирская [и др.] // Фундаментальная и клиническая медицина. – 2016. – № 2(1). – С. 18–24.
5. Василенко, А. А. Возраст для вступления в брак. Ранние браки / А. А. Василенко, А. В. Лошкарев // ACADEMY. – 2016. – № 11(14). – С. 63–66.
6. Население СССР: Справочник / А. Г. Волков, Р. М. Дмитриева, Ж. А. Зайончковская, [и др.]. – М.: Политиздат, 1983. – 191 с.
7. Научное обоснование профилактики нарушений репродуктивного здоровья работниц, занятых обогащением руд и цветных металлов / М. К. Гайнуллина, Э. Р. Шайхлисламова, Л. К. Каримова [и др.] // Медицина труда и экология человека. – 2019. – № 3. – С. 32–39.
8. Гланц, С. Медико-биологическая статистика / С. Гланц. – М.: Практика, 1998. – 459 с.
9. Клинова, М.А. Некоторые аспекты контрацептивной культуры советского общества 1950–1980-х годов: опыт осмысления в отечественной литературе / М. А. Клинова // Здравоохранение Российской Федерации. – 2012. – № 2. – С. 47–48.
10. Факторы женского здоровья с точки зрения старения репродуктивной системы и риска развития сердечно-сосудистых заболеваний / О. В. Лопатина, В. Е. Балан, О. Н. Ткачева [и др.] // Альманах клинической медицины. – 2015. – № 37. – С. 111–117.
11. Мерков, А. М. Санитарная статистика (пособие для врачей) / А. М. Мерков, Л. Е. Поляков. – М.: Медицина, 1974. – 384 с.
12. Нацун, Л. Н. Здоровье женщин репродуктивного возраста / Л. Н. Нацун // Society and security insights. – 2020. – Т. 3, № 3. – С. 167–181.
13. Радзинский, В. Е. Аборты в России / В. Е. Радзинский, В. И. Журавлева // Акушерство и Гинекология. – 2009. – № 2(34). – С. 29–33.
14. Особенности становления менструальной функции у девушек подростков при дефиците массы тела / М. Б. Хамошина, Р. Г. Абдуллаева, Л. С. Хасханова [и др.] // Вестник Российского университета дружбы народов. – 2009. – № 5. – С. 116–122.
15. Шалагинов, С. А. Частота многоплодных родов у женщин, подвергшихся хроническому радиационному воздействию в населенных пунктах на реке Тече / С. А. Шалагинов, А. В. Аклеев // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2010. – № 3(55). – С. 29–36.

УДК 632.938  
ГРНТИ 34.43.29

## ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА СОДЕРЖАНИЕ Т-ХЕЛПЕРОВ В ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ КРОВИ

Рыбкина В. Л., Адамова Г. В.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

e-mail: clinic@subi.su

Проведен анализ литературных данных о влиянии облучения на содержание Т-хелперов в различных когортах облученных лиц. Установлено, что при малых дозах облучения содержание этих клеток либо не изменялось, либо повышалось. При больших дозах облучения содержание их было снижено по сравнению с контролем и выявлена зависимость от дозы внешнего облучения.

*Ключевые слова:* Т-хелперы, облучение, выжившие после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС, лица, проживающие на загрязненных радионуклидами территориях, профессиональное облучение, естественный радиоактивный фон.

## INFLUENCE OF RADIATION FACTORS ON THE CONTENT OF T-HELPERS IN PERIPHERAL BLOOD

Rybkina V. L., Adamova G. V.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

The analysis of literature data on the effect of irradiation on the content of T-helpers in various cohorts of exposed individuals was carried out. It was found that at low doses of radiation, the content of these cells either did not change or increased. At high doses of irradiation, their content was reduced compared to the control, and a dependence on the dose of external irradiation was revealed.

*Keywords:* T-helpers, exposure, survivors of the atomic bombing of Hiroshima and Nagasaki, liquidators of the consequences of the accident at the Chernobyl nuclear power plant, people living in areas contaminated with radionuclides, occupational exposure, and natural radioactive background.

Т-хелперы (от англ. helper – помощник) – Т-лимфоциты, главной функцией которых является усиление адаптивного иммунного ответа. Анализ изменений их содержания в периферической крови в зависимости от дозы облучения представляет интерес в плане их использования для биодозиметрии.

*Выжившие после атомной бомбардировки Хиросимы и Нагасаки.* У жителей городов Хиросимы и Нагасаки, выживших после атомной бомбардировки через 42 – 46 лет после острого облучения (доза выше 1,5 Гр) наблюдалось снижение Т-хелперов по сравнению с контролем (доза облучения ниже 0,005 Гр) [21, с. 541; 22, с. 230].

*Ликвидаторы последствий аварии на Чернобыльской АЭС.* У ликвидаторов последствий аварии на ЧАЭС в отдалённом периоде после прекращения контакта с ионизирующим излучением (через 5 – 15 лет) одни исследователи не находили изменений в уровне Т-хелперов (1,0-5,0 Гр) [3, с.36; 5, с.98; 9, с. 110; 23, с. 112], другие наблюдали снижение содержания этих клеток [4, с. 55; 8, с. 77; 10, с. 16; 19, с.30; 20, с.530;], третьи – повышение [16, с. 480]. В другом исследовании у ликвидаторов аварии отмечалось снижение

абсолютного числа Т-хелперов, но относительное количество последних было повышенным [11, с. 607].

*Лица, проживающие на загрязненных радионуклидами территориях.* Снижение числа Т-хелперов было выявлено у детей, средняя доза облучения на красный костный мозг которых составила  $0,69 \pm 0,03$  Зв ( $0,01 \div 1,39$  Зв) радиоактивно-загрязнённых районов Украины через 22 года после аварии [28, с. 765].

Однако в более раннем исследовании (через 5 лет после аварии) показано, что у облучённых детей населённых пунктов Украины, проживавших вблизи ЧАЭС (средняя доза облучения составила  $0,57\text{--}3,09$  мЗв) средние показатели содержания Т-хелперов соответствовали таковым у здоровых необлучённых детей, что скорее всего обусловлено более низкими дозами у этих детей [15, с. 125].

При исследовании иммунного статуса у населения, проживающего после аварии на ЧАЭС на загрязнённых радионуклидами территориях ( $5 - 40$  Ки/км<sup>2</sup>) отмечено снижение содержания Т-хелперов через 7 – 8 лет после начала воздействия [12, с. 40].

По данным Аклеева А.В. и Овчаровой Е.А. (2007) снижение Т-хелперов было отмечено у жителей прибрежных сёл реки Теча через 53 – 56 лет после начала облучения [2, с. 8], в более отдалённые сроки содержание Т-хелперов у них не отличалось от таковых в группе сравнения [1, с. 94].

*Профессиональное облучение.* При профессиональном облучении рабочих, подвергшихся комбинированному воздействию внешнего гамма-излучения и включению трансураниевых элементов, средняя накопленная доза внешнего облучения составила 26,06 мЗв (диапазон:  $0,1\text{--}113,35$  мЗв было повышено относительное содержание Т-хелперов [16, с. 6].

Оценка влияния хронического профессионального воздействия на персонал ПО «Маяк» в отдалённые сроки показала, что у работников, подвергшихся внешнему  $\gamma$ -излучению в дозах  $0,5\text{--}3,0$  Гр отмечено зависимое от дозы снижение относительного содержания Т-хелперов [26, с.110]. При обследовании персонала АЭС «Козлодуй», Болгария, с кумулятивными дозами от  $0,06$  мЗв до  $766,36$  мЗв и контрольной группы лиц, не подвергавшихся профессиональному облучению, установлено, что имела тенденция к снижению количества Т-хелперов [18, с.3]. У работников завода в Селлафилде статистически значимых изменений в содержании Т хелперов не выявлено. Накопленная доза внешнего облучения составляла  $0,206 - 0,761$  Зв [25, с.495].

У рентгенологов, работа которых связана с воздействием малых доз ионизирующего излучения, по одним данным, не отмечено изменений в содержании Т-хелперов [20, с. 105], по другим – содержание их было ниже по сравнению с показателями лиц контрольной группы [27, 100].

У лиц, работающих на объектах по уничтожению ядерного оружия, была отмечена тенденция к повышению уровня Т-хелперов [6 с. 163]. Не найдено различий в содержании Т-хелперов у работников горно-химического комбината (накопленная доза не превышала 1 Зв) при сопоставлении с показателями у лиц, не имевших контакта с источниками ионизирующего излучения [8, с.532].

*Естественный радиоактивный фон и жилые помещения.* Среднее процентное содержание Т-хелперов у облученных лиц в жилых помещениях с повышенным радиоактивным фоном было значительно ниже, чем у контрольных. Доза гамма-излучения от строительных материалов составила в среднем 169 мЗв в течение 2–13 лет. Число Т-хелперов отрицательно коррелировало с дозой [14, с. 1235].

Исследования, в которых изучались жители, проживающие в районе Янцзянь с высоким уровнем радиационного фона (с кумулятивными дозами до 249 мЗв), показали тенденцию к повышению содержания Т-хелперов периферической крови, причем последнее коррелировало с дозой. [24, с. 765].



Анализ литературных данных о влиянии облучения на содержание в периферической крови Т-хелперов свидетельствует о зависимости этого влияния от дозы облучения и времени, прошедшего после окончания облучения.

#### Библиографический список

1. Аклеев, А.А. Особенности функционального состояния иммунной системы в отдалённом периоде у лиц, подвергшихся хроническому облучению *in utero* // Российский иммунологический журнал. – 2017. – №2(11). – С. 93-96.
2. Аклеев, А.В., Овчарова Е.А. Иммунный статус людей, подвергшихся хроническому радиационному воздействию, в отдалённые сроки // Медицинская радиология и радиационная безопасность. – 2007. – №3(52). – С.5-9.
3. Беляков И.М. Роль поражений вспомогательных клеток иммунной системы в формировании иммунодефицитов при лучевом воздействии и ожоговой болезни: автореф. дис. докт. мед. наук: – М.: 1993 – 52 с.
4. Ветлугина, Т.П. Волкова Е.М., Семке В.Я., Бохан Н.А. Типы иммунного статуса у ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС в отдалённом периоде после катастрофы // Иммунология. – 2001. – №4. – С.54-56.
5. Матвеев В.Н. Сачек М.М., Жаворонок С.В. Субпопуляционный состав лимфоцитов периферической крови у участников ликвидации аварии на ЧАЭС. // тез. докл. Междунар.науч.конф., посвящённой 5-летию образов. Гомельского государственного мед. ин-та. – Гомель: 1995. – С.97-98.
6. Орадовская И.В., Оприщенко М.А., Лейко И.А., Иванов В.В., Забелов В.М., Лусс Л.В., Никонова М.Ф., Чернецова Л.Ф., Ерохина С.М., Касперович Л.Л., Тебенькова Е.П., Братухин К.П., Феоктистов В.В. Иммунный статус персонала объекта уничтожения ядерного оружия (УЯО). Итоги четырёхлетнего наблюдения // «Радиационные исследования (радиобиология, радиоэкология, радиационная безопасность)»: тез. докл. IV съезд. – М.: 2001 – С.163.
7. Орадовская И.В. Иммунный статус ликвидаторов аварии на ЧАЭС в отдалённом периоде. Иммунологическая характеристика пролиферативных заболеваний // «Хроническое радиационное воздействие: медико-биологические эффекты»: тез.докл. III межд.симпозиума – Челябинск: «Челябинская государственная медицинская академия», 2005. – С.77-78.
8. Орадовская, И.В. Иммунологический мониторинг катастрофы в Чернобыле. Отдалённый период (2001-2006 г.г.). Итоги многолетних наблюдений // М.: ООО МИГ «Медицинская книга», 2007. – 608с.
9. Потапнев М.П., Кузьменок О.И., Потапова С.М., Смольникова В.В., Мыслицкий В.Ф., Ржеутский В.А., Василевская Т.А., Васюхина Л.В. Функциональная недостаточность Т-клеточного иммунитета ликвидаторов через 10 лет после аварии на ЧАЭС // Доклады НАН Белоруси.– 1998. – №4(42). – С.109 – 113.
10. Тимошевский А.А. Реакции лейкоцитов периферической крови на действие ионизирующих излучений *in vitro*. автореф. дисс. канд.мед.наук: – Спб.: 1999. – 20с.
11. Титова Л.Д., Орадовская И.В., Шарова Н.И. Сравнительная оценка содержания субпопуляций Т-лимфоцитов, альфа1-тимозина и аутоантител к эпителиальным клеткам тимуса у персонала 30-километровой зоны контроля аварии на Чернобыльской АЭС // Радиационная биология. Радиоэкология. – 1996. – Т. 36, № 4. – С. 601-609.
12. Цвелёв Ю.В., Кира Е.Ф., Беженарь В.Ф., Гребенюк А. Н. Характер изменений иммунитета у женщин-ликвидаторов аварии на Чернобыльской АЭС и эвакуированных с радиоактивно загрязнённой территории // Военно-Медицинский Журнал. – 1997. – №1(318). – С.38-42.
13. Bazyka D., Pienko I., Sushko V., Loganovsky K., Lyashenko L., Golyarnik N., Lyaskivska O., Nechaev S., Shvayko L., Bazyka K., Pilinska M., Bezdrobna L. Biological markers of external

- and internal exposure in shelter construction workers: a 13-year experience // *Radiation Protection Dosimetry*. – 2018. – №1. – P. 1-8.
14. Chang W. P., Hwang J. S., Hung M. C., Hu T. H., Lee S. D., Hwang B. F. Chronic low-dose c-radiation exposure and the alteration of the distribution of lymphocyte subpopulations in residents of radioactive buildings // *Int. J. Radiat. Biol.* – 1999. – №. 10 (75). –P. 1231-1239.
  15. Chernyshov V.P., Vykhovanets, E.V., Slukvin I.I., Antipkin, Y.G., Vasyuk, A.N., Strauss, K. W. Analysis of blood lymphocyte subsets in children living on territory that received high amounts of fallout from Chernobyl accident // *Clin. Immunol. Immunopathol.* – 1997. – V.84. – P.122–128.
  16. Chumak A. Thevenon C., Gulaya N. Monohydroxylated fatty acid content in peripheral blood mononuclear cells and immune status of people at long times after the Chernobyl accident // *Radiation Research*. – 2001. – № 5 (156) (Part 1). – P. 476-487.
  17. Gyuleva I., Panova D., Djounova J., Rupova I. Assessment of some immune parameters in occupationally exposed nuclear power plants workers: flow cytometry measurements of T, B, NK and NKT cells // *Dose-Response*. 2015. URL: <https://doi.org/10.2203/dose-response.14-041.Gyuleva> (дата обращения 03.03.2022).
  18. Hrycek A. Czernecka-Micinska A., Klucinski P., Badowski R. Peripheral blood lymphocytes and selected serum interleukins in workers operating X-ray equipment // *Toxicol. Lett.* – 2002. – №2(132). – P.101-107.
  19. Ivanitskaia N.F., Savchenko M.V., Sorokina S.F. Li Ia. B. Immune system function in the participants the cleanup of the aftermath of the accident the Chernobyl Atomic Electric Power Station // *Lik Sprava*. – 1996. – №3-4. – P.31-33.
  20. Kurjane N., Bruvere R., Shitova O., Romanova T., Jaunalksne I., Kirschfink M., Sochnevs A. Analysis of the immune status in Latvian Chernobyl clean-up workers with nononcological thyroid diseases // *Scand J Immunol.* – 2001. – №5(54). – P. 528-533.
  21. Kusunoki Y., Kyoizumi S., Yamaoka M., Kasagi F., Kodama K., Seyama T. Decreased proportion of CD4 T Cells in the blood of atomic bomb survivors with myocardial infarction. // *Radiat. Res.* – 1999. – V.152. – P.539-543.
  22. Kusunoki Y., Kyoizumi S., Hirai Y., Suzuki T., Nakashima E., Kodama K., Seyama T. Flow cytometry measurements of subsets of T, B, and NK cells in peripheral blood lymphocytes of atomic bomb survivors // *Radiat. Res.* – 1998. – V.150. – P.227-236.
  23. Kuzmenok O., Potapnev M., Potapova S. Late effects of the Chernobyl radiation accident on T cell-mediated immunity in cleanup workers // *Radiation Research*. – 2003. – Vol. 159, № 1. – P. 109-116.
  24. Li K., Li W., Jia, Y., Liu, J., Tan, G., Zou, J., Li, X., Su, Y., Lei, S., Sun, Q.,. Long-term immune effects of high-level natural radiation on Yangjiang inhabitants in China // *Int. J. Radiat Biol.* – 2019.– Vol.95.– P.– 764-770.
  25. Rees G. S., Daniel C. P., Morris S. D., Whitehouse C. A., Binks K., MacGregor D. H., Tawn E. J. Occupational exposure to ionizing radiation has no effect on T- and B-cell total counts or percentages of helper, cytotoxic and activated T-cell subsets in the peripheral circulation of male radiation workers // *Int. J. Radiat. Biol.* – 2004. – No. 7(80). – 493-498.
  26. Rybkina, V.L., Bannikova M.V., Adamova G.V. Immunological markers of chronic occupational radiation exposure // *Health Physics*. – 2018. – № 1(115). – P. 108-113.
  27. Serhatlioglu, S. Ogur E., Ozan, A.T., Gursu F., Godekmerdan A., Ayar A. Biochemical and immunological effects of ionizing radiation in radiology staff members // *Tani Girisim. Radyol.* – 2004. – №2(10). – P.97-102.
  28. Sheikh Sajjadih M.R., Vykhovanets E.V., Chernyshov V.P., Slukvin I.I., Antipkin, Y.G., Vasyuk A., Colos V. Effect of ionizing radiation on development process of T-cell population lymphocytes in Chernobyl children. Analysis of blood lymphocyte subsets in children living around Chernobyl exposed long-term to low doses of cesium-137 and various doses of iodine-131. *Radiat. Res.* –2000. – Vol.153.–P. 760 – 772.

УДК 314.9  
ГРНТИ 05.11.15

## ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ И ВОЗРАСТНО-ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЫ НАСЕЛЕНИЯ ОЗЕРСКА

Тельнов В. И.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

tv@subi.su

Изучена динамика численности и возрастно-половой структуры в годы переписи населения Озерска. Результаты свидетельствуют о депопуляции, гендерном дисбалансе и о неблагоприятных изменениях возрастно-половой структуры, указывающие на развитие старения населения в последние годы. Сделан вывод о необходимости углубленного анализа процесса старения населения на основе традиционных и альтернативных показателей.

*Ключевые слова:* население Озерска, численность, возрастно-половая структура, соотношение мужчин и женщин, средний возраст, динамический анализ.

## CHANGES IN OZYORSK POPULATION AND ITS AGE-SEX PATTERN OVER TIME

Telnov V. I.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

Changes in Ozyorsk population and its age-sex pattern registered in years of population censuses were analyzed over time. The results demonstrated depopulation, gender imbalance and adverse changes in the population age-sex pattern denoting the population ageing during recent years. It was concluded that a detailed analysis of population ageing considering conventional and alternative rates was required.

*Keywords:* Ozyorsk population, age-sex pattern, male to female ratio, average age, dynamic analysis

Введение. После реформ 90-х годов в целом не очень благоприятная демографическая ситуация в стране стала еще больше ухудшаться. Для ее стабилизации и последующего улучшения разработана Концепция демографической политики РФ на период до 2025 года [10]. Особенно важной эта проблема является для малых городов, в том числе для закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО) Росатома, имеющих значительно меньшие демографические ресурсы [8].

Одной из наиболее общих количественных демографических характеристик является численность населения. Как правило, большинство демографических исследований начинается именно с анализа численности населения. Однако сам по себе этот показатель является пассивным итогом ряда демографических процессов. Основное значение данного показателя заключается в грубой оценке демографических процессов, лежащих в его основе. К этим процессам прежде всего относятся рождаемость, смертность и миграция населения.

Важнейшей социально-демографической характеристикой населения является возрастно-половая структура, играющая ведущую роль во всех демографических процессах [5]. При этом она находится в центре демографических событий. С одной стороны, возрастная структура является результатом предшествующих демографических изменений, в частности режима воспроизводства населения, с другой стороны, сама воздействует на эти процессы в

настоящем и будущем. Ведущая особенность динамики современной возрастной структуры населения заключается в его постарении [7].

Проведение социально-экономической политики в условиях стареющего общества предполагает углубленное статистическое изучение демографического старения на основе комплексного анализа возрастно-половой структуры населения [4,6]. Целью настоящей работы явился динамический анализ численности и возрастно-половой структуры населения г. Озерска за годы переписи в 1959-2010 годах и по официальным данным 2020 года.

Материалы и методы. Сведения о численности и возрастно-половом составе населения в Озерске, были получены из городского ЗАГСА, в отделе статистики городской администрации и в Челябинскстате. Сравнительный анализ проводился на основе данных переписи городского населения России [2].

На основе полученных данных был проведен предварительный анализ динамики численности и возрастно-половой структуры населения в возрастных группах 0-14, 15-49, 50+, 60+, 65+ и 80+ лет, процентного соотношения мужчин и женщин, числа женщин на 1000 мужчин и среднего возраста. Для оценки возрастной структуры населения использовали классификацию шведского демографа Sundbarg G. [цит. по 5], предусматривающую деление населения на три возрастные группы: дети (0–14 лет), родители (15–49 лет) и прародители (50 лет и старше). В качестве интегрального показателя был использован индекс возрастной структуры (ИВС), который определяли по предложенной нами формуле [9], как среднее отклонение доли детей и прародителей от современных европейских стандартных значений, равных 0,22 и 0,29 соответственно [3]:

$$\text{ИВС} = (0,22/D_{0-14} + D_{50+}/0,29)/2,$$

где:

$D_{0-14}$  – доля населения в возрасте 0–14 лет,  $D_{50+}$  – доля населения в возрасте 50 и более лет.

При относительно постоянном удельном весе родителей (около 50%) существенно меняются лишь доли детей и прародителей, которые и определяют тип возрастной структуры. Прогрессивная структура характеризуется высокой долей детей (>22%) и низкой прародителей (<29%), что обеспечивает быстрый рост населения. При этом ИВС не превышает 0,9. Стационарная структура со стандартными долями детей (~0,22) и прародителей (~29%) характеризуется монотонной численностью населения. В этом случае ИВС колеблется от 0,90 до 1,10. Регрессивная структура с низким удельным весом детей (<22%) и высоким прародителей (>29%) не обеспечивает дальнейшего роста населения, что ведет к снижению его численности. Значения ИВС составляют 1,10 и больше. В соответствии с тремя типами возрастной структуры выделяют режимы воспроизводства населения: расширенное воспроизводство – в каждом следующем поколении (дети) людей больше, чем в предыдущем (родители) – (прогрессивная структура); простое воспроизводство – в последующих поколениях людей столько же, сколько в предыдущих (стационарная структура); суженное воспроизводство – в последующих поколениях людей меньше, чем в предыдущих (регрессивная структура) – [1].

Результаты исследования. В первые десятилетия численность населения Озерска увеличивалась в соответствии с потребностями кадрового обеспечения расширения основного производства и инфраструктуры города. После 2002 года численность населения стала снижаться, что, в конечном счете, было связано с ухудшением социально-экономического положения в Озерске, как и в России в целом. Из таблицы 1 видно, что с 1970 года появились первые признаки половой диспропорции населения (снижение доли мужчин и повышение доли женщин), которая возраслась вплоть до 2002 года.

Таблица 1 – Динамика численности и половой структуры населения Озерска

Годы	Все	Мужчины		Женщины		Число женщин на 1000 мужчин
	n	n	%	n	%	
1959	50064	25133	50,2	24931	49,8	992
1970	60662	28713	47,3	31949	52,7	1113
1979	70194	33287	47,4	36907	52,6	1109
1989	81341	38219	47,0	43122	53,0	1128
2002	84903	39286	46,3	45617	53,7	1161
2010	82164	38411	46,7	43753	53,3	1139
2020	77949	36779	47,2	41342	53,0	1125

При этом если в 1959 году на 1000 мужчин приходилось 992 женщины, то в 2002 году – 1161, а с 2010 по 2020 годы оставалось повышенным. В отличие от Озерска в РФ число женщин на 1000 мужчин снижалось с 1245 (последствие ВОВ) в 1959 году до 1140 в 1989 году, а затем колебалось в незначительных пределах: от 1148 до 1162 [11]. Общей тенденцией гендерного дисбаланса было его увеличение с повышением возраста и периода наблюдения. Особенно выраженным гендерный дисбаланс был в старших возрастных группах. Так, в 2010 году в группах 60+ и 65+ лет на 1000 мужчин приходилось 1881 и 2077 женщин соответственно, тогда как в группе 15-49 лет – всего 928, что согласуется с ситуацией в РФ: 1935, 2211 и 1056 соответственно [2]. Также установлено, что доли возрастных групп 0-14 лет существенно уменьшались с 33 до 13 % (табл. 2).

Таблица 2 – Динамика возрастной структуры (в %) у всего населения

Годы	n	Возрастные группы, лет					
		0-14	15-49	50+	60+	65+	80+
1959	50064	32,5	59,4	8,1	3,4	1,8	0,3
1970	60662	28,7	59,3	12,0	5,3	3,2	0,4
1979	70194	23,5	58,7	17,8	7,3	4,9	0,7
1989	81341	23,2	51,8	25,0	12,2	6,2	1,0
2002	84903	15,7	54,0	30,3	18,8	12,5	1,0
2010	82033	13,0	50,4	36,6	20,7	14,9	3,3
2020	77949	14,6	46,5	37,3	24,3	17,3	4,7
Евростандарт [8]		22,0	49,0	29,0	16,0	11,0	–

Доли возрастных групп 15-49 лет также уменьшались, но в меньшей степени, с 59 до 46 %. Доли более старших возрастных групп повышались: в группе 50+ в 5; в группе 60+ в 7,5; в группе 65+ в 14 и в группе 80+ лет (долголетие) в 16 раз. При этом, у женщин в возрастных группах (0-14 и 15-49 лет) наблюдалось более существенное снижение их доли относительно мужчин и, напротив, более выраженное повышение их доли в возрастных группах 50+, 60+, 65+ и 80+ лет. В целом, как следует из таблицы 3, с 1959 года. по 1989 год возрастная структура населения г. Озерска была прогрессивной, в 1989 году структура становится стационарной, и в дальнейшем, начиная с 2002 года и до конца наблюдения, – регрессивной.

Таблица 3 – Сравнительная динамика индекса возрастной структуры у населения Озерска

Группы	Годы переписи населения						
	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020
Мужчины	0,41	0,48	0,69	0,80	1,09	1,30	1,23
Женщины	0,54	0,69	0,86	1,00	1,35	1,66	1,57
Все	0,48	0,59	0,78	0,90	1,22	1,48	1,41



В результате сравнительного анализа динамики среднего возраста в годы переписи населения установлено, что у мужчин средний возраст повысился на 15,5 лет, у женщин – на 18,1 лет, а у всего населения – на 17,1 лет (табл. 4). Кратность увеличения в 2020 году по сравнению с 1959 годом оказалась практически одинаковой в сравниваемых группах: 1,69 у мужчин; 1,73 у женщин и 1,72 у обоих полов. Отмечены практически одинаковые темпы повышения среднего возраста у мужчин, женщин и всего населения.

Таблица 4 – Динамика среднего возраста (лет) населения Озерска

Группы	Годы переписи населения						
	1959	1970	1979	1989	2002	2010	2020
Мужчины	22,4	25,8	28,7	31,4	35,8	37,7	37,8
Женщины	25,8	30,0	32,4	35,8	39,7	43,3	44,6
Все	24,1	28,0	30,6	33,3	37,9	40,7	41,4

После 2010 года эти темпы несколько уменьшились. Средний возраст населения города увеличивался приблизительно на 3 года в каждые 10 лет. В России, несмотря на более высокие значения среднего возраста, десятилетнее увеличение было меньше и составило ~2 года [2]. Средний возраст женщин был выше, чем у мужчин, что можно объяснить более высокой продолжительностью их жизни и преобладанием в старших возрастных группах.

**Заключение.** Таким образом, численность мужского, женского и всего населения Озерска возрастала до 2002 года, а затем снижалась до 2020 года. До 2002 года число женщин на 1000 мужчин повышалось до 1161, после чего несколько уменьшалось (до 1125 в 2020 году). Число женщин на 1000 мужчин повышалось с возрастом и было особенно выраженным в старших возрастных группах. Динамика возрастной структуры всего, мужского и женского населения характеризовалась двумя прямо противоположенными процессами, а именно: снижением доли лиц в возрасте до 50 лет и повышением доли лиц в возрасте 50+ лет. С возрастом процесс снижения до 50 лет уменьшался, а процесс повышения после 50 лет – увеличивался. В целом эти процессы были более интенсивными у женщин. Индекс возрастной структуры (ИВС) как интегральный показатель отношения детского (0-14 лет) и старшего (50+ лет) населения к стандартным значениям свидетельствует о существенном уменьшении первых и росте вторых в результате чего ИВС значительно повысился, особенно у женского населения. За период наблюдения средний возраст у мужчин, женщин и всего населения города существенно вырос. Темпы роста были довольно высокими до 2010 года, после чего несколько снизились. Полученные результаты являются основанием для проведения следующего этапа комплексного анализа возрастной структуры с целью более полной характеристики процесса старения населения Озерска на основе традиционных и разработанных в последние годы альтернативных [12,13] показателей старения. Последние в отличие от первых учитывают и продолжительность жизни.

#### Библиографический список

1. Демография: Учебное пособие / Под ред. В.Г. Глушковой. – М.: КНОРУС, 2004. – 304 с.
2. Демографический ежегодник России. 2019: Стат.сб./ Росстат. – М., 2019. – 252 с.
3. Денисенко М.Б., Калмыкова Н.М. Демография: Учеб. пособие. – М.: ИНФРА-М, 2007. – 424 с.
4. Карпенко Л.И., Шарилова Е.Е. Статистическая оценка и анализ возрастной структуры населения при исследовании процесса демографического старения // Вопросы статистики. – 2008. – №5. – С. 62-69.
5. Пирожков С.И. Демографические процессы и возрастная структура населения. – М.: Статистика, 1976. – 135 с.
6. Практическая демография // Под редакцией Л.Л. Рыбаковского. – М.: ЦСП, 2005. – 280 с.

7. Современные проблемы старения населения в мире: тенденции, перспективы, взаимоотношения между поколениями // Под ред. Г.Ш. Бахметовой и Л.В. Иванковой. М.: МАКС Пресс, 2004. – 229 с.
8. Тельнов В.И., Третьяков Ф.Д. Динамика демографических процессов в городе атомной промышленности Озерске / Демографические перспективы России: материалы международной научно-практической конференции. «Демографическое будущее России: проблемы и пути решения». – М.: Academia, 2008. – С. 343-348.
9. Тельнов В.И., Третьяков Ф.Д. Медико-демографические аспекты здоровья населения моногорода атомной промышленности Озерска. // Здоровье населения промышленных моногородов: программа и материалы междисциплинарной конференции с международным участием, 24-25 апреля 2014 г., Челябинск. – 2014. – С. 104-120.
10. Указ Президента Российской Федерации от 9 октября 2007 г. № 1351 «КОНЦЕПЦИЯ демографической политики Российской Федерации на период до 2025 года».
11. Human Mortality Database: <http://www.mortality.org>
12. Lutz W., Sanderson W., Scherbov S. The coming acceleration of global population ageing // Nature. – 2008. – V. 451. – № 7179. – P.716-719.
13. Sanderson W., Scherbov S. A new perspective on population aging // Europe. Demographic Res. Papers. – 2005. – № 3.

**УДК 571.27; 614.876**  
**ГРНТИ 34.43.15**

# **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РОЛИ НЕКОТОРЫХ ЦИТОКИНОВ В РАЗВИТИИ ЗНО У РАБОТНИКОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ ХРОНИЧЕСКОМУ ОБЛУЧЕНИЮ**

Ослина Д. С., Адамова Г. В., Рыбкина В. Л., Азизова Т. В.

*ФГБУН Южно-Уральский институт биофизики ФМБА России,  
г. Озёрск, Челябинская область*

[clinic@subi.su](mailto:clinic@subi.su)

В работе рассмотрена роль цитокинов в развитии ЗНО у работников, подвергшихся хроническому профессиональному сочетанному облучению. Определено содержание IL-27, IL-17A, IL-12 и IL-35 в сыворотке периферической крови методом иммуноферментного анализа. Показано, что содержание IL-12 у облученных лиц без ЗНО статистически значимо снижено по сравнению с необлученными лицами с ЗНО и без ЗНО.

*Ключевые слова:* ионизирующее излучение, профессиональное облучение, цитокины, злокачественные новообразования.

# **THE STUDY OF THE ROLE OF SOME CYTOKINES IN THE DEVELOPMENT OF MALIGNANT NEOPLASMS IN OCCUPATIONALLY EXPOSED WORKERS**

Oslina D. S., Adamova G. V., Rybkina V. L., Azizova T. V.

*Southern Urals Biophysics Institute, Ozersk*

The study reviewed the role of cytokines in the development of malignant neoplasms in workers exposed to chronical combined professional irradiation. The content of IL-27, IL-17A, IL-12 and IL-35 in peripheral blood serum was determined by enzyme immunoassay. It was shown that

the content of IL-12 in exposed persons without neoplasms was statistically significantly reduced compared to non-irradiated persons with neoplasms and without neoplasms.

**Keywords:** ionizing radiation, occupational exposure, malignant neoplasms, cytokines.

## Введение

Цитокины – это белки, которые вырабатываются клетками и тканями, служат межклеточными посредниками. Различные цитокины соответствуют специфическим путям, активируемым рецепторами на поверхности клетки, которые, в свою очередь, вызывают внутриклеточные сигнальные каскады, влияющие на целевые клеточные функции [10, с. 32]. Комплекс цитокинов, продуцируемых в микроокружении опухоли, играет важную роль в патогенезе рака. Цитокины, которые высвобождаются в ответ на инфекцию, воспаление или в ходе иммунного ответа на антиген, могут подавлять развитие опухоли. В свою очередь, цитокины, которые ослабляют апоптоз и способствуют инвазии и метастазированию, способствуют росту опухоли [3, с. 12].

Показано, что у лиц, подвергшихся облучению в результате бомбардировки Хиросимы и Нагасаки, аварии на Чернобыльской атомной станции, в результате деятельности ПО «Маяк», профессионального облучения, проживания в регионах с повышенным естественным радиоактивным фоном, наблюдается повышенный уровень экспрессии провоспалительных цитокинов [6, с.129; 7, с.109; 13, с.108; 5, с.2; 2, с.73]. В то же время, сведения о роли цитокинов в развитии ЗНО у работников, подвергшихся хроническому облучению, ограничены.

Цель настоящего этапа исследования – оценка роли цитокинов в развитии ЗНО у работников, подвергшихся хроническому облучению.

## Материалы и методы

Для исследования роли цитокинов в развитии ЗНО у работников, подвергшихся профессиональному хроническому облучению, было сформировано несколько групп.

В группу 1 включены работники, подвергшиеся профессиональному хроническому облучению, у которых был установлен диагноз ЗНО после взятия образца крови. Группу 2 составили работники, подвергшиеся профессиональному хроническому облучению, у которых на момент обследования и после него не было диагноза ЗНО. В группу 3 включены лица, не подвергавшиеся профессиональному облучению, у которых был установлен диагноз ЗНО после взятия образца крови. Группу 4 составили лица, не подвергавшиеся профессиональному облучению, у которых не было диагноза ЗНО. Исключающими критериями для всех групп были явились участие в ликвидации последствий радиационных аварий, проживание на загрязненных радионуклидами территориях, терапевтическое облучение до начала обследования, установленный и верифицированный диагноз ИБС, ЦВЗ и облитерирующего атеросклероза периферических сосудов с тяжелыми осложнениями, аллергического и аутоиммунного заболевания, острого или обострения хронического инфекционного заболевания на момент обследования. В исследованных группах не выявлено различий по полу и возрасту. Характеристика исследованных групп представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики изучаемых групп

Группы	Возраст, лет		Суммарная поглощенная в ККМ доза внутреннего альфа-излучения, Гр		Суммарная поглощенная в ККМ доза внешнего гамма-излучения, Гр	
	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	М [перс.25 – перс.75]	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	М [перс.25 – перс.75]	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	М [перс.25 – перс.75]
Лица, подвергшиеся профессиональному хроническому облучению						
Группа 1 (N=21)	75,52; 4,69 [73,39 - 77,66] (66 - 88)	75 [73 - 77]	0,09; 0,11 [0,04 - 0,14] (0 - 0,5)	0,06 [0,04 - 0,1]	1,58; 1,12 [1,06 - 2,09] (0,59 - 6,1)	1,42 [0,94 - 1,74]

Группа 2 (N=17)	76,71; 4,06 [74,62 - 78,79] (70 - 85)	76 [74 - 80]	0,07; 0,05 [0,04 - 0,1] (0 - 0,2)	0,07 [0,04 - 0,09]	1,55; 0,42 [1,33 - 1,76] (0,73 - 2,3)	1,54 [1,41 - 1,8]
Лица, не подвергавшиеся профессиональному облучению						
Группа 3 (N=16)	75,06; 6,1 [71,81 - 78,32] (68 - 89)	75 [69,5 - 79]	–	–	–	–
Группа 4 (N=20)	73,8; 5,48 [71,23 - 76,37] (68 - 83)	72 [69 - 78,5]	–	–	–	–
p-value		0,3124		0,5661		0,3469

Примечание: С – среднее; СО – стандартное отклонение; ДИ – доверительный интервал; (мин – макс) – минимум – максимум; М – медиана; перс. – перцентиль; p-value – уровень статистической значимости; p-value рассчитано по Краскелу-Уоллису.

Исследование содержания цитокинов в сыворотке периферической крови проводили методом иммуноферментного анализа [1, с. 246].

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета прикладных программ Statistica 10. Для оценки верности нулевой гипотезы использовался непараметрический критерий Краскела-Уоллиса.

### Результаты и обсуждение

В настоящем исследовании рассмотрена роль некоторых цитокинов в развитии ЗНО у лиц, подвергшихся профессиональному сочетанному облучению. На данном этапе исследования были изучены интерлейкин 27 (IL-27), интерлейкин 17A (IL-17A), интерлейкин 12 (IL-12) и интерлейкин 35 (IL-35). Результаты исследования представлены в таблице 2.

Из приведенных данных видно, что не выявлено статистически значимых различий в содержании IL-27, 17A и IL-35 в 1, 2, 3 и 4 группе. Содержание IL-12 в сыворотке крови лиц, подвергшихся облучению, у которых на момент обследования и после него не было диагноза ЗНО (группа 2) было статистически значимо ниже, чем у необлученных лиц с ЗНО и без ЗНО (группа 3 и 4, соответственно).

Таблица 2 – Результаты исследования содержания цитокинов в сыворотке крови

Цитокины	Статистические характеристики	Группа 1 (N=21)	Группа 2 (N=17)	Группа 3 (N=16)	Группа 4 (N=20)	p-value
IL-12, пг/мл	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	0,31; 0,74 [-0,02 - 0,65] (0 - 3,4)	0,08; 0,16 [0 - 0,16] (0 - 0,6)	8,5; 32,56 [-8,85 - 25,85] (0 - 130,6)	20,53; 90,07 [-21,6 - 62,7] (0 - 403,2)	0,002
	М [перс.25 – перс.75]	0 [0 - 0,4]	0 [0 - 0,2]**	0,3 [0,1 - 0,5]*	0,4 [0,2 - 0,6]**	
IL-17A, пг/мл	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	10,09; 35,67 [-6,14 - 26,33] (0 - 165,1)	2,82; 3,19 [1,18 - 4,46] (0 - 12,8)	15,97; 53,8 [-12,7 - 44,63] (0,08 - 217,58)	13,82; 50,52 [-9,83 - 37,46] (0 - 227,56)	0,566
	М [перс.25 – перс.75]	1,94 [0,42 - 3,24]	1,78 [0,54 - 4,32]	2,78 [0,68 - 4,26]	0,78 [0,46 - 1,71]	
IL-27, пг/мл	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	2,64; 7,22 [-0,65 - 5,92] (0,05 - 30,2)	0,58; 0,22 [0,46 - 0,69] (0,12 - 0,9)	2,12; 6,01 [-1,08 - 5,32] (0,13 - 24,49)	0,19; 0,24 [-0,2 - 0,58] (0,05 - 0,55)	0,815
	М	0,49	0,58	0,5	0,08	

	[перс.25 перс.75] –	[0,17 - 0,87]	[0,48 - 0,74]	[0,21 - 0,8]	[0,05 - 0,33]	
IL-35, пг/мл	С; СО [ДИ: -95% – +95%] (мин – макс)	143,61; 95,34 [100,2-187,0] (0 - 338,3)	221,1; 232,8 [101,4 - 340,8] (66,3 - 1104,6)	121,83; 96,54 [70,4 - 173,3] (0 - 327,6)	122,23; 80,07 [84,75 - 159,7] (0 - 280,8)	0,11 8
	М [перс.25 перс.75] –	120,8 [85,4 - 209,6]	167,8 [126,9 - 204,2]	94,65 [56, 5 - 169, 5]	125,45 [58,4 - 167,1]	

Примечание – p-value рассчитано по критерию Краскела-Уоллеса; С– средняя; СО – стандартное отклонение; ДИ – доверительный интервал; (мин – макс) – минимум – максимум; М – медиана; перс. – перцентиль; p-value – уровень статистической значимости; \* – p=0,0435; \*\* – p=0,0084.

Интерлейкины – регуляторные молекулы иммунной системы, обеспечивающие внутриклеточные взаимодействия и связь иммунной системы с другими системами организма.

IL-17 секретируется Т-хелперами 17 (Th17), CD8+ клетками, естественными киллерами (NK) и индуцирует рекрутирование нейтрофилов, продукцию провоспалительных цитокинов и хемокинов. Антитела против IL-17 вводились при раке легкого у мышей; при этом происходило его прогрессирование, что позволяет предположить, что IL-17 может оказывать противоопухолевый эффект [9, с.892]. Снижение его уровня в сыворотке крови является неблагоприятным фактором, повышающим риск развития опухоли. В экспериментальных исследованиях установлена радиационно-индуцированная супрессия IL-17A у мышей [14, с.178].

IL-27 обладает противоопухолевой активностью, относящейся не только к индукции опухоль-специфического Th1 и цитотоксического Т-лимфоцитарного ответа, но также и к прямым ингибирующим эффектам на пролиферацию опухолевых клеток, их выживаемость, инвазивность, ангиогенный потенциал [4].

IL-35 продуцируется в основном регуляторными Т-клетками (Treg). Показано, что облучение увеличивало количество Treg клеток, экспрессию IL-35 в клетках бронхоальвеолярного лаважа и ткани легкого [11, с.570]. Установлено, что IL-35 защищает раковые клетки от апоптоза и способствует прогрессии рака [16, с.2].

IL-12 секретируется, в основном антигенпрезентирующими клетками, такими как моноциты, дендритные клетки и макрофаги, и является одним из провоспалительных цитокинов, стимулирующих Th1 ответ. Экспрессия IL-12 снижена при ЗНО различных органов, что создает иммунотолерантность к опухоли [8, с.218]. Следовательно, сниженная экспрессия IL-12 является неблагоприятным фактором, повышающим риск развития ЗНО.

Результаты настоящего исследования согласуются с данными, полученными при облучении мышей [12, с.1]. Однако, имеются данные о неизменной или повышенной секреции IL-12 у рентгенологов, подвергшихся профессиональному облучению [15, с.181]. Для уточнения и подтверждения полученных результатов необходимы дальнейшие исследования с увеличением статистической мощности анализов.

#### Выводы:

1. Выявлено статистически значимое снижение уровня IL-12 у облученных лиц без ЗНО по сравнению с необлученными лицами с ЗНО и без ЗНО.
2. Не выявлено статистически значимых различий в содержании IL-27, 17A и IL-35 в исследованных группах.

#### Библиографический список

1. Егоров А.М., Осипов А.П., Дзантиев Б.Б., Гаврилова Е.М. Теория и практика иммуноферментного анализа. – М: Высшая школа, 1991. – 288 с.



2. Attar M., Molaie K.Y., Khansari N. Effect of high dose natural ionizing radiation on the immune system of the exposed residents of Ramsar Town, Iran. *Iranian Journal of Allergy, Asthma and Immunology*. – 2007. – Vol. 6., № 2. – P. 73-78.
3. Dranoff G. Cytokines in cancer pathogenesis and cancer therapy// *Nature reviews cancer*. – 2004. – Vol. 4. – P.11-22.
4. Fabbi M., Carbotti G., Ferrini S. Dual Roles of IL-27 in Cancer Biology and Immunotherapy // *Mediators of Inflammation*. – 2017. – Vol. 2017. –3958069 doi: 10.1155/2017/3958069 (дата обращения 23 марта 2022)
5. Gyuleva I., Djounova J., Rupova I. Impact of Low-Dose Occupational Exposure to Ionizing Radiation on T-Cell Populations and Subpopulations and Humoral Factors Included in the Immune Response // *Dose-Response: An International Journal*. – 2018. – № 3. – P. 1-8.
6. Hayashi T., Kusunoki Y., Hakoda M. Radiation dose-dependent increases in inflammatory response markers in A-bomb survivors. // *International Journal of Radiation Biology*. – 2003. – Vol. 79., № 2. – P. 129-136.
7. Kuzmenok O., Potapnev M., Potapova S. Late effects of the Chernobyl radiation accident on T cell mediated immunity in clean-up workers// *Radiat Res*. – 2003. – Vol. 159., №1. –P. 109–116.
8. Lippitz B.E. Cytokine patterns in patients with cancer: a systematic review // *Lancet Oncol*. – 2013. – Vol. 14. – P. 218-228.
9. McGeachy M.J., Cua D.J., Gaffen S.L. The IL-17 family of cytokines in health and disease // *Immunity*. – 2019. – Vol 50., № 4. – P. 892-906.
10. Minafra L., Bravatà V. Cell and molecular response to IORT treatment // *Transl Cancer Res* – 2014. – № 3. – P. 32–47.
11. Park B.S., Hong G.U. Ro J.Y. Foxp3<sup>+</sup>-Treg Cells Enhanced by Repeated Low-Dose Gamma-Irradiation Attenuate Ovalbumin-Induced Allergic Asthma in Mice // *Radiat. Res*. – 2013. – Vol. 179. – P. 570-583.
12. Park H.R., Jo S.K. Lasting effects of an impairment of Th1-like immune response in gamma-irradiated mice: A resemblance between irradiated mice and aged mice // *Cellular Immunology*. – 2011. – Vol. 267., № 1. – P. 1–8.
13. Rybkina V.L., Bannikova M.V., Adamova G.V. Immunological markers of chronic occupational radiation exposure // *Health Physics*. – 2018. – Vol. 115., № 1. – P. 108-113.
14. Singh V.K., Grace M.B., Jacobsen K.O., Chang C.M., Parekh V.I., Inal C.E., Shafran R.L., Whitnall A.D., Kao T.C., Jackson W.E., Whitnall M.H. Administration of 5-androstenediol to mice: pharmacokinetics and cytokine gene expression // *Exp Mol Pathol*. – 2008. – Vol. 84., №2. – P.178-188.
15. Torkabadi E., Kariminia A., Zakeri F. Alteration of Peripheral Blood T-Reg Cells and Cytokines Production in Angiography Personnel Exposed to Scattered X-Rays // *Iran J Allergy. Asthma Immunol*. – 2007. – Vol. 6., № 4. – P.181-187.
16. Yazdani Z., Rafiei A., Golpour M., Zafari P., Moonesi M. Ghaffari S. IL-35, a double-edged sword in cancer // *J Cell Biochem*. – 2019. – P. 1-13.

# МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

УДК 338.45  
ГРНТИ 55.29.33

## РОССИЙСКОЕ СТАНКОСТРОЕНИЕ: ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Комаров А. А.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

AAKomarov@mephi.ru

Станкостроение – одна из наиболее критически важных отраслей народного хозяйства. Это не просто отдельная отрасль промышленности, это и важный индикатор экономического развития государства, чёткая характеристика его развития, подъёма или деградации.

*Ключевые слова:* станкостроение, промышленность, развитие, деградация, подъем.

## RUSSIAN MACHINE TOOL INDUSTRY: YESTERDAY, TODAY, TOMORROW

Komarov A. A.

*OTI NRNU MEPHI, Ozersk*

Machine tool construction is one of the most critically important branches of the national economy. This is not just a separate industry; it is also an important indicator of the economic development of the state, a clear characteristic of its development, recovery or degradation.

*Keywords:* machine tool construction, industry, development, degradation, recovery.

С точки зрения важности, престижности или современности, на каждом этапе технологического и социального развития в промышленности всегда есть отрасли более важные и менее важные, инновационные и традиционные, модные и непрестижные, но при этом есть отрасли, критически важные с точки зрения самостоятельности и независимости страны. Одной из наиболее критически важных отраслей народного хозяйства является станкостроение. Ведь это не просто отдельная отрасль промышленности, это и важный индикатор экономического развития государства, чёткая характеристика его развития, подъёма или деградации. Станкостроение, занимая в общем объёме промышленной продукции менее 1%, обеспечивает выпуск более 60% всего объёма промышленного производства. Ведь действительно: есть станки – есть на чём изготавливать транспорт, комбайны, сельхозорудия – есть хлеб на столе; есть станки – есть на чём изготавливать сложное научное оборудование – есть развитая наука; есть станки – есть на чём изготавливать электродвигатели, турбины, трубы и прочее – есть энергетика; есть станки – есть на чём изготавливать оборудование для производства компьютеров, 3D принтеров и прочее – есть возможность внедрения в нашу жизнь информатизации, цифровизации, нано... и прочих инновационных технологий. Нет производства своих станков – и вы в полной зависимости от мирового рынка в развитии не только станкостроения, а абсолютно всех сторон жизнедеятельности как страны, так и отдельно взятого человека. Случись кризис на этом рынке – и в стране останутся только некоторые – не все – кустарные промыслы, а человек останется в курной избе с окнами из бычьего пузыря или слюды. А мировой рынок – это штука капризная, его лидеры не терпят конкуренции и всеми законными и незаконными

(санкционными) действиями стремятся разорить конкурента. Поэтому во время экономического кризиса при распаде СССР основной удар был нанесён по станкостроению.

За предыдущие 60 лет (начиная с индустриализации 1930-х годов) станкостроение в стране развивалось стремительно. В 1913 г. российские заводы выпустили 1754 металлорежущих станка, а в общем станочном парке страны насчитывалось 75 тысяч станков, причём доля отечественной продукции еле достигала 20%, т.е. страна представляла собой нечто среднее между полуколонией и полной колонией. Перед началом Великой Отечественной войны выпуск станков достиг 58437 (данные 1940 г.), а доля отечественной продукции в станочном парке составила более 90% - страна достойно выстояла против объединённой промышленной мощи индустриальной Европы. В 1970-е годы производство станков достигло 200 тысяч ежегодно, общий станочный парк достиг 6 млн, а доля своего производства составила 97-98%, страна прочно входила в тройку мировых лидеров станкостроения (СССР, США, Япония). Производство новейшего оборудования – станки и обрабатывающие центры с ЧПУ - начало развиваться с 1960-х годов (единичные образцы) и к середине 1980-х годов достигло 10-15% от общего выпуска, максимум был достигнут на фоне наступившего кризиса – в 1991 г. - при общем выпуске 76 тыс. станков треть составили станки с ЧПУ (26 тысяч). Активное участие СССР принимал в международном разделении труда: на момент распада Союза за рубежом только в таких странах, как ФРГ, Швейцария, Франция, Япония (страны с наиболее развитым станкостроением) работало по 35-36 тысяч советских станков; из станков с ЧПУ на экспорт шло 6-7%; а международная кооперация при выпуске таких станков (например, международная фирма «Иваново-София-Париж» с головным производством в г. Иваново – один из мировых лидеров производства фрезерных обрабатывающих центров) доходила до 50% (50% комплектующих отечественные, 50% импортные).

Обвал 1990-х г.г. был беспрецедентным. Думается, в мировой практике вообще не существует аналогов. Если во время Великой Отечественной войны падение производства металлорежущих станков (МРС) произошло более чем в 2,5 раза (с 58437 в 1940 г. до 22935 в 1942 г.), то в 90-е г.г. во всех странах бывшего Советского Союза производство МРС сократилось в 15! раз, а в России по сравнению с СССР – в 20 раз! Производство станочного оборудования с ЧПУ сократилось с 17000 (в РСФСР в 1990 г.) до примерно 100 станков. Сокращение в 170 раз! Попытка предотвратить этот разгром, предпринятая последним министром станкостроения СССР Н. Паничевым в 1992 г., встретила жёсткий отпор главы Правительства Е. Гайдара: «Да кому нужны ваши станки? Понадобятся – мы всё за рубежом купим». Отрасль была разгромлена! Число НИИ сократилось с 44 в СССР до 5 в России, число сотрудников в ЭНИМСе (Экспериментальный научно-исследовательский институт металлорежущих станков) – флагмане отечественной науки в области станкостроения – сократилось с 7 тысяч научных сотрудников до сотни! Место страны в мировом рейтинге станкостроения (а в этот рейтинг входит три-четыре десятка стран, способных создать такую отрасль) – упало из первой тройки на 21-22 позицию, доля на мировом рынке составляет всего 0,3%. Именно здесь кроется одна из главных причин, по которой промышленный потенциал России с таким трудом встаёт на ноги (очень низкие ежегодные темпы роста) – отсутствует необходимый фундамент. Правда, высокий потенциал, достигнутый в советское время, позволяет до сих пор экспортировать до 40% своей продукции.

Но осознания опасности сложившегося положения не наступало – страна, казалось, была занята более важными проблемами. Так, в 2003 г. в Санкт-Петербурге обанкротился крупнейший станкостроительный завод им. Я. Свердлова, и не нашлось денег на его поддержку. В это время город отмечал 300-летие, и в городе были очень большие деньги! Производство станков падало. В 2009 г. было выпущено 1774 станка, что соответствует выпуску 1913 г. Станочный парк сокращался (МРС оказались бесценной кладовой вторичного сырья – металлолома, а парк станков. сократился с 6 млн в 70-х годах до 760 тысяч в 2013 г.). Импорт станков стал преобладающим (в разные годы его превышение колебалось от 2,5 до 5

раз). Первый звонок опасности прозвучал в 2008 году, когда, по некоторым данным, во время операции «по принуждению Грузии к миру» произошли отключения импортного станочного оборудования на ряде предприятий ОПК (оборонно-промышленный комплекс) России. Но движение продолжалось по нисходящей. И только второй звонок (в 2014 г. во время событий в Крыму и Донбассе повторилась ситуация с отключением станков), похоже, вызвал некоторую реакцию, с 2014 по 2017 г.г. выпуск станков увеличился в 2 раза. Далее процесс ускорился – в 2017 г. насчитывалось 73 предприятия, в 2021 г. (по данным Минпромторга) – уже примерно 150, но до сих пор это ещё даже не отрасль, общее число занятых составило 23 тысячи человек, т.е. среднее число работников на одном предприятии – 100-150 человек, основное число предприятий являются малыми и микропредприятиями. Есть сведения, что возобновляет производство станков старейший российский машиностроительный завод «Красный пролетарий», отметивший в 2007 г. 150-летие и выпускавший в своё время один из самых знаменитых токарно-винторезных станков XX столетия - модель 1К62 («автомат Калашникова» в станочном мире). Доля отечественных станков во внутреннем спросе за эти годы возросла вдвое, но продолжает оставаться очень малой: рост с 8% до 17% (импорт составляет 83%).

Необходимо принимать срочные меры по спасению станочного парка (его износ превышает 70%, средний возраст станков – более 15 – 20 лет), по возрождению отрасли, по восстановлению позиций прикладной науки, пока не утрачены последние квалифицированные кадры.

В 2020 г. Правительством принята, наконец, «стратегия развития станкостроительной промышленности на период до 2035 года». Появляются заявления, что российскому станкостроению готовят эпоху возрождения: Госкорпорация Ростех планирует к 2030 г. занять до 50% российского рынка промышленного оборудования. В определённой мере сохранились или воссозданы некоторые важные станкостроительные производства, которые можно рассматривать как отправные точки роста, например, Московский станкостроительный завод им. С. Орджоникидзе, Ивановский завод тяжёлого станкостроения, создаётся на базе бывшего Челябинского станкозавода Федеральный научно-производственный центр «Станкомаш», создана сеть предприятий объединения «Технологии эффективного производства» (Москва, Санкт-Петербург, Самара, Екатеринбург, Новороссийск) и др.

При сохранении выпуска традиционной станкостроительной продукции необходимо направить силы научно-исследовательских и научно-производственных организаций на исследование, внедрение и развитие новых и новейших тенденций в мировом станкостроении. Можно пунктирно наметить несколько направлений, которые, на наш взгляд, заслуживают особого внимания. К этим направлениям можно отнести такие, которые преодолевают органически присущий первым поколениям обрабатывающих центров с ЧПУ недостаток, заключающийся в увеличении материалоёмкости и дороговизны оборудования, несущего ограниченное количество одновременно работающих инструментов (чаще всего, один). Например, возможно развитие производственных систем переменной конфигурации (ПСПК), продолжающее тенденцию агрегатно-модульного построения станочных систем. Очевидно, что в этом случае целью систем ЧПУ должно стать управление не только технологическим процессом, но и процессом реконфигурации станочного оборудования – станок становится своеобразным трансформером. Это должно послужить основой для создания производственных предприятий переменной конфигурации. Данное направление должно быть поддержано кардинальным расширением базы унифицированных узлов, что обеспечит большое разнообразие компоновок и позволит потребителям самостоятельно собирать оборудование под свои задачи (по типу конструктора LEGO). Это ведёт к повышению универсальности станочного оборудования, объединяющего не только разные операции снятия припуска, но и различные технологические процессы в одном станке, то есть к созданию multifunctional станков (МФС). Так, появляются МФС с объединением токарной, фрезерной, шлифовальной и других операций резания, а также с применением таких

процессов без снятия стружки, как термические, химические, электрохимические, лазерные, у станков для электроэрозионной обработки появляются функции сварки и запрессовки, число одновременно управляемых координат достигает шести.

Серьёзные перспективы для обработки сложных деталей имеет развитие станков с так называемой гибридной кинематикой. Они могут иметь принципиально новые компоновочные решения, основанные на механизмах с параллельной структурой: все рабочие движения сообщаются одному рабочему органу (подвижной платформе), при этом число одновременно управляемых координат, например, в механизмах типа «октапод» с восьмью штангами, достигает восьми.

Развитие отдельных специализированных групп станков (токарных, фрезерных, сверлильно-фрезерно-расточных, шлифовальных) происходит в направлении повышения рабочих характеристик: скорости резания при лезвийной обработке повышаются в 2 – 5 раз, при абразивной обработке – до 200 м/с, скорости быстрых перемещений – до 60 – 100 м/мин, погрешность обработки – до 1 мкм, угловая точность – до  $\pm 3'$ , время смены инструмента уменьшается до 2 – 5 с., наличие нескольких рабочих позиций и инструментальных магазинов в одном станке, число управляемых координат может достигать 10 и более.

Возрождение отечественного станкостроения обеспечит улучшение таких важнейших показателей жизнедеятельности страны, как обороноспособность, производительность труда, уровень промышленного производства, экологическую безопасность, материалоёмкость и энергоёмкость ВВП. Новые поколения станков должны обеспечить комфортабельные условия труда и даже приспособляемость станка к человеку. Молодое поколение инженеров должно решить эти задачи.

#### Библиографический список

1. Взлёт и падение отечественного станкостроения (1861-2017 г.г.). URL: <https://aftershock.news/>
2. Анализ конструктивных решений станков гибридной кинематики/ Щелкунов Е.Б., Седляр Е.В. URL: <https://amgpgu.ru/>
3. Бушуев В.В., Маслов А.Р. Мировое станкостроение в 2007-2010 г.г. // Приложение №2 к журналу «Инженерный журнал. Справочник» №2 2010 г – М.: Машиностроение, 2010.

УДК 621.79.01  
ГРНТИ 81.35.03

### ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Друца А. В.

ФГУП «Производственное объединение «Маяк»,  
г. Озёрск, Челябинская область

prof\_metal@mail.ru

В работе рассмотрено влияние ионизирующего излучения на механические характеристики сварных соединений из стали 12Х18Н10Т. Выполнен литературный обзор влияния ионизирующего излучения на механические характеристики материалов. Проведены механические испытания, выполнена сварка контрольных образцов вварки трубок в трубную решетку. Выполнено моделирование сварного соединения типа У62Т в программных



комплексах ANSYS и SYSWELD. По результатам отработки технологии сварки и моделирования определен предпочтительный присадочный материал – Св-04Х19Н11М3.

*Ключевые слова:* теплообменник, механические характеристики, ионизирующее излучение, сварное соединение, технология сварки.

## **INVESTIGATION OF MECHANICAL CHARACTERISTICS OF WELDED JOINTS MADE OF 12X18H10T STEEL UNDER THE INFLUENCE OF IONIZING RADIATION**

Drutsa A. V.

*FSUE "Mayak PA", Ozersk*

The document considers the effect of ionizing radiation on the mechanical characteristics of welded joints made of 12X18H10T steel. A literary review of the effect of ionizing radiation on the mechanical characteristics of materials is carried out. Mechanical tests were carried out, welding of control samples of welding of tubes into the tube grid was performed. Modeling of the U62T type welded joint in the ANSYS and SYSWELD software complexes is performed. Based on the results of testing the welding technology and modeling, the preferred additive material was determined – Sv-04X19N11M3.

*Keywords:* heat exchanger, mechanical characteristics, ionizing radiation, welded joint, welding technology.

В процессе длительной работы теплообменные аппараты подвергаются загрязнению и износу. Поверхность их покрывается накипью, маслом, отложениями солей и смол, окисляется и т.п. С увеличением возрастает термическое сопротивление стенки и ухудшается теплообмен.

Уменьшение поверхности в теплообменных аппаратах за счет глушения дефектных трубок приводит к ухудшению их тепловых и гидродинамических характеристик, оказывает влияние на экономичность работы установок, работающих с теплообменными аппаратами.

Для восстановления теплообменных характеристик широко применяется технология замены дефектных трубок путем высверливания и установки новой трубки с выполнением сварного соединения и развальцовкой.

У элементов теплообменного оборудования, работающего в условиях радиационного облучения, наблюдается изменение механических характеристик вследствие газового и вакансионного разбухания и увеличения числа точечных дефектов в сторону увеличения прочностных и снижения пластических характеристик.

Свариваемость облученных сталей (сварка необходима при ремонте агрегатов) значительно ниже, чем у необлученных. Имеют место пористость в результате выхода в литой металл водорода и гелия, а в ЗТВ – горячие трещины по механизму гелиевой хрупкости. При выборе химических составов сварочных материалов следует учитывать требования по обеспечению как свариваемости, так и работоспособности соединений под радиационным воздействием.

Следовательно, назначение параметров режима сварки при ремонте оборудования, подверженного радиационному облучению, должно учитывать изменение механических характеристик основного металла и, как следствие, металла шва.

Для назначения технологии сварки, обеспечивающей выполнение качественного сварного соединения на облученном основном металле (12X18H10T), выполнен сравнительный анализ при выполнении сварного соединения на подверженном и не подверженном радиационному воздействию основном металле двумя разными присадочными материалами – проволокой Св-04Х19Н11М3 (условно «твердый» присадочный материал) и проволокой Св-01Х19Н9 (условно «мягкий» присадочный материал).

Влияние радиационного воздействия на механические свойства неоднозначно и определяется температурой эксплуатации. В результате радиационного воздействия и образования дополнительного количества точечных дефектов в кристаллической решетке возникают такие же напряжения, как и при холодной пластической деформации. В термодинамическом отношении она становится неустойчивой. При этом, в отличие от холодной обработки, последствия радиационного воздействия можно ликвидировать отжигом без рекристаллизации. Это связано с меньшей энергией активации образования вакансий и межузельных атомов и меньшей устойчивостью изменений, полученных в результате облучения по сравнению с холодной пластической деформацией.

На основании приведенного литературного обзора сформирована следующая цель исследования – изучение возможности восстановления эксплуатационных свойств теплообменника путем замены трубок в условиях радиационной вредности с выполнением сварных соединений на основном металле, подверженном радиационному охрупчиванию.

Задачи исследования:

- определение механических характеристик основного и присадочного материалов для использования при моделировании в ANSYS;
- изготовление контрольных образцов для отработки технологии сварки;
- моделирование сварных соединений в ANSYS для определения статической прочности;
- моделирование сварного соединения в SYSWELD для определения максимальных остаточных напряжений.

По результатам моделирования в ANSYS можно сделать следующие выводы:

- наибольшие напряжения в шве при сварке новой (необлученной) трубки с облученной трубной решеткой при использовании «мягкой» присадочной проволоки процентов на 30-50 выше, чем при сварке с необлученной решеткой;
- наибольшие напряжения в шве при сварке новой (необлученной) трубки с облученной трубной решеткой и необлученной решеткой при использовании «твердой» присадочной проволоки примерно равны по величине;
- минимальные пластические деформации наблюдаются при сварке проволокой Св-04Х19Н11М3 (как при полном, так и при неполном проплавлении трубки).

По результатам моделирования в SYSWELD можно сделать следующие выводы:

- наибольшие напряжения в шве при сварке новой (необлученной) трубки с облученной трубной решеткой при использовании «мягкой» присадочной проволоки примерно в полтора раза больше, чем при сварке с необлученной решеткой;
- напряжения, полученные при моделировании в SYSWELD, в среднем в 1,7 раз больше полученных при моделировании в ANSYS, что обусловлено учетом фазовых превращений в SYSWELD. Качественно результаты моделирования в двух расчетных комплексах совпадают;
- значения напряжений, полученных при моделировании в SYSWELD, близки к пределу прочности, что свидетельствует об опасности появления трещин;
- более предпочтительным с точки зрения распределения максимальных остаточных напряжений является применение присадочной проволоки Св-04Х19Н11М3 (отношение  $\sigma_{max}/\sigma_B$  для зоны термического влияния несколько ниже, чем в случае применения проволоки Св-01Х19Н9, также отношения  $\sigma_{max}/\sigma_T$  и  $\sigma_{max}/\sigma_B$  при применении Св-04Х19Н11М3 для сварки как облученного, так и необлученного основного металла примерно равны, а качество выполнения сварных соединений данной проволокой на необлученном металле подтверждено при отработке технологии на контрольных образцах).

## Библиографический список

1. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич., М. «Машиностроение», 1977 – 432 с.
2. Влияние нейтронного облучения и скорости деформации на мартенситное  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение в сталях 12Х18Н10Т. Максимкин О.П., Бахтыбаев А.Н., Налтаев А., Бердалиев Д.Т., Рахашев Б.К., Тулебаева Н.Р., Курбанбаев Ш. Институт ядерной физики НЯЦ, г. Алматы, ЮКГУ им. М. Ауэзова, г. Шымкент, Международный Казахско-Турецкий университет, г. Шымкент, РК, 2010 – 3 с.
3. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для вузов. Изд. 3-е. В 2-х кн.: Часть 2. Массообменные процессы и аппараты. М.: Химия, 2002. – 368 с.
4. Предельная плотность энергии деформации реакторных материалов, облученных нейтронами. Токтогулова Д. А. ДГП ИЯФ РГП НЯЦ РК, г. Алматы, 2011 – 12 с.
5. Решение прикладных задач термомеханики с применением программного комплекса ANSYS / сост.: Е.Е. Красновский. М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2008. 88 с.
6. Сварка. Резка. Контроль: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышова. - М.: Машиностроение, 2004. Т. 1 / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышов, Э.А. Гладков и др. - 624 с.: ил.

УДК 621.923.9

ГРНТИ 55.01

### МОДЕЛЬ РАСЧЕТА СКОРОСТИ ФАКТИЧЕСКОЙ ПОДАЧИ В МНОГОСТУПЕНЧАТОМ ЦИКЛЕ КРУГЛОГО ВРЕЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ

Акинцева А. В.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

AVAkintseva@mephi.ru

В данной статье рассмотрены два способа формирования модели расчета фактической подачи: через приращение упругой деформации технологической системы (ТС) за оборот заготовки и через баланс перемещений ТС на примере круглого врезного шлифования. Модель описывает процесс формообразования обрабатываемой поверхности в автоматическом ступенчатом цикле программной скорости подачи путем расчета текущего значения глубины резания на каждом радиусе за оборот заготовки на протяжении всего процесса обработки с учетом переменных технологических факторов при изготовлении партии деталей.

*Ключевые слова:* точность, глубина резания, процесс формообразования, круглое врезное шлифование.

### MODEL FOR CALCULATING THE ACTUAL FEED RATE IN A MULTI-STAGE PLUNGE GRINDING CYCLE

Akintseva A. V.

*OTI NRNU MEPHI, Ozersk*

This article discusses two ways to form a model for calculating the actual feed: through the increment of elastic deformation of the technological system (TS) per revolution of the workpiece

and through the balance of TS displacements using the example of cylindrical plunge grinding. The model describes the process of shaping the machined surface in an automatic step cycle of program feed rate by calculating the current value of the depth of cut at each radius per revolution of the workpiece throughout the entire machining process, taking into account variable technological factors in the manufacture of a batch of parts.

*Keywords:* accuracy, depth of cut, shaping process, plunge grinding.

Одной из тенденций развития машиностроительных производств в рамках концепции «Индустрии 4.0» является автоматизация и цифровизация различных этапов производственного процесса. Немаловажную роль в обеспечении стабильности показателей качества и точности выпускаемой продукции играет подготовительный этап производства, включающий в себя подготовку управляющих программ для станков с ЧПУ (УП ЧПУ). Назначение режимов резания, как элемента УП ЧПУ, осуществляется в САМ-системе по усредненным данным оцифрованных нормативов 90-х годов выпуска без оценки рассеивания параметров погрешности обработки и шероховатости (отсутствует «цифровой инструмент» контроля УП ЧПУ). Единственный этап контроля УП в САМ-системах заключается в симуляции «идеального» взаимодействия инструмента и заготовки с точки зрения геометрии траектории передвижения при силе резания, равной нулю и отсутствии упругой деформации технологической системы. Контроль УП ЧПУ осуществляется только на столкновение, врезание, увод инструмента. В результате на предприятиях вынуждены проводить адаптацию цикла изменения программной скорости подачи и других режимных параметров в УП ЧПУ к реальным производственным условиям путем обработки ряда пробных изделий. Это влечет за собой дополнительные временные, трудовые и материальные затраты.

Большинство работ, посвященных прогнозированию точности обработки, направлены на лезвийную обработку, а для абразивной обработки можно выделить небольшое количество работ [1-5]. Общими недостатками данных работ является то, что в них рассматривается обработка «идеальных поверхностей» (абсолютно круглые или плоские поверхности) без учета упругих деформаций технологической системы и переменных условий обработки (колебание припуска, износ и затупление режущего инструмента). В результате проведенного анализа установлено, что прогнозирование точности обработки для заданной УП ЧПУ при переменных условиях обработки партии деталей на операциях шлифования является сложной и до сих пор полностью не решенной научной задачей. Суть задачи прогнозирования точности обработки для заданной УП ЧПУ заключается в том, что для партии изготовленных деталей необходимо предсказать, будут ли в пределах заданного допуска для всех деталей в партии погрешности диаметрального размера, отклонения формы (круглости, цилиндричности), отклонения суммарного допуска формы и расположения (радиального биения, полного радиального биения) с учетом переменных условий обработки (затупление и износ круга, колебание припуска и исходным радиальным биением заготовки) для заданных условий шлифования. К заданным условиям относятся материал детали, переменная податливость технологической системы по длине обрабатываемой поверхности, характеристики круга, точность диаметра заготовки, припуск на обработку, режимы резания и др.

В качестве решения данной задачи предложена аналитическая модель расчета скорости фактической, позволяющая описать процесс формообразования обрабатываемой поверхности, т.е. позволяет рассчитывать изменения глубины резания на каждом обороте заготовки на каждом радиусе рассматриваемого сечения на протяжении всего процесса обработки с учетом переменных технологических факторов при изготовлении партии деталей. В результате становится возможным рассчитать изменения текущих размеров обрабатываемой поверхности на протяжении всего цикла шлифования при ступенчатом изменении программной подачи с учетом колебаний припуска и исходного радиального биения заготовки. В данной работе рассмотрены два различных способа формирования модели расчета фактической подачи за оборот заготовки через приращение упругой деформации

технологической системы (ТС) и через баланс ее перемещений на примере круглого врезного шлифования.

Первый способ формирования модели расчета скорости фактической подачи за оборот заготовки основывается на учете приращений упругой деформации ТС. Для установления математической взаимосвязи скоростей программной  $\Delta t_{\Pi z,i}$  и фактической  $\Delta t_{\Phi z,i}$  подач через упругие деформации технологической системы  $y_{z,i}$  рассмотрена расчетная схема (рисунок 1) двухступенчатого цикла шлифования на  $z$ -й ступени цикла и  $i$ -м обороте заготовки. Сплошной линией показана траектория программного перемещения круга в виде графика накопленной программной подачи  $t_{\Pi z,i}$  во времени  $\tau$ , который представляет собой программное перемещение условной режущей кромки круга во времени  $\tau$ , если бы не было упругих деформаций ТС. Такая ситуация возможна, если на пути круга нет шлифуемой детали или если ТС станка абсолютно жесткая и не допускает упругих перемещений. Ось абсцисс, характеризующая время шлифования, разделена на отрезки  $\Delta \tau_i$ , равные времени одного оборота заготовки.

Второй способ формирования модели расчета фактической подачи за оборот заготовки через баланс перемещений ТС. Для установления взаимосвязи скоростей программной  $\Delta t_{\Pi z,i}$  и фактической  $\Delta t_{\Phi z,i}$  подач на  $i$ -ом обороте заготовки рассмотрена расчетная схема двухступенчатого цикла шлифования (рисунок 2). Рассмотрим замкнутую размерную цепочку, с утолщенными стрелками, составленную из подач и упругого перемещения. Из цепочки видно, что накопленная программная подача  $t_{\Pi z,i}$  на  $i$ -м обороте равна сумме перемещений при упругой деформации  $y_{z,i}$ , фактической подаче  $\Delta t_{\Phi z,i}$  за  $i$ -й оборот и накопленной фактической подаче  $t_{\Phi z,i}$ , т.е.

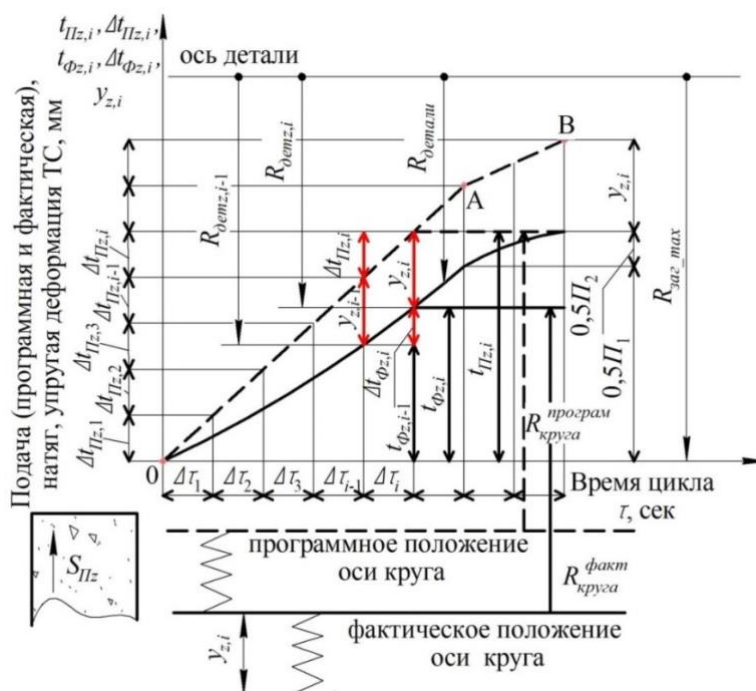


Рисунок 1. Расчетная схема взаимосвязи скоростей программной  $\Delta t_{\Pi z,i}$  и фактической  $\Delta t_{\Phi z,i}$  подач через упругие деформации  $y_{z,i-1}$  технологической системы для двухступенчатого цикла шлифования



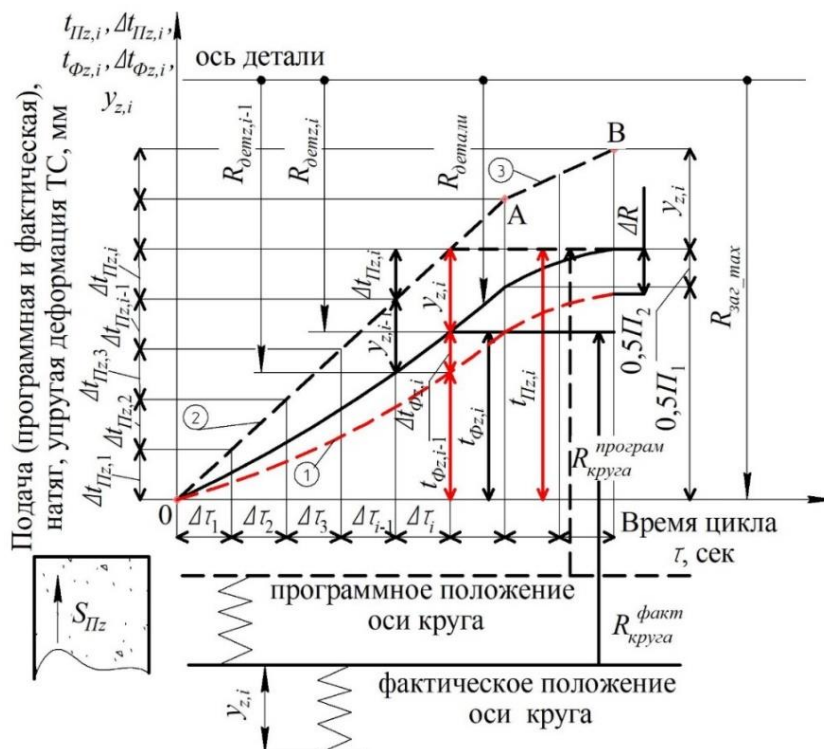


Рисунок 2. Расчетная схема взаимосвязи скоростей программной  $\Delta t_{Пz,i}$ , фактической  $\Delta t_{Фz,i}$  подач через баланс накопленных подач и упругой деформации технологической системы:

- 1 – траектория радиусов с предыдущего оборота (радиус пришел)  $t_{Фz,i-1} = f(\tau)$ ;
- 2 – траектория радиуса на текущем обороте (радиус пришел)  $t_{Фz,i} = f(\tau)$ ;
- 3 – колебание радиуса детали в конце цикла

Математические модели расчета, полученные обоими способами, дают одинаковые результаты, что говорит о правильности научных предпосылок. Модели расчета скорости фактической подачи:

- устанавливают взаимосвязь между всеми входными (характеристика и геометрические параметры, стойкость и степень затупления круга, физико-механическими свойствами обрабатываемого материала и др.) и выходными параметрами обработки (время цикла, параметры точности и качества обрабатываемой поверхности), параметрами управления процессом обработки (режимами резания, количество ступеней цикла, распределением припуска между ними и др.) и процессом резания (силами резания, упругими деформациями ТС).
- отражают изменения текущих размеров обрабатываемой поверхности на протяжении всего процесса обработки с учетом переменных технологических факторов при изготовлении партии деталей.
- дают возможность рассчитать изменения текущих размеров обрабатываемой поверхности на протяжении всего цикла шлифования при ступенчатом изменении программной подачи с учетом колебаний припуска и исходного радиального биения заготовки.
- служат основой цифровой модели процесса шлифования, которая позволит не только прогнозировать точность обработки, но и проводить оптимизацию цикла шлифования, гарантирующего стабильность показателей точности и качества при обработке партии деталей [6].

## Библиографический список

1. Ломова, О.С. Исследование точности процесса круглого шлифования имитационным моделированием / О.С. Ломова, И.А. Сорокина // Омский научный вестник. – 2013. – №2(120). – С. 99-102.
2. Братан, С.М. Анализ формы шлифованных поверхностей при круглом шлифовании / С.М. Братан, С.И. Рощупкин, Д.Е. Сидоров, П.А. Новиков // Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. – 2020. – №1(67). – 259-262.
3. Никитин, С.П. Влияние колебаний динамической системы станка на точность и температуру при шлифовании / С.П. Никитин // Вестник Пермского государственного технического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2010. – №12. – С. 31-47.
4. Leonesio, M. A Time-Domain Surface Grinding Model for Dynamic Simulation / M. Leonesio, P. Parenti, A. Cassinari, G. Bianchi, M. Monn // Procedia CIRP. – 2012. – Vol. 4. – pp. 166-171. DOI: 10.1016/j.procir.2012.10.030
5. Amon, G. Modeling of Vibration Condition in Flat Surface Grinding Process / G. Amon, W. Jin, A. Uwimbabazi // Shock and Vibration. – 2020. – Vol. 12. – pp. 1-12. doi.org/10.1155/2020/3069895
6. Pereverzev, P.P. Designing optimal automatic cycles of round grinding based on the synthesis of digital twin technologies and dynamic programming method / P.P. Pereverzev, A.V. Akintseva, M.K. Alsigar, D.V. Ardashev // Inter. J. Mechanical Sciences. – 2019. – vol. 1. – pp. 1-11. DOI: 10.5194/ms-10-331-2019

УДК 62-3

ГРНТИ 55.13.17

**АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Дьяконова В. А., Осипова Н. В., Токарев А. С.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

Valeriya.dyakonova.2012@mail.ru

Значительную часть искусственной окружающей среды составляют конструкции различного назначения. При разработке многих из них предъявляются требования достаточной прочности и жёсткости при минимуме массы. Аддитивные технологии открывают большие возможности при проектировании и изготовлении изделий, позволяя реализовать идеи топологической оптимизации. Настоящая работа посвящена выявлению оптимальных сторон топологической оптимизации и исследованию возможности повышения экономической эффективности производства изделия за счет использования топологической оптимизации.

*Ключевые слова:* топологическая оптимизация, аддитивные технологии, моделирование детали, рычаг подвески автомобиля, 3D-модель.

## ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING TOPOLOGICAL OPTIMIZATION IN DESIGN

Dyakonova V. A., Osipova N. V., Tokarev A. S.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy*

A significant part of the artificial environment consists of structures for various purposes. When developing many of them, the requirements of sufficient strength and rigidity with a minimum of mass are imposed. Additive technologies open up great opportunities in the design and manufacture of products, allowing you to implement the ideas of topological optimization. This work is devoted to identifying the optimal aspects of topological optimization and studying the possibility of increasing the economic efficiency of product manufacturing through the use of topological optimization.

*Keywords:* topological optimization, additive technologies, part modeling, car suspension arm, 3D-model.

В настоящее время, в связи с бурным развитием аддитивных технологий, стали доступны практически неограниченные по сложности формы деталей. Поэтому можно сказать, что ситуация в корне изменилась: теперь задача инженеров-конструкторов состоит в том, чтобы проектировать на уровне, как можно более близком к оптимальному. Ключевой технологией синтеза оптимальных конструкций, гармонично дополняющей методы 3D-печати, является топологическая оптимизация.

*Гипотеза:* предполагается, что при уменьшении массы и максимальных напряжений изделия «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5» с применением топологической оптимизации характеристики изделия улучшатся.

*Цель исследования* – повышение экономической эффективности производства детали «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5» за счет использования топологической оптимизации.

Определены следующие задачи:

1. Анализ литературы данной тематики
2. Выявление оптимальных сторон топологической оптимизации
3. Выбор и моделирование детали для дальнейших конструктивных изменений и оптимизации в инженерной программе
4. Проведение необходимого анализа детали в программе Autodesk Inventor Professional до и после топологической оптимизации, чтобы определить основные параметры изделия и сделать выводы о возможности его дальнейшего применения
5. Формулирование вывода по проделанной работе

Значительную часть искусственной окружающей среды составляют конструкции различного назначения. При разработке многих из них предъявляются требования достаточной прочности и жёсткости при минимуме массы.

Совсем недавно появился принципиально новый метод создания конструкций – аддитивные технологии. Возможности этого метода и отдельных направлений его развития многообразны и обещают большой технический эффект. Метод позволяет изготавливать конструкции из различных материалов: полимеров, металлов, керамики и всевозможных комбинаций из них. Стало возможным производство конструкций с внутренними полостями, стержневыми структурами внутри оболочек и т.д.

Одно из направлений оптимизации конструкций – топологическая оптимизация. Топологическая оптимизация – это метод проектирования изделий, направленный на повышение прочностных характеристик при уменьшении массы изделия.

Топологическая оптимизация модифицирует геометрию модели, сохраняя ту часть изделия, которая работает и несет нагрузку, не оставляя ничего лишнего. Также она помогает

найти вариант дизайна конструкции с наиболее рациональным распределением материала и пустот в объёме, и таким образом, заметно снизить его массу.

В связи с нынешним положением в мире, актуальность импортозамещения растёт с каждым днем. Из-за сложности с поставками и возможностью дальнейшего сотрудничества с другими странами, встает вопрос замены иностранных деталей, узлов и машин на отечественную продукцию. В работе представлено возможное развитие, усовершенствование и снижение стоимости такой детали «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5».

#### *Процесс топологической оптимизации*

Первый этап состоит в подготовке модели: необходимо создать 3D-модель по готовым чертежам.

На рисунке 1 представлена 3D-модель детали «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5», разработанная в программе Autodesk Inventor Professional, с которой мы в дальнейшем и работали.

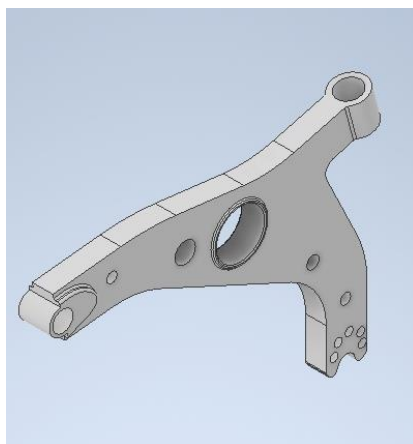


Рисунок 1 – 3D-модель детали «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5»

Следующий этап начинается с выбора области, в рамках которой оптимизатор проводит поиск. Самым лучшим вариантом является указание в качестве этой области весь свободный объём. Одним из наиболее значимых факторов при выборе области для оптимизации является учёт взаимодействия детали в сборке: выбираем нагрузку, распределение сил, защемление, моменты.

После указания области для оптимизации, в рамках которой программа будет искать результат, важно также определить те области, которые точно нужно сохранить. Это участки, через которые компоненты контактируют друг с другом или части, без которых нормальное функционирование детали невозможно.

Далее необходимо сделать анализ напряжений: он показывает, в каком диапазоне можно работать и где наиболее нагруженные области. Анализ напряжений и коэффициента запаса прочности исходной детали представлен на рисунке 2.

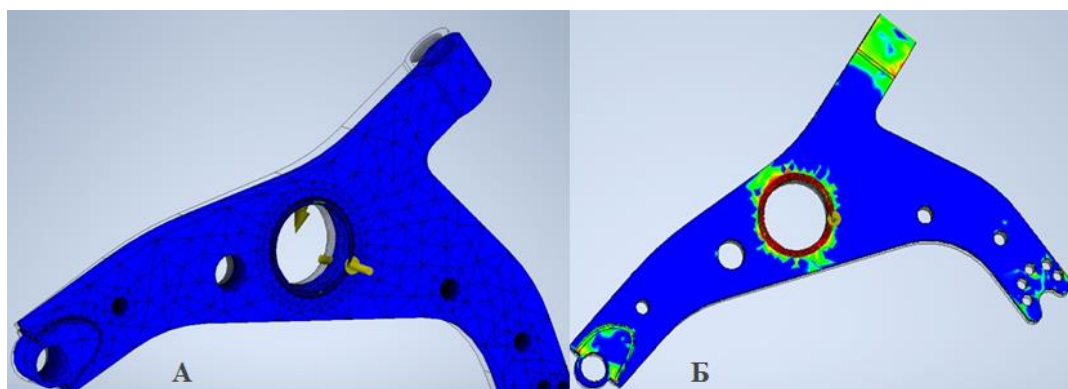


Рисунок 2 – Анализ исходной детали: а – напряжение; б – коэффициент запаса прочности

Далее была произведена топологическая оптимизация и рассчитан анализ напряжений и коэффициент запаса прочности, который представлен на рисунке 3.

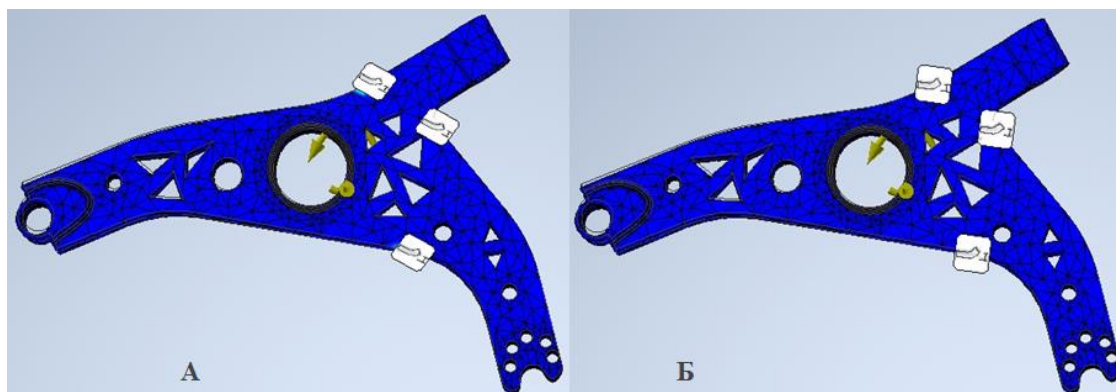


Рисунок 3 – Анализ оптимизированной детали: а – напряжение; б – коэффициент запаса прочности

Проведенный анализ напряжений показал, на сколько уменьшилась исходная масса детали «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5» в ходе данных преобразований, что составило около 18-20%. В ходе топологической оптимизации жесткость детали также повысилась, так как были усилены необходимые участки и облегчены те участки, что не несли особой нагруженности, по сравнению с другими элементами.

Это показывает и коэффициент запаса прочности, на оптимизированной детали он равномерно распределен на поверхности и составил 12-15 мл (микролитра), в то время как на исходном варианте выделены наиболее нагруженные области. Что касается максимального напряжения, в исходном случае она составляла 1,8 МПа, в полученном варианте – 1,59 МПа.

Таблица 1 сравнивает массу и максимальное напряжение исходной и оптимизированной детали «Рычаг передней подвески автомобиля MAZDA CX-5»

Таблица 1 – Сводная таблица

	Исходная деталь	Оптимизированная деталь
Масса	5,27 кг	4,216 кг уменьшение на 18-20%
Максимальное напряжение	1,8 МПа	1,59 МПа уменьшение на 11,7%

Когда-то новый, а на сегодняшний день один из быстроразвивающихся отраслей – аддитивное производство позволяет нам создавать и реализовывать на практике без особых трудностей все более сложный, но при этом экономически и металлоемки конструкции.

#### Библиографический список

1. Кравченко, Е. Г. Аддитивные технологии в машиностроении: учебное пособие / Е. Г. Кравченко, А. С. Верещагина, В. Ю. Верещагин. – Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2018 – 140 с.
2. Тарасова, Т.В. Возможности технологий аддитивного производства для изготовления машиностроительной продукции различного назначения / Т.В. Тарасова, А.А. Филатова. – М.: ВИАМ, 2016 - с.32.
3. Bendsoe, M.P. Topology Optimization: Theory, Methods and Applications / M.P. Bendsoe, O. Sigmund. – New York: Springer, 2003. – с. 271
4. Bendsoe, M.P. Material interpolation schemes in topology optimization / M.P.Bendsoe, O. Sigmund / Archive of Applied Mechanics, 1999. – с. 654.



УДК 621.774  
ГРНТИ 55.16.22

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ ГИБКЕ ТРУБ С РАСКАТЫВАНИЕМ

Федоров А. А., Нагорнов А. А., Ена В. А.

Научный руководитель: Козлов А. В., Бобылев А. В.

*Южно-Уральский государственный университет (Национальный исследовательский университет)  
г. Челябинск*

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

a\_kozlov55@mail.ru, bavzlatoust@mail.ru, fedorovandrey128@mail.ru,  
nagornov98@mail.ru, v.ena@icloud.com

Гибка труб является одной из основных операций технологического процесса изготовления деталей трубопроводов. При гибке труб с раскатыванием тепловые явления определяют температуру в зоне гибки, определяют интенсивность износа инструмента (раскатных шариков), следовательно, и его стойкость. С целью установления процесса распределения теплоты в зоне гибки, были проведены натурные эксперименты с применением искусственной термопары и тепловизора. Было проведено сравнение двух методов измерения температуры, была измерена температура в зоне раскатывания без использования охлаждения и на поверхности трубы.

*Ключевые слова:* тепловые явления, гибка труб, специальный станок, искусственная термопара, тепловизор.

## STUDY OF THERMAL PHENOMENA DURING PIPE BENDING AND ROLLING

Fedorov A. A., Nagornov A. A., Ena V. A.

Scientific supervisor: Kozlov A. V., Bobylev A. V.

*South Urals State University (National Research University), Chelyabinsk  
TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny*

Pipe bending is one of the main operations of the technological process of manufacturing pipeline parts. When pipes are bending with rolling, thermal phenomena determine the temperature in the bending zone, the wear rate of the tool (rolling balls) and therefore its durability. In order to establish the process of heat distribution in the bending zone field experiments were conducted using an artificial thermocouple and a thermal imager. Two measurement methods, in the rolling zone without the use of cooling and on the pipe surface, were compared.

*Keywords:* thermal phenomena, pipe bending, special machine, artificial thermocouple, thermal imager.

Тепловые явления в процессе раскатывания и гибки трубы играют значительную роль. Именно они определяют температуру в зоне гибки, которая оказывает прямое влияние на величину сил гибки и микроструктуру поверхностного слоя заготовки. Существенная часть теплоты, выделяемой при пластической деформации, приходится на нагрев инструмента, что оказывает существенное влияние на интенсивность износа инструмента (раскатных шариков), следовательно, и его стойкость. При повышении локальных температур в зоне раскатывания (температура в зоне раскатывания может достигать 650...700 °С) у раскатных шариков может произойти низкотемпературный отпуск, который изменит механические свойства шариков, чем заметно ускорит их износ.

Для рациональной компоновки трубопроводов и других изделий, изготавливаемых из труб, требуется большое количество их криволинейных участков. В современных производственных условиях осуществить качественную гибку труб диаметром более 50 мм в холодном состоянии достаточно сложно. Связано это с тем, что она сопровождается такими нежелательными для последующей эксплуатации явлениями, как утончение стенки на внешней частигиба, сплющивание поперечного сечения, образование гофр и изломов на внутренней частигиба.

Процесс гибки с раскатыванием можно описать следующим образом: при вращении (с помощью электродвигателя) раскатника, заведенного в тонкостенную трубу из титанового сплава с большим натягом, в каждой точке соприкосновения раскатника со стенкой трубы возникает знакопеременный изгиб, при котором изгибные напряжения кратковременно достигают предела текучести. В результате при приложении небольшого изгибающего усилия, с помощью изгибного и упорного роликов, происходит холодная гибка тонкостенной трубы в перемещающейся кольцевой зоне раскатывания.

Опыт показывает, что процесс гибки с раскатыванием неразрывно связан с выделением тепла в зонегиба. Причины его возникновения, характер распределения, а также процессы теплообмена между элементами технологической системы в зоне деформаций еще недостаточно изучены.

Пластическое течение металла при гибке с раскатыванием представляет собой сдвиг одной части материала трубы по отношению к другой, что является основной причиной выделения тепла в зонегиба. Неравномерность распределения тепла по сечению трубы обусловлена как различной интенсивностью деформаций в разных участках сечения, так и теплообменом с элементами оснастки станка (раскатным инструментом, роликом-шаблоном и т. д.). В ходе гибки ролик-шаблон наматывает изгибаемую трубу, создавая тем самым плотный контакт ложемент ролика и внутренней стенки трубы. Это обеспечивает постоянный теплоотвод от этой частигиба, и поэтому температура здесь несколько ниже, чем на внешней стенке.

В результате холодной гибки тонкостенных труб, раскатываемых с большими натягами, происходят различного рода искривления и деформации, в числе которых: удлинение внешней стенки трубы, укорачивание внутренней стенки, а также изменение длины боковой стенки. В результате это приводит к преобразованию формы и исходной толщины стенок тонкостенной трубы в поперечном сечении. Схема деформации трубы при изгибе представлена на рисунке 1.

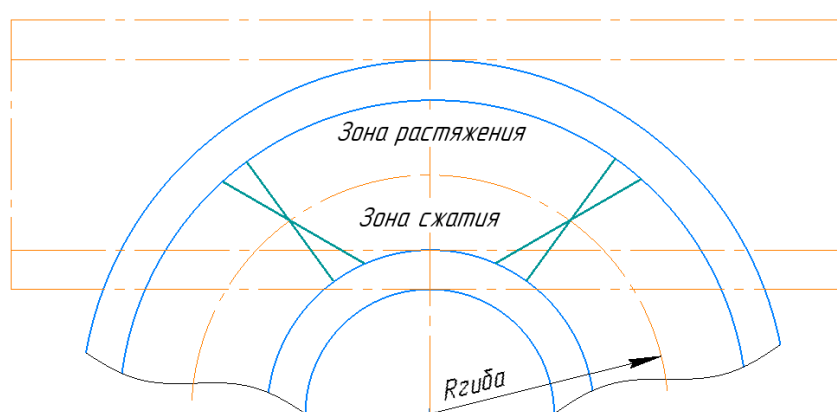


Рисунок 1 – Схема деформации трубы при изгибе

Для выявления характера распределения тепла в зоне раскатывания и величин нагрева рабочих элементов проведена серия экспериментов с использованием следующих методов измерений: с помощью искусственной термопары и тепловизора.

При проведении экспериментов использовались трубы из коррозионностойкой стали марки 12Х18Н10Т и титанового сплава марки ВТ01

Для определения максимальной температурыгиба в первом опыте эксперимент проводился без применения охлаждения. Его результаты приведены на рис. 3

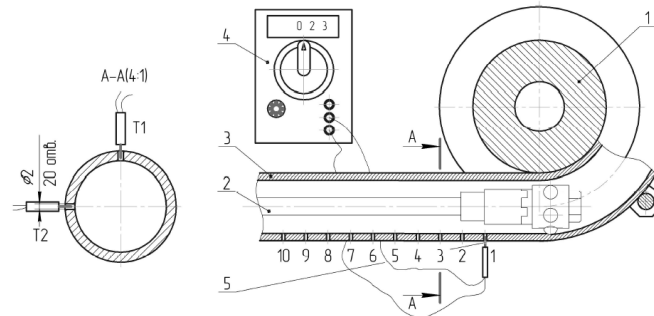


Рисунок 2 – Схема измерения с помощью искусственной термопары

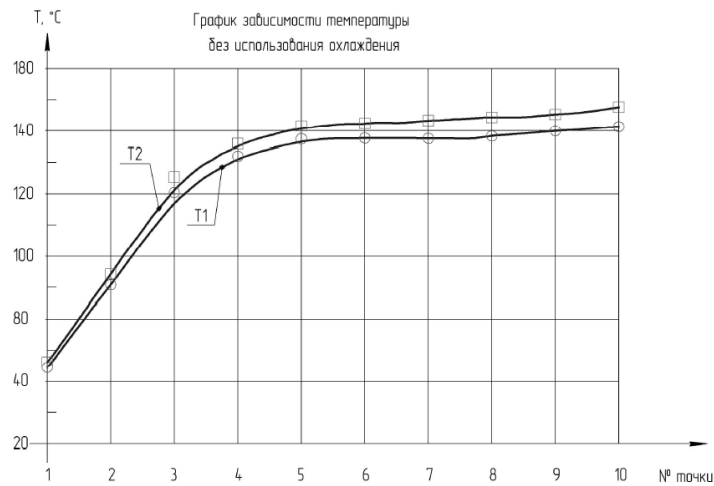


Рисунок 3 – Результаты измерения с помощью искусственных термопар без применения охлаждения

На рисунках 4, 5 приведены графики изменения температуры в зоне раскатывания с применением различных типов охлаждения.

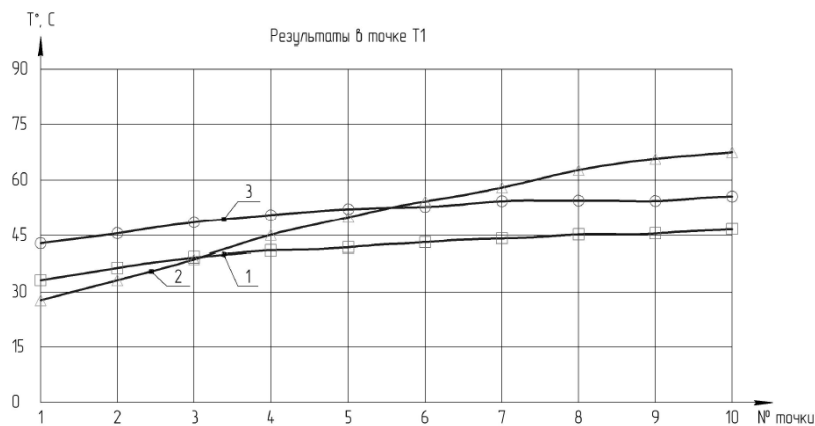


Рисунок 4 – График изменения температуры в зоне раскатывания (T1) с применением различных типов охлаждения

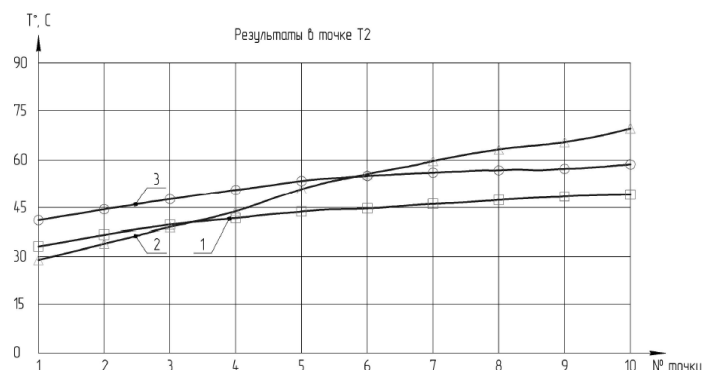


Рисунок 5 – График изменения температуры в зоне раскатывания (T2) с применением различных типов охлаждения

Измерения термопарой позволили получить лишь приблизительную картину распределения тепла при гибке труб с раскатыванием. Кроме того, термопара хоть и незначительно, но удалена от зоны обработки и не дает реальной картины непосредственно в зоне работы инструмента.

В ходе проведения эксперимента осуществлялось также измерение температуры в зоне изгиба тонкостенной трубы с помощью тепловизора по схеме, представленной на рисунке 6.

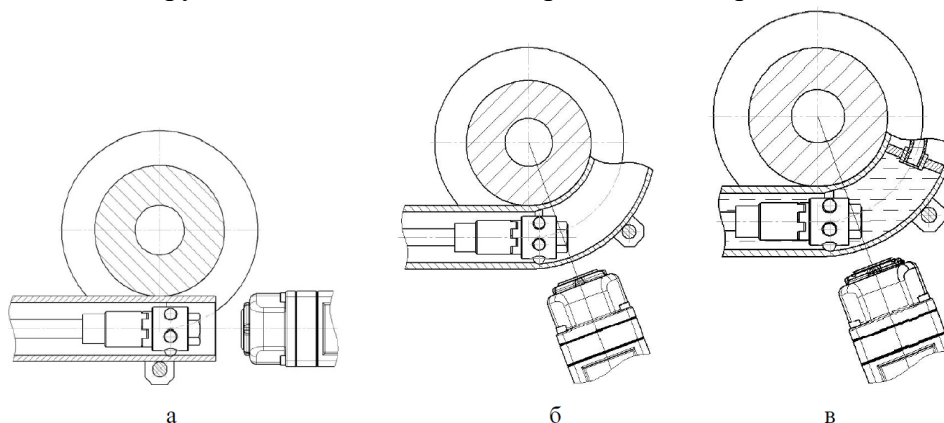


Рисунок 6 – Схема замера температур с помощью тепловизора: а – с торца; б – со стороны зоны раскатывания; в – со стороны зоны раскатывания

Измерения температуры при гибке труб с раскатыванием проводились на установке для гибки труб малого диаметра и на станке модели СХГТ-3 в случаях с использованием охлаждения в виде эмульсии и без охлаждения. Измерения проводились тепловизором Testo 865.

При измерении температуры при гибке труб с раскатыванием с использованием тепловизора установлено, что применение масла наиболее эффективно, так как оно смазывает трущиеся поверхности трубы и раскатника, заметно уменьшая трение. Эмульсия обладает качествами, несколько уступающими маслу по смазывающему воздействию, но является более дешевым средством. Вода, обеспечивая наилучший теплоотвод, практически не снижает трения в зоне контакта инструмента и детали. Следовательно, при гибке труб с раскатыванием желательно использовать смазочно-охлаждающие жидкости на масляной основе.

Сравнив результаты двух методов измерения были следующие выводы:

- Без использования охлаждения температура в зоне раскатывания повышается не столь значительно в начале из-за перераспределения теплоты по толщине трубы;
- Температура на поверхности трубы заметно отличается от температуры на раскатном инструменте, что видно на снимках, с торца трубы из-за рассеяния теплоты по элементам технологической системы заготовки и распределения теплоты в окружающую среду;

– При значительной длительности гибки трубы в зоне раскатывания возрастает вероятность низкотемпературного отпуска инструмента, что требует обязательного использования высокоэффективных охлаждающих сред;

– При выходе на рабочий режим гибки температура достигает 130–140°C. Перепад температуры между раскатным инструментом и трубой 40°C. Применение в качестве охлаждения воды является достаточным, чтобы сохранить стойкость раскатного инструмента.

#### Библиографический список

1. Пат. 818707 РФ. МКИ В 21 D 9/14. Способ гибки труб / С. Г. Лакирев, Я. М. Хилькевич; № 2713945/25; опубл. 07.04.81; Бюл. № 13.
2. Козлов, А. В. Технология и оборудование холодной гибки тонкостенных труб: монография / А. В. Козлов, А. В. Бобылев. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. — 169 с.
3. Халиулин, Е. В. Станок для гибки труб из титановых сплавов / Е. В. Халиулин, А. В. Козлов // «Наука ЮУрГУ»: материалы 69 научной конференции. — Сб. науч. тр. Челябинск: Изд. «ЮУрГУ», 2017. — с. 545–549.
4. Козлов А. В., Бобылев А. В. Изучение тепловых явлений при гибке труб с раскатыванием. Рубцовск: Рубцовский технол. ин-т, 2000. С. 118–120.
5. Новая технология холодной гибки труб / С.Г. Лакирев [и др.] // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 1997. № 6. С. 68–69.
6. Козлов А.В., Хилькевич Я.М. Оценка натягов и усилий при гибке труб с раскатыванием // Вестник ЮУрГУ. 2004. № 5 (34). С. 125–131.
7. Козлов А.В., Шеркунов В.Г., Хилькевич Я.М. Опыт гибки тонкостенных труб в холодном состоянии // Технология машиностроения. 2008. № 10. С. 21–22.
8. Козлов, А.В., Чуманов И.В., Бобылев А.В. Изучение влияния холодной гибки труб с раскатыванием на структуру и свойства металла // Известия вузов. Черная металлургия. 1999. № 6. 33–35.
9. Козлов А.В., Шеркунов В.Г., Хилькевич Я.М. Напряженное состояние в трубе при ее гибке с раскатыванием  $n$  парами близко расположенных деформирующих элементов // Вестник машиностроения. 2009. № 8. С. 67–70.
10. Козлов А.В., Шеркунов В.Г. Компьютерное моделирование процесса гибки труб с раскатыванием // Известия ТулГУ. Сер. Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением. Тула: Изд-во ТулГУ, 2009. Вып. 4. С. 28–33.
11. Козлов А.В., Шеркунов В.Г., Хилькевич Я.М. Механизмы снижения усилий гибки труб при их раскатывании с большими натягами // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2009 № 4. С. 36–39.
12. Козлов А.В. Разработка оборудования для холодной гибки труб с раскатыванием // Вестник МГТУ им. Г.И. Носова. 2010. № 1. С 34–36.
13. Козлов А.В., Бобылев А.В., Максимов С.П. Изучение тепловых явлений при гибке труб с раскатыванием. Вестник МГТУ им. Г.И. Носова, 2018. – Т.16, №3. – С.87-97.



УДК 67.05  
ГРНТИ 30.15.15

### ПРОВЕДЕНИЕ КАРАКУРИ НА БАЗЕ ОТИ НИЯУ МИФИ

Бугаев М. А., Гусев Г. А., Денисенко К. М., Маклаков А. И., Чернышев К. П.,  
Шакиров А. Р., Шишкин А. А., Щербаков И. А.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

flagellant.dd@mail.ru

В данной статье рассмотрены основные этапы процесса выполнения творческой проектно-конструкторской работы – каракури, которая проводилась впервые на базе ОТИ НИЯУ МИФИ под руководством и по запросу специалистов конструкторского отдела ФГУП «ПО «МАЯК».

*Ключевые слова:* каракури, «ПО «МАЯК», конструкторский, производство.

### CONDUCTING KARAKURI ON THE BASIS OF OTI NIYAU MEFHI

Bugaev M. A., Gusev G. A., Denisenko K. M., Maklakov A. I., Chernyshev K. P.,  
Shakirov A. R., Shishkin A. A., Shcherbakov I. A.

*OTI NRNU MEFHI, Ozersk*

In this article, we considered main stages of the process of performing creative design work - karakuri, which was carried out for the first time on the base of the MEFHI Research Institute under the guidance and at the request of specialists of the design department of FSUE "PO "MAYAK".

*Keywords:* karakuri, second year, "PO "MAYAK", design, production.

Конструкторский отдел ПО МАЯК периодически проводит среди своих сотрудников творческую проектно-конструкторскую работу – каракури. Целью работы является найти наиболее эффективное, экономичное и дешёвое решение для той или иной задачи, которые время от времени встают перед конструкторским отделом предприятия. В 2021 году к этой работе были привлечены студентов ОТИ НИЯУ МИФИ, готовящего кадры для производства. Перед нашей группой была поставлена следующая задача спроектировать и построить макет механизма, который бы позволил в практически автоматизированном режиме, с минимальным вмешательством оператора, перемещать из зоны отгрузки на склад рулоны с плёнкой, изъять из зоны хранения, отрезать необходимую массу плёнки, вернуть остатки изначального рулона в зону хранения и переместить отделённый материал в зону отгрузки.

Выполнение работы проводилось в рамках соревнований формата World Skills. Работа механизма не подразумевает использование электро-, гидро- и пневмопривода. На выполнение работы было выделено пять дней, два из которых были использованы для проектирования установки, оставшиеся три были употреблены на изготовление макета и отладку конструкции. При проектировании применение САПР не допускалось. Для изготовления макета устройства использовались материалы, предоставленные ФГУП «ПО «МАЯК».

На рисунке 1 представлен общий вид макета.



Рисунок 1 – Общий вид

Конструкция имеет следующий вид: в зоне отгрузки (рисунок 2 (ближний желоб)) на поставленные рулоны закрепляются борта, далее они по направляющему желобу скатываются до складской зоны (рисунок 3), где посредством ручного подъемника (рисунок 4) помещается в зону хранения, откуда позже может быть изъята тем же способом. По требованию заказчика из складской зоны бобина с плёнкой доставляется к механизму отмотки и взвешивания (рисунок 5), где отмеряется и отрезается требуемое количество материала при этом наматываясь на новую бобину. Далее рулон из зоны взвешивания возвращается в складскую зону, а отделённый материал рычагом переносится в желоб ведущий к грузовому подъемнику (рисунок 6), который используя лебёдку доставляет бобину с материалом в зону отгрузки (рисунок 2 (дальний желоб)).

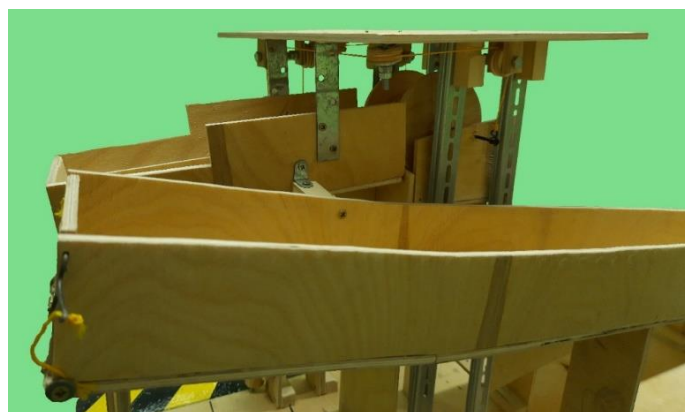


Рисунок 2 – Зоны погрузки и разгрузки рулонов

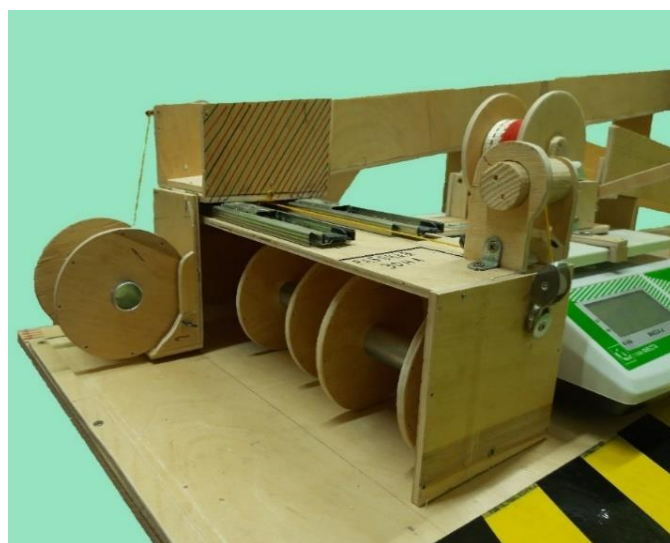


Рисунок 3 – Складская зона привезенных рулонов



Рисунок 4 – Складской ручной подъемник



Рисунок 5 – Механизм отмотки и взвешивания рулонов

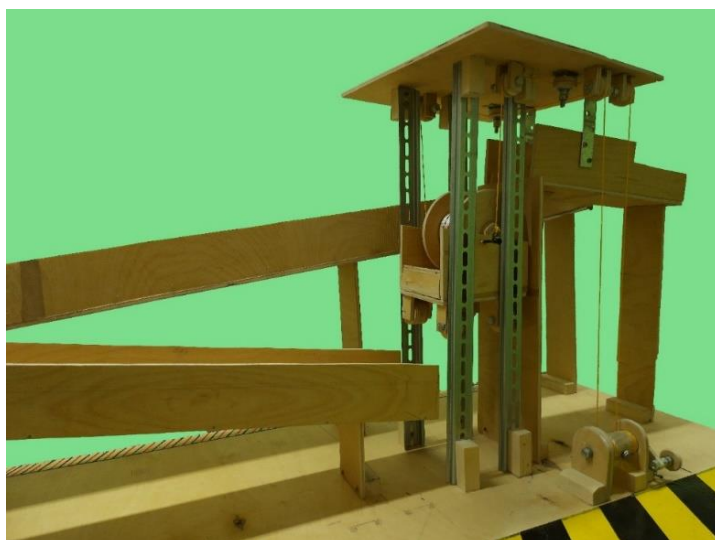


Рисунок 6 – Грузовой лифт

Участие в каракури может быть достаточно полезным занятием для будущих и нынешних специалистов инженерно-конструкторского направления с целью развития своих

творческих способностей и нахождения более простых способов решения тех или иных конструкторских задач, тем самым минимизируя ресурсные затраты. Помимо этого, данное мероприятие должно представлять интерес для различных производств, так как позволяет сотрудникам найти простое, дешёвое, не требующее электроэнергии для работы решение для облегчения и ускорения многих операций, что должно повышать продуктивность работы, что может увеличить объёмы производства за счёт сокращения времени выполнения операций без потери в качестве.

В результате выполнения работы был спроектирован и изготовлен рабочий макет устройства, позволяющего удобно перемещать по помещениям, хранить, точно отмерять необходимое количество материала и доставлять его в зону отгрузки, при этом минимизируя нагрузку на работников, ускоряя и упрощая весь процесс. Разработанное устройство планируется внедрить на ФГУП «ПО «МАЯК».

**УДК 621.92 (07)**  
**ГРНТИ 55.31.29**

### **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ И ПРОЧНОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

Логунова Э. Р.

*Озёрский технологический институт – филиал ОТИ НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

elv7863@mail.ru

В статье рассмотрен вопрос повышения стойкости и прочности режущего инструмента для обработки деталей машин.

*Ключевые слова:* режущий инструмент, стойкость, прочность, машиностроение, обработка деталей.

### **MODERN METHODS OF INCREASING THE DURABILITY AND STRENGTH OF THE CUTTING TOOL**

Logunova E. R.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The article deals with the issue of increasing the durability and strength of the cutting tool for processing machine parts.

*Keywords:* cutting tool, durability, strength, mechanical engineering, processing of parts.

Для высокой производительности изготовления деталей машин высокого качества необходим режущий инструмент, обладающий высокой стойкостью и прочностью. Эти качества инструмента позволят сократить материальные и временные затраты при производстве изделий машиностроения.

Известные способы и методы повышения стойкости инструмента продолжают совершенствоваться и выходят на все более высокий уровень.

Для режущего инструмента, выполняемого из различных инструментальных материалов, применяются следующие методы:



Несмотря на то, что инструмент из быстрорежущих сталей проигрывает твердосплавному в скорости резания в 5-6 раз и твердости в 1,2-1,4 раза, он обладает неоспоримым достоинством – возможностью создания сложнопрофильных фасонных инструментов. Что, практически, невозможно при использовании в качестве материала твердых сплавов, ввиду сниженной их обрабатываемости, и хрупкости при ударной нагрузке.

Таким образом, возникла необходимость повышения твердости, прочности и срока службы быстрорежущего инструмента.

Один из методов - нанесение покрытий методом конденсации вещества из плазменной фазы в условиях ионной бомбардировки (метод КИБ).

Покрытие формируется при конденсации низкотемпературной плазмы в вакууме специальной установки. При этом ионная бомбардировка позволяет эффективно очистить поверхность от сорбционных и окисных пленок, осуществить термомеханическое активирование поверхностных слоев инструментального материала и активно воздействовать на поверхностные дефекты.

Для способа КИБ характерна хорошая адгезия покрытия, причем прочность адгезионной связки не уступает прочности на отрыв основы и когезионной прочности самого покрытия.

При использовании метода КИБ плазменный поток служит для формирования высокой твердости, которая зависит от параметров процесса и варьируется в широких пределах. При изменении энергии ионов и плотности потока плазмы, создаются новые центры конденсации, прерывается рост крупных зерен, получается мелкокристаллическое строение покрытий. Способ КИБ может полностью исключить влияние субструктуры подложки на структуру получаемого покрытия.

При температурах, не превышающих 500° С, можно наносить покрытия на быстрорежущую основу без риска ее отпуса.

При испытании резцов, изготовленных из быстрорежущих сталей Р6М5, Р12Ф5М, Р6М5К5, Р8М3К6С, Р9К5 с покрытием TiN (КИБ), установлено, что коэффициент повышения стойкости коррелирует с теплостойкостью указанных основ.

Метод КИБ для упрочнения быстрорежущего инструмента доказал, что при соблюдении технологии упрочнения стойкость инструмента повышается до 3-4 раз.

Другой способ увеличения стойкости инструмента – это лазерное упрочнение.

Микротвердость поверхностей определяется количественным соотношением перекрытых и неперекрытых зон, образующихся при наложении «пятен» закалки. В углеродистых сталях (У8А, У10 и др.) с увеличением плотности энергии микротвердость возрастает в обеих зонах, но в перекрытых несколько больше; при упрочнении сталей ХВГ, Р6М5, Х12, Х12М уменьшается и увеличивается в неперекрытых зонах.

Кромку, подлежащую закалке, предварительно покрывают слоем углеродсодержащей пасты, которая играет двойную роль – увеличивает коэффициент поглощения излучения пластинчатого режущего инструмента и служит источником углерода для насыщения поверхности инструмента.

Устройство особенно эффективно при упрочнении сталей с малым и умеренным содержанием углерода (до 0,4). Под действием лазерного излучения режущий инструмент локально нагревают до температуры, превышающей температуру аустенитного превращения, но не выше температуры плавления поверхности материала инструмента.

При такой температуре начинается насыщение приповерхностного слоя стали углеродом из углеродсодержащей пасты и диффузия его вглубь пластинчатого режущего инструмента.

Насыщение поверхности углеродом идет без ее оплавления, форма кромки заготовки и качество поверхности в ходе лазерной обработки не нарушается.

3. Следующий способ – электроискровое легирование. Процесс электроискрового легирования заключается в полярном переносе материала — анода на электрод-катод при



электроискровых разрядах, возбуждаемых пульсирующим током. Электроискровое легирование дает возможность значительно изменять исходные физические и химические свойства поверхностного слоя (микротвердость, структуру, теплостойкость и т. д.) быстрорежущей и других инструментальных, конструкционных сталей.

В качестве легирующих электродов в основном применяются тугоплавкие композиции (ВК, ТК), а также тугоплавкие соединения (феррохром, графит) в зависимости от задаваемых свойств поверхности упрочняемого изделия.

Металлические поверхности можно легировать не только металлами, но и многими сплавами, металлокерамическими композициями и тугоплавкими соединениями, покрытия имеют очень большую прочность сцепления с основанием, в процессе легирования на обрабатываемой поверхности могут протекать микрометаллургические процессы с образованием материалов, придающих поверхности новые свойства, по сравнению с материалами детали и легирующего электрода, процесс легирования можно осуществлять в точно заданных местах, не защищая при этом остальную поверхность обрабатываемой детали.

Износостойкость упрочненной поверхности резко повышается, микротвердость достигает до  $22 \times 1000$  МПа, а образующиеся на режущей части нитриды металлов придают поверхности анти-фрикционные свойства.

Электроискровому легированию можно подвергать все виды быстрорежущего инструмента, включая резцы, сверла, фрезы, протяжки; вспомогательный инструмент — цанги, центра, ножи, детали штампов, приспособлений.

4. В основе метода химико-термической обработки (ХТО) инструментальных материалов, таких как азотирование, цементация, борирование, силицирование, сульфацирование, хромоазотирование, карбонитрация, лежит диффузионное насыщение. Стойкость инструмента после карбонизации повышается, по различным данным, от 1,6 до 6 раз.

#### *Магнитная обработка режущего инструмента.*

Под действием магнитного поля инструмент претерпевает своеобразный наклеп, т. е. упрочняется, происходит распад дефектных комплексов, создается однородная структура стали. Теплостойкость и твердость инструмента из быстрорежущей стали при этом повышаются. Магнитной обработке рекомендуется подвергать быстрорежущий инструмент, в первую очередь осевой — сверла, зенкеры, развертки, метчики.

6. Эпиламирование представляет собой обработку инструмента в специальных составах — эпилах, композициях, состоящих из растворителя или смеси растворителей, в которых растворено поверхностно-активное вещество (ПАВ).

Эпилам — это состав для нанесения молекулярной пленки, которая наносится из раствора и остается на поверхности твердого тела после испарения растворителя.

Стойкость накатных плашек увеличивается в 2 раза, метчиков и плашек при обработке стали 9Х18Н10Т — в 2 раза, а при обработке титанового сплава ВТ341 — в 6 раз. Ролики развальцовок, применяемые при сборке теплообменников из стали 10Х18Н10Т, повысили стойкость в 10 раз.

7. Ионно-вакуумная модификация (ИВМ) относится к методам поверхностной финишной обработки. Свойства поверхностных слоев определяют эксплуатационные характеристики изделий, такие как износо- и коррозионная стойкость, жаропрочность и жаростойкость.

Ионно-вакуумная модификация (ИВМ) поверхности значительно уменьшает износ пластин, меняя его характер от усталостного выкрашивания к абразивному истиранию с элементами адгезионного схватывания.

8. Термическая обработка твердых сплавов, заключается в упрочнении связующей фазы путем дополнительного растворения в ней карбида вольфрама. Нагрев твердосплавных изделий до температур  $1000...1300^\circ \text{C}$  в соляной ванне способствует диффузионному растворению поверхностных объемов зерен карбида вольфрама в кобальтовой связке. В

результате этого межфазные границы WC-Co представляют собой диффузионные зоны с более плавным изменением концентрации вольфрама и углерода от содержания их в карбиде вольфрама до содержания в твердом кобальтовом растворе. Последующее резкое охлаждение изделий в закалочной среде (масло, селитра) обеспечивает фиксирование произошедших изменений и отсутствие опасных термических напряжений, которое может приводить к трещинам.

В результате термообработки структурные изменения ведут к повышению предела прочности на изгиб и ударной вязкости на 10...20%, долговечности при ударном нагружении в 2...6 раз, к повышению коэрцитивной силы и снижению магнитной проницаемости, термо ЭДС и теплопроводности твердых сплавов.

Применение термоупрочненных твердых сплавов при невысоких температурах (при малых сечениях срезаемого слоя) и в условиях несплошного контакта (при малых скоростях резания), а также при прерывистом резании (фрезерование, строгание) приводит к повышению износостойкости и долговечности инструмента.

Таким образом, в зависимости от материала режущего инструмента, его формы и области применения, выбираем определенный метод улучшения характеристик инструмента и его стойкости, обеспечивая тем самым хорошие технико-экономические показатели технологических процессов механической обработки.

#### Библиографический список

1. Соколов А.Г., Бобылёв Э.Э. Кинетика формирования покрытий на базе карбида титана, нанесенных по технологии диффузионной металлизации из среды легкоплавких жидкометаллических растворов, на сплавах типа ТК и ВК. Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты), 2016, № 2 (71), с. 59–69. Э.Э. Бобылёв 12 Инженерный журнал: наука и инновации # 12·2020
2. Григорьев С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента. Москва, Машиностроение, 2011, 368 с. ISBN 978-5-94275-591-1
3. Sokolov A.G., Bobilyov E.E. The element-phase composition and properties of the surface layers of carbide-tipped tools made of TK and WC-Co alloys. Letters on Materials, 2017, no. 7 (3), pp. 222–228. DOI: 10.22226/2410-3535-2017-3-222-228
4. Pak A.Ya. A vacuum-free method for producing cubic titanium carbide in the plasma of low-voltage direct-current arc discharge. Technical Physics Letters, 2018, vol. 44, pp. 1192–1194. DOI: 10.1134/S1063785019010152

УДК 62-503.56  
ГРНТИ 55.24.29

### ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСТРУДЕРА С НЕСКОЛЬКИМИ СОПЛАМИ ДЛЯ 3D ПРИНТЕРА И РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ

Кольжецов Д. А., Морозова А. В.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

a-nastya\_1999@mail.ru

В статье представлен разработанный экструдер с пятью соплами позволяющий печатать пятью различными типами пластика одновременно без остановки рабочего процесса. Основным преимуществом предлагаемой модели является то, что экструдер приводится в

движение всего двумя двигателями. Для управления экструдером было разработано приложение, позволяющее производить настройку необходимых параметров печати.

*Ключевые слова:* 3D-принтер, экструдер, приложение, филамент, шаговый двигатель, сопло, 3D-печать.

## DESIGNING A MULTI-NOZZLE EXTRUDER FOR A 3D PRINTER AND DEVELOPING A CONTROL APPLICATION

Kolzhetsov D. A., Morozova A. V.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy*

The article presents a developed extruder with five nozzles that allows you to print five different types of plastic at the same time without stopping the workflow. The main advantage of the proposed model is that the extruder is driven by only two motors. To control the extruder, an application was developed that allows you to configure the necessary print settings.

*Keywords:* 3D printer, extruder, appendix, filament, stepper motor, nozzle, 3D printing.

FDM печать является одним из самых популярных способов печати на 3D принтерах в силу своей простоты. Филамент проходит через экструдер, который имеет определённую температуру, необходимую для плавления того или иного типа пластика. Объект печатается слой за слоем потоком расплавленного материала. После прохождения через сопло материал сразу затвердевает [5].

Функция классического экструдера заключается в плавлении филамента. Экструдер состоит из: шагового двигателя, подающей шестерни, поджимного ролика, термобарьера, нагревательного блока и сопла [1, стр. 35].

Использование только одного экструдера ограничивает возможности 3D-печати. Только один филамент может быть установлен в экструдер и, следовательно, только один цвет/материал можно использовать при печати. Замена филамента потребует значительный перерыв во времени, так как процесс печати будет приостановлен [3, стр. 21].

В настоящее время существуют принтеры с двойным экструдером. На двойном экструдере есть два сопла и принцип печати такой же, как у экструдера с одним соплом. Время печати может быть снижено за счет непрерывной работы экструдеров, так как не будет необходимости тратить дополнительное время на замену филамента [4, стр. 57].

Кроме того, в некоторых моделях используется более двух экструдеров, в таких моделях число сопел равняется числу двигателей. Каждый филамент подаётся своим двигателем к соответствующему соплу. Основными недостатком таких моделей экструдеров являются: большие габариты и вес, что одновременно и увеличивает стоимость таких экструдеров [2, стр. 89].

Цель: разработать новую конструкцию экструдера, позволяющего печать пятью различными типами пластика и разработать приложение, для реализации печати на 3D принтере.

Задачи:

- ознакомиться с существующими моделями экструдеров;
- разработать конструкцию экструдера с несколькими соплами;
- разработать прототип экструдера с несколькими соплами;
- установить прототип экструдера на 3D принтер;
- разработать приложение для преобразования задаваемых параметров в gcode.

Предлагаемая модель экструдера состоит из двух основных частей: механизм нагрева и механизм подачи пластика.

Разработанный экструдер имеет пять отдельных сопел с нагревательными блоками, предназначенными для печати до пяти различных цветов/материалов без какого-либо

прерывания, переключения или замены пластика. Экструдер крепится к кронштейну по кругу, как показано на рисунке 2. Каждое сопло отвечает только за один тип пластика. Это означает, что к принтеру можно подсоединить пять катушек пластика. Комплект экструдеров установлен на кронштейне, который прикреплен к каретке, в свою очередь каретка при помощи шаговых двигателей и ремней может двигаться по оси x, y, z.

Механизм подачи пластика изображенный на рисунке 1, состоит из барабана (2) с пятью отверстиями для филаментов, двух упорных шарикоподшипников (14), шестерни (6), которая устанавливается на шаговый двигатель (1), зубчатого колеса (7), второго шагового двигателя (1), на вал которого установлен подающий ролик (3). Барабан при помощи винтов (11) прикреплен к зубчатому колесу. В свою очередь зубчатое колесо расположено между двумя упорными подшипниками. Данный механизм скрепляется верхней (4) и нижней (5) пластиной с помощью винтов (12) и гаек (13). На рисунке 2 представлена 3D модель механизма подачи пластика.

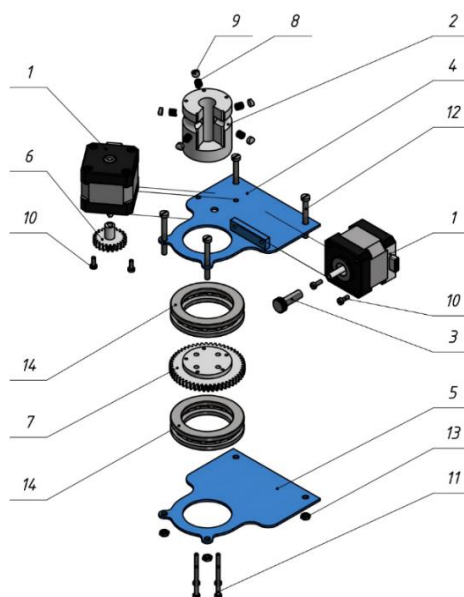


Рисунок 1 – Механизм подачи пластика

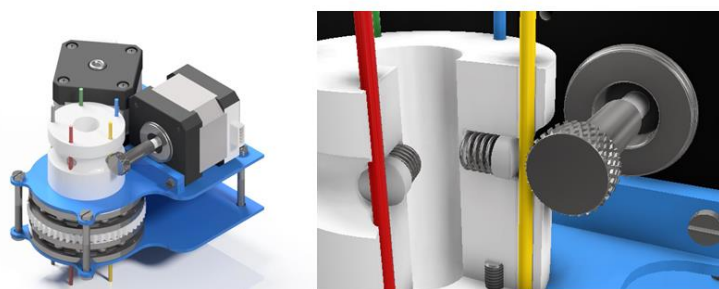


Рисунок 2 – 3D модель механизм подачи пластика

Смена пластика производится следующим образом: на вал шагового двигателя надета шестерня, которая передаёт вращение на зубчатое колесо. Как уже говорилось ранее зубчатое колесо жестко соединено с барабаном при помощи винтов. При подаче сигнала на шаговый двигатель, происходит вращение вала на заданный угол. В следствие этого, вращение передастся на зубчатое колесо и барабан, который поворачивается на определённый угол. Данный поворот позволяет перемещать необходимый филамент к механизму подачи.

Когда необходимый филамент, установлен в требуемое положение механизмом подачи, включается второй шаговый двигатель, который отвечает за подачу пластика к экструдеру. Шаговый двигатель вращает подающий ролик, который поджимает филамент и перемещает его вниз к экструдеру.

Данная установка была установлена на принтер NEO. Общая конструкция предлагаемого экструдера с подающим механизмом представлена на рисунке 3.

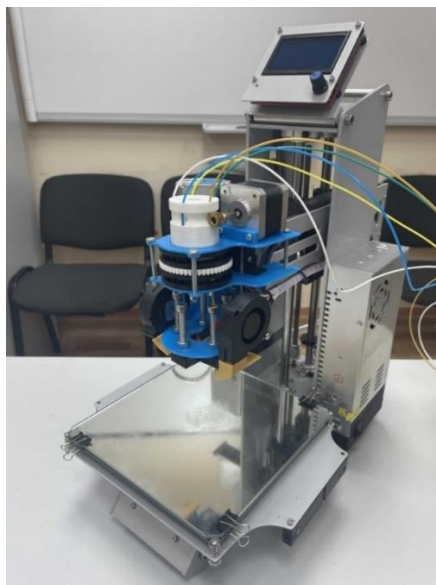


Рисунок 3 – Общая конструкция предлагаемого экструдера с подающим механизмом

Для сборки конструкции такие детали как барабан, шестерня, зубчатое колесо, нижняя и верхняя пластина будут печататься на 3D принтере из PLA пластика.

Для экструдера с пятью соплами необходимо было разработать приложение, в котором можно было бы настраивать все необходимые параметры. На сегодняшний день существуют приложения (слайсеры) в которых можно настроить параметры печати, но в таких приложениях можно настроить всего 2 экструдера, поэтому существующие приложения не подойдут для настройки разработанного экструдера.

В данной работе было разработано приложение, которое работает совместно с программой Компас-3D. Для работы с программой потребуется 3D модель детали, состоящая из нескольких твердых тел, выполненная в Компас-3D и сама программа Компас-3D. Наличие твердых тел необходимо для печати каждого твердого тела отдельным цветом. На рисунке 4 представлено рабочее пространство приложения.

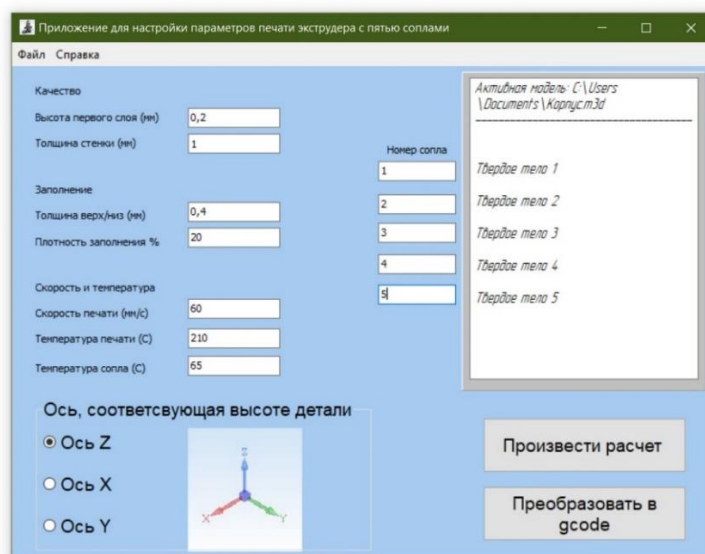


Рисунок 4 – Рабочее пространство приложения



Рабочее пространство приложения содержит область, в которую необходимо перенести готовую 3D-модель детали или открыть её в Компас-3D. После чего необходимо выбрать ось ориентации детали. Слева требуется ввести необходимые стандартные настройки печати и нажать на кнопку «Произвести расчет». После этого в правой части приложения отобразятся твердые тела из которых состоит деталь, напротив каждого твердого тела нужно поставить номер сопла с необходимым типом пластика. Когда номера проставлены, необходимо нажать на кнопку «Преобразовать в gcode». Приложение выдаст файл в формате gcode, который требуется загрузить в 3D принтер.

Предлагаемая конструкция экструдера состоит из пяти сопел, которые позволяют печатать пятью разными цветами/материалами по очереди, не останавливая рабочий процесс. Кроме того, экструдер имеет всего два шаговых двигателя, что значительно снижает вес конструкции и уменьшает себестоимость, по сравнению с аналогами.

Разработанная конструкция может устанавливаться на многие модели принтеров, при условии изготовления крепёжных деталей индивидуально для каждого принтера.

Для корректной работы экструдера и всех исполнительных органов перемещения, было разработано приложение, которое выдаёт файл в формате gcode, который требуется загрузить в 3D принтер. Разработанный экструдер представляет собой новую технологию 3D печати с возможностью печати несколькими типами пластика. Дальнейшие исследования и эксперименты позволят улучшить конструкцию экструдера и оптимизировать приложение.

#### Библиографический список

1. Волкова В. Н., Козлова В. Н. Моделирование систем и процессов в 3D печати. – М.: Юрайт, 2015. – 161 с.
2. Зленко М.А., Попович А.А. Аддитивные технологии в машиностроении. – Санкт-Петербург: Издательство политехнического университета, 2013. – 222 с.
3. Кэнесс, Э. С., Дзеннаро М. А. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития. – М.: МЦТФ, 2013. – 43 с.
4. Шкуро А.Е., Кривоногов П.С. Технологии и материалы 3D-печати. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т., 2017. – 98 с.
5. Как работает 3D-принтер: принцип работы трехмерной печати // Сайт все о 3D принтерах. 2018. URL: [https://gb.ru/posts/how\\_3d\\_printing\\_works](https://gb.ru/posts/how_3d_printing_works) (дата обращения: 01.03.2022).

**УДК 62-4**

**ГРНТИ 61.61.81**

### ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕЛЬНОГО ПЛАСТИКА

Осипова Н. В., Дьяконова В. А., Токарев А. С., Пузыня К. Ю.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

ms.natasha@mail.ru

В данной работе рассмотрены основные физико-механические свойства полиуретана, а также основные сферы применения деталей из полиуретана. Изучена технология изготовления деталей из модельного пластика. Определена погрешность выполнения готового изделия из модельного пластика и стоимость единицы продукта или партии деталей, а также получены необходимые рекомендации для получения точных изделий.

*Ключевые слова:* полиуретан, полимерные пластмассы, PLA пластмассы, детали из модельного пластика, погрешность, точность, усадка, 3D-принтер.

## **PRACTICAL APPLICATION OF MODELING PLASTIC**

Osipova N. V., Dyakonova V. A., Tokarev A. S., Puzynya K. Y.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny*

In this work, the main physical and mechanical properties of polyurethane, as well as the main areas of application of polyurethane parts, are considered. The technology of manufacturing parts from model plastic has been studied. The error in the execution of a finished product made of modeling plastic and the cost of a unit of a product or a batch of parts were determined, and the necessary recommendations were obtained to obtain accurate products.

*Keywords:* polyurethane, polymer plastics, PLA plastic, model plastic parts, error, accuracy, shrinkage, 3D-printer.

Удовлетворяя потребности разных промышленных отраслей в обеспечении надежными, прочными, износостойкими деталями и комплектующими, все чаще производители в качестве сырья используют полимеры. Свойства их настолько уникальны, что сферы практически не имеют границ и вполне заслуженно полимер называют материалом будущего.

Одной из разновидностей полимеров является полиуретан – современный конструкционный материал, выступающий отличной заменой пластика, резины, каучука и даже металла. Изделия из полиуретана безукоризненно работают в привычной среде и так же хорошо сохраняют стабильность в экстремальных условиях.

Цель исследования: определить погрешность выполнения готового изделия из модельного пластика и получить необходимые рекомендации для получения точных изделий.

Полиуретан – это синтетический полимер, сырьём для изготовления которого служит полиол, получаемый из сырой нефти.

Основными преимуществами полиуретана являются устойчивость к маслам, ультрафиолету, а также агрессивным воздействиям окружающей среды, грибкам и бактериям, низкая токсичность, высокая термостойкость, широкий спектр применений. Полиуретан характеризуется большими коэффициентами эластичности, износостойкости, стареет медленнее, чем резина. Лучше выносит механическое воздействие, к тому же после любой деформации быстрее возвращает свою первоначальную форму.

Из всех известных видов сырья наиболее распространенной является PLA пластик. Это термопластик, который расплавляется при высокой температуре и затвердевает при остывании. Из него можно изготавливать любые изделия.

Отличительные свойства PLA пластика: изделие очень быстро затвердевает при использовании вентилятора для охлаждения. PLA минимально деформируется при изменении температуры. PLA более вязкий: при сильном ударе PLA погнется, а не сломается [1, с.69].

Технология изготовления деталей из полимерной пластмассы заключается в процессе создания изделий методом литья. Он практически всегда одинаков: создаем модель, с её помощью создаем силиконовую форму, заливаем в нее материал, получаем изделие. Но в зависимости от модели, необходимых свойств, количества отливок – каждый этап может кардинально меняться. Существует несколько способов как создания формы, так и готового изделия.

Самый простой способ – сплошная заливка. Модель помещается в опалубку, фиксируется в ней и заливается силиконом. Хорошо подходит для простых двухмерных моделей, рельефов, сувенирной продукции

Наиболее сложный способ – двухсоставная форма. Заключается в помещении модели на глиняную или пластилиновую основу, которая делит силиконовую форму пополам. На основе размещаются специальные замки, которые будут обеспечивать точное совмещение двух форм и отсутствие смещений. Вокруг основы собирается опалубка, герметизируется горячим клеем или пластилином, и в неё заливается первая половина формы. Затем, после отверждения силикона, форма переворачивается, глина или пластилин счищаются, силикон покрывается разделительным составом, и заливается вторая половина формы.

Был поставлен вопрос: возможно ли на базе лабораторий сделать полный цикл изготовления изделий из полиуретана для выполнения заказов от ФГУП «Приборостроительный завод имени К.А. Володина». Для осуществления заказов для завода, необходимо понимать, какую точность готового изделия можно предоставить и какая же будет стоимость единицы продукта или партии деталей.

Принтер – универсальная вещь, можно изготовить деталь любой формы. Поэтому необходимо изготовить мастер-модель на 3D принтере. На основе мастер-модели нужно изготовить матрицу из силикона и останется лишь получить готовое изделие из модельного пластика. На этих трех этапах будет усадка в большую или меньшую сторону, предсказать ее достаточно сложно, поэтому необходимо определить на всех этапах изготовления изделия, проанализировать и найти коэффициенты усадки.

Первым этапом необходимо смоделировать будущее изделие.

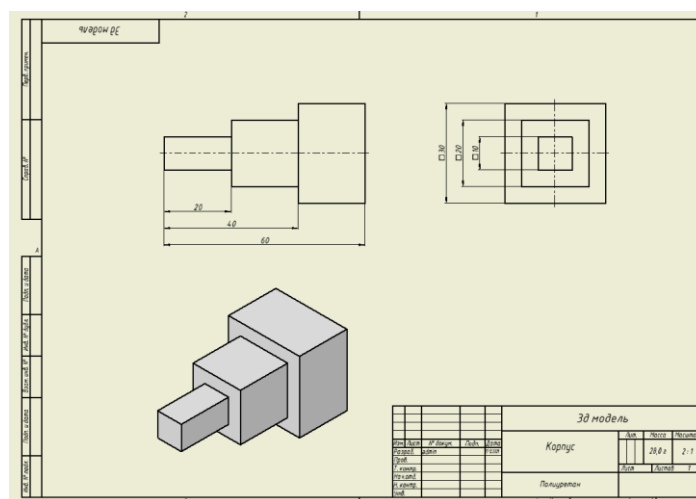


Рисунок 1 – Моделирование будущего изделия

Второй этап – моделирование мастер-модели.

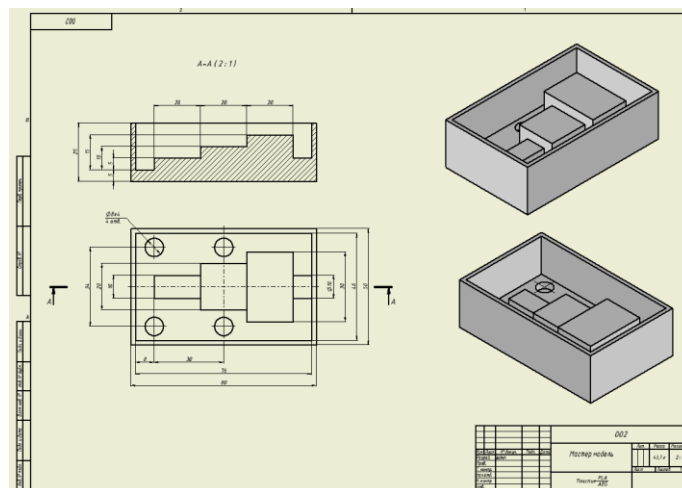


Рисунок 2 – Моделирование мастер-модели

Следующим этапом задаём программу печати на высоту слоя 0,10 мм, 0,15 мм, 0,20 мм и 0,25 мм. Основной параметр качества поверхности – это высота слоя, чем она меньше, тем качественнее изделие, тем меньше видно послойное наращивание.

Основной принтер, на котором будут произведены работы это PICASO X PRO. На нем есть 4 основные профиля печати: «Качество», «Стандарт», «Быстро», «Черновая».

При увеличении высоты слоя уменьшается время печати за счет уменьшения общей длины траектории, описываемой экструдером. В таблице 1 указано время печати для каждого профиля и каждой высоты слоя.

Таблица 1 – Время печати на различных профилях

Высота слоя	«Качество»	«Стандарт»	«Быстро»	«Черновая»
0,10 мм	20 ч 18 мин	13 ч 40 мин	9 ч 36 мин	6 ч 22 мин
0,15 мм	12 ч 59 мин	8 ч 47 мин	6 ч 08 мин	4 ч 01 мин
0,20 мм	9 ч 03 мин	5 ч 58 мин	4 ч 10 мин	2 ч 45 мин
0,25 мм	7 ч 20 мин	4 ч 49 мин	3 ч 22 мин	2 ч 14 мин

Для данного опыта мы остановили свой выбор на профиле «БЫСТРО», так как это оптимальное решение для печати любых изделий как маленьких, так и больших.

Далее производим печать мастер-моделей, изготовление в мастер-моделях силиконовых матриц и отливку в матрицах модельного пластика. Проводим измерения на точность: измеряем изделие и находим коэффициенты усадки. Коэффициент усадки – это коэффициент, на который необходимо увеличить размеры готового изделия. Получаем три графика зависимости погрешности от высоты слоя, которые представлены на рисунке 3.

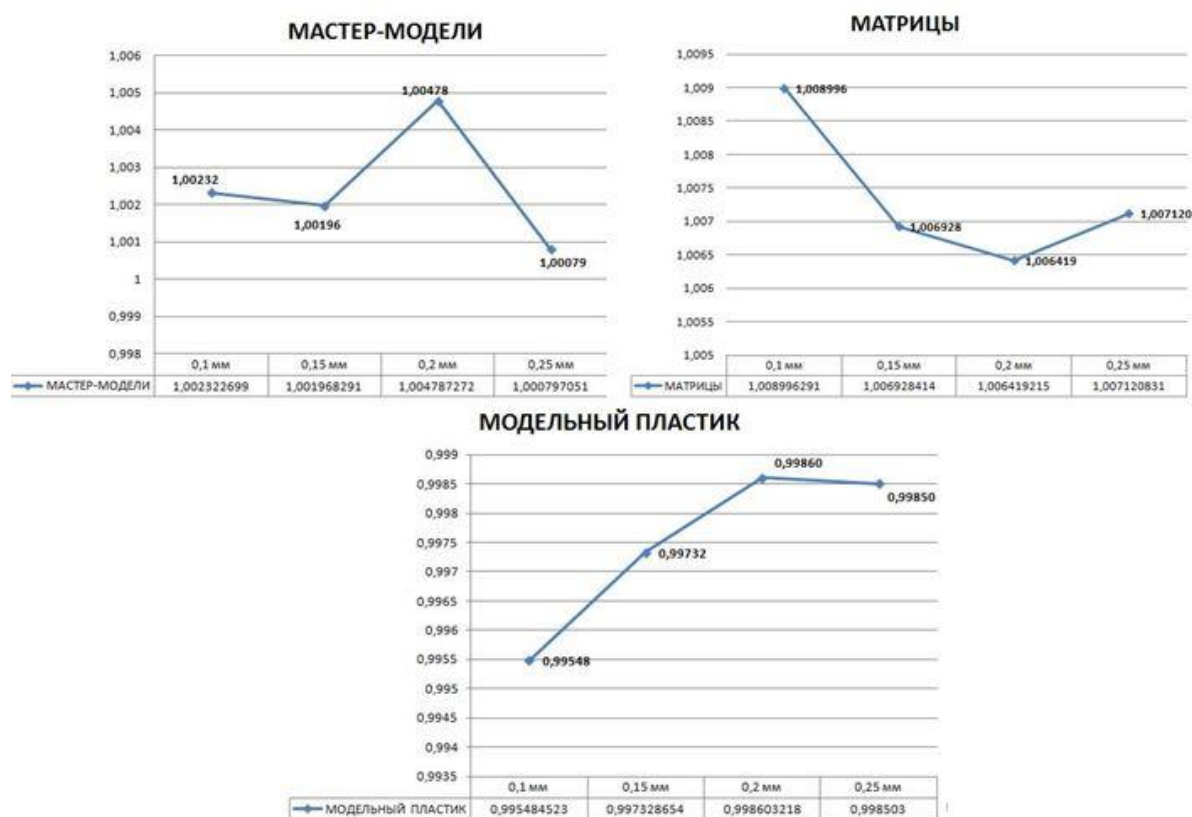


Рисунок 3 – График погрешности мастер-модели, силиконовой матрицы и готового изделия из модельного пластика

Как видно из графиков, наименьшая усадка возникает при высоте слоя 0,25 мм.

Для ответа на поставленный вопрос необходимо произвести расчет себестоимости продукции. Сначала рассчитываем стоимость необходимого сырья, определяем объем модели и матрицы, высчитываем время на изготовление, цену за одно изделие, а также рассчитываем стоимость и время изготовления для партии деталей в количестве 1000 штук. Получается, что для партии деталей в 1000 штук необходимо 10 мастер-модели, столько же матриц из силикона. В итоге за 23 дня можно изготовить 1000 деталей, стоимость которых составит 31 425 руб. Следовательно, стоимость одной детали составит 31,425 руб. без учета амортизации. Данные таблицы представлены на рисунке 4.

Табл 1. Стоимость сырья				Табл 4. Цена 1 изделия			
Наименование позиции	кг	цена	цена/1гр	Мастер модель	18,79	руб	
Пластик для принтера	1	1 490,00 Р	0,671141	Матрица	115,04	руб	
Силикон	5,1	5 990,00 Р	0,851419	Изделие	29,97	руб	
Модельный пластик	3,2	2 990,00 Р	1,070234	Эл энергия	12,00	руб	
	кВт	цена	1 квт/ч	Итоговая цена 1 шт	175,80	руб	
квт/час	0,4	7,5	3	Время изготовления	14,00	ч	
Табл 2. Расчет себестоимости изделия				Табл 5. Расчет партии деталей			
Наименование позиции	гр			Кол-во штук:		1000	шт
Объем модели	28			Наименование позиции	шт		руб
Объем матрицы	112,6			Кол-во мастер модели	10		187,92
				Кол-во матриц	10		1150,44
				Кол-во изделий	1000		29966,56
Табл 3. Время изготовления				Эл энергий			120,00
Время на изготовление	час			Итоговая цена			31 424,91
Печать	4			Время изготовлений	545	ч	22,7083
Силикон	5						дней
Мод пластик	5						

Рисунок 4 – Расчетные таблицы

В результате исследования было определено, что при высоте слоя меняется точность исполнения. Так при высоте слоя 0,1 мм или 0,15 мм получаем более точное изделие, чем при программировании работы принтера на слой 0,2 мм или 0,25 мм.

Рекомендации по производству изделий следующие:

- рекомендуемый коэффициент усадки печати мастер-модели – 1,00196; для силиконовых матриц – 1,0069 и для модельного пластика – 0,997;
- общий коэффициент усадки – 1,00195;
- в результате исследования при высоте слоя 0,25 мм, коэффициент усадки получился наименьшим, поэтому, учитывая время печати, коэффициент усадки и затраты пластика, рекомендуем выбирать высоту слоя 0,25 мм;
- для достижения более качественной поверхности следует выбирать меньшую высоту слоя;
- при учёте данных погрешностей, можно получить точную модель, указав их при проектировании.

#### Библиографический список

1. Ляпков, А.А. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие для вузов / А.А. Ляпков, А.А. Троян. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 120 с.
2. Преображенская, Е.В. Технологии, материалы и оборудование аддитивных производств: учебное пособие / Е.В. Преображенская, Т. Н. Боровик, Н. С. Баранова. – Москва: РТУ МИРЭА, 2021 – Часть 1 – 2021. – 173 с.



# МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

УДК 004.9  
ГРНТИ 20.23.21

## ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА ПООПЕРАЦИОННОГО ПЛАНА С УЧЕТОМ ВЗАИМОЗАВИСИМЫХ ОПЕРАЦИЙ

Войщев П. Р.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

pavel-0199@yandex.ru

В данной статье рассмотрена задача оптимизации алгоритма расчета пооперационного плана. В результате решения задачи алгоритм учитывает наличие взаимозависимых операций на реальном производстве.

*Ключевые слова:* производство, планирование, Oracle, автоматизированная система управления дискретным производством, управление потоками, барьерная синхронизация.

## OPTIMIZATION OF THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE OPERATIONAL PLAN, TAKING INTO ACCOUNT INTERDEPENDENT OPERATIONS

Voishchev P. R.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

This article considers the problem of optimizing the algorithm for calculating the operation plan. As a result of solving the problem, the algorithm takes into account the presence of interdependent operations in real production.

*Keywords:* production, planning, Oracle, automated control system for discrete production, thread management, barrier synchronization.

На ФГУП «ПО «Маяк» внедрена и используется автоматизированная система управления дискретным производством «Призма» (далее – АСУП) [1]. Одной из ее подсистем является автоматизированная система расчета пооперационного производственного плана, использующая методы сетевого планирования. Однако составляемый ею производственный план в условиях реального производственного процесса в ряде случаев является некорректным и невыполнимым, поскольку в алгоритме, который используется подсистемой не учитываются взаимозависимые операции, которые производятся сразу над несколькими наименованиями деталей в определенном порядке.

Основной единицей подсистемы планирования является плановое задание - задание на изготовление конкретного количества конкретного изделия. На основе конструкторского состава для планового задания строится производственный состав, в котором указывается, какие детали и сборочные единицы необходимо изготовить для получения конечного изделия. Естественным образом производственный состав образует иерархию, в которой конечное изделие является корневым элементом, а его составные части - дочерними.

На реальном производстве и в АСУП можно выделить следующие типы деталей:

– ДСЕ – самостоятельное изделие, которое может быть конечным продуктом или его составной частью;

– образец – несамостоятельное изделие, которое не может быть конечным продуктом.

Такие изделия предназначены для проверки физико-химических свойств материала, из которого изготавливается партия ДСЕ. Например, при термической обработке свойства материала могут изменяться.

В иерархии планового задания образец является дочерним элементом ДСЕ (основной детали). Поскольку алгоритм планирования составляет план, начиная с элементов наибольшей степени вложенности к корню, то сначала планируется производство образцов, а затем – основной детали. Однако такой вариант планирования не реален, поскольку и основная деталь, и образцы должны проходить некоторые стадии производства вместе, чтобы обладать одинаковыми физическими свойствами, в противном случае смысл изготовления образцов теряется.

Целью данной работы является оптимизация алгоритма подсистемы планирования таким образом, чтобы основная деталь и образец изготавливались совместно с учетом взаимозависимых операций, а не в порядке очереди, что сделает составляемый план выполнимым на реальном производстве.

АСУП и подсистема планирования разработана на основе системы управления базами данных Oracle, что определяет технологии, которые могут быть использованы при разработке. Уже существуют программные продукты Microsoft Project, ProjectLibre, Ganttter, которые поддерживают связывание задач несколькими способами, однако их интеграция с АСУП является затруднительной, поскольку АСУП обладает специфичной схемой данных и требуется разработка решения с учетом особенностей существующей системы. Помимо этого, решение должно быть независимым от внешних поставщиков.

Примерами взаимозависимых операций являются операции электроэрозионной резки, нанесения покрытия (гальваническая обработка) и термической обработки. Такие операции разделяются на два вида: выполняемые последовательно и выполняемые параллельно.

Операция электроэрозионной резки является последовательно выполняемой операцией, так как сначала происходит отделение заготовки для одного наименования детали, а затем для другого. То есть, в данном случае используется связь типа «окончание-начало», так как одна зависимая операция не может начаться раньше окончания другой зависимой операции [2].

Гальванические и термические операции являются взаимозависимыми параллельными. Детали и образцы загружаются в рабочую зону оборудования вместе и обрабатываются при одних и тех же условиях, что гарантирует идентичность их физических свойств. Поскольку очевидно, что они производятся на одном и том же оборудовании в одно и то же время, эти операции должны иметь связь типа «начало-начало», то есть обе операции начинаются одновременно [2].

В процессе разработки выяснилось, что информация о взаимозависимых операциях в АСУП в удобном для использования в автоматизированных системах виде отсутствует. Информация о взаимозависимых операциях описывалась в технологиях в текстовом поле, предназначенном для примечаний, в свободной форме и не могла быть использована для расчетов. Поэтому появилась дополнительная задача по реализации интерфейса и изменению структуры базы данных для возможности ввода и редактирования информации, необходимой для автоматизированного расчета плана с учетом взаимозависимых операций. Для решения данной задачи использовался язык программирования высокого уровня Delphi, а также среда разработки СУБД Oracle PL/SQL Developer.

Поскольку связь между операциями является двусторонней, для определенности было установлено, что операция ДСЕ является «ведущей», а операции образцов, связанные с ней, считаются «ведомыми».

Результатом работы алгоритма планирования является пооперационный план производства. В ходе своей работы алгоритм получает информацию о всех операциях из

технологической документации текущей рассматриваемой детали и последовательно вносит их в план. В случае обнаружения операции, выполняемой совместно, необходимо остановить планирование операций рассматриваемой детали и переключиться на планирование той детали, где имеется связанная операция. По сути, такая операция является точкой схождения производственных процессов над двумя деталями. В ходе анализа литературы и информации из сети «Интернет» выяснилось, что аналогичная ситуация возникает в сфере разработки программного обеспечения при управлении конкурентными потоками, когда для сбора результатов работы алгоритма необходимы некие контрольные точки, поэтому для решения задачи по модификации алгоритма планирования производства можно использовать те же методы, что и при разработке программного обеспечения. В данном случае хорошо подходит метод барьерной синхронизации [3]. Поскольку планирование происходит пооперационно, во время обработки каждой из операций происходит поиск информации, имеются ли у нее какие-либо зависимости. Если операция является «ведущей», то барьер переходит в сигнализирующее положение, останавливая планирование операций основной детали, после чего начинается планирование всех операций образца вплоть до «ведомой», а затем, в зависимости от типа связи - «конец-начало» или «начало-начало» - эти операции вносятся в план. При этом порядок их выполнения отвечает необходимым условиям реального производства. В случае, если все операции по основной детали были внесены в план, а по образцу существуют такие, которые в нем отсутствуют, то происходит расчет оставшихся операций.

В ходе решения поставленных задач был создан пользовательский интерфейс для работы по связыванию операций, а также в АСУП были внесены необходимые изменения, благодаря которым при расчете производственного плана учитывается необходимость совместного выполнения некоторых операций.

#### Библиографический список

1. Microsoft Project. Связывание задач в проекте. [Электронный ресурс] URL: <https://support.microsoft.com/ru-ru/office/связывание-задач-в-проекте-31b918ce-4b71-475c-9d6b-0ee501b4be57> (дата обращения: 25.03.2022).
2. АСУДП «Призма». АС «Плановое задание». Руководство пользователя. Т35/063-2013, 2013. - 124 с., ил.
3. Гетц Брайан, Пайерлс Тим, Блох Джошуа. Java Concurrency на практике. Пер. с англ. - СПб.: «Питер», 2005. - 464 с., ил.

**УДК 004.4**  
**ГРНТИ 50.41.25**

### **СПЕЦИФИКА ОБУЧЕНИЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

Геберт К. В., Изюмин В. А.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

k.gebert@yandex.ru, v.izyumkin21@yandex.ru

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья имеет ряд особенностей. Организация обучения слабовидящих и незрячих лиц требует немало затрат для образовательной организации. Сократить расходы позволит создание собственного комплекса по производству устройств и сервисов для лиц данной категории лиц с ОВЗ.

*Ключевые слова:* обучение незрячих и слабовидящих, обучение лиц с ОВЗ, образовательная среда, шрифт Брайля.

## **SPECIFICS OF EDUCATION FOR PEOPLE WITH DISABILITIES**

Gebert K. V., Izyumin V. A.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy*

**Annotation:** The education of persons with disabilities has a number of peculiarities. Organization of training for the visually impaired and blind requires a lot of costs for the educational organization. To reduce costs, it will be possible to create our own complex for the production of devices and services for persons of this category of persons with disabilities.

**Keywords:** training of the blind and visually impaired, training of persons with disabilities, educational environment, Braille.

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. №273-ФЗ» нормативно регулирует право на образование без дискриминации по состоянию здоровья (ст.5) и определяет возможности получения образования инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья (далее ОВЗ) во всех образовательных организациях, в том числе, где реализуются адаптированные образовательные программы для обучающихся с ОВЗ.

Выделяют восемь основных категорий лиц с ограниченными возможностями здоровья по виду заболевания:

1. лица с нарушением слуха;
2. лица с нарушением зрения;
3. лица с нарушением речи;
4. лица с нарушением интеллекта;
5. лица с задержкой психического развития;
6. лица с нарушением опорно-двигательного аппарата;
7. лица с нарушением эмоционально-волевой сферы;
8. лица с множественными нарушениями.

В вопросах высшего образования лиц ОВЗ рассмотрению подлежат лица с нарушением слуха, зрения, речи и опорно-двигательного аппарата.

Статья 79 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» определяет условия обучения, воспитания и развития обучающихся с ОВЗ, включающее применение специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента, оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здание организации, осуществляющих образовательную деятельность, и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ОВЗ.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) в мире 45 млн человек лишены зрения и еще 135 миллионов страдают различными дефектами зрения. По имеющимся прогнозам, число слепых людей на нашей планете к 2022 году увеличится до 75 млн человек, а слабовидящих – до 200 млн человек. Поэтому потребность в создании условий для приема абитуриентов и обучения лиц с ОВЗ этой категории будет только возрастать.

Минобрнауки России определены особенности организации приема в вузы инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.

Данный документ описывает особенности проведения вступительных испытаний, особенности взаимодействия с различными группами, особенности проведения профориентационной работы и организации приема документов абитуриентов-инвалидов и лиц с ОВЗ.

Для соблюдения требований для слабовидящих и незрячих обучающихся образовательная организация должна иметь, в том числе, и тактильные мнемосхемы, книги по системе Брайля с применением тифлографики. Покупка подобного материального обеспечения при комплексном оборудовании обходится каждому вузу в немалую сумму. Например, каждая тактильная табличка по индивидуальному заказу обойдется не менее чем в 3000 рублей.

Изготовление подобной таблички не является сложным технологичным процессом. Для производства необходимы материал для таблички, оборудование для нанесения тактильной графики, позволяющее наносить послойный ультрафиолетовый отверждаемый полимер и алгоритм перевода надписи на систему Брайля в автоматическом режиме.

Шрифт Брайля (фр. Braille) — рельефно-точечный тактильный шрифт, предназначенный для письма и чтения незрячими и плохо видящим людям. В шрифте Брайля каждый символ, присутствующий в обычном письменном языке, то есть буквы, цифры и знаки препинания, кодируется в виде одной или нескольких точек в клетке размером две на три точки. Как правило, точки в клетке нумеруются от 1 до 6.

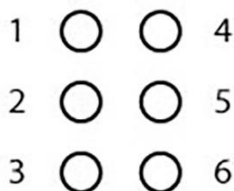


Рисунок 1 – Шрифт Брайля

Программа конвертер в шрифт Брайля написана на С. Простая реализация возможна с использованием специального шрифта. После ввода обычного текста осуществляется его автоматический перевод.

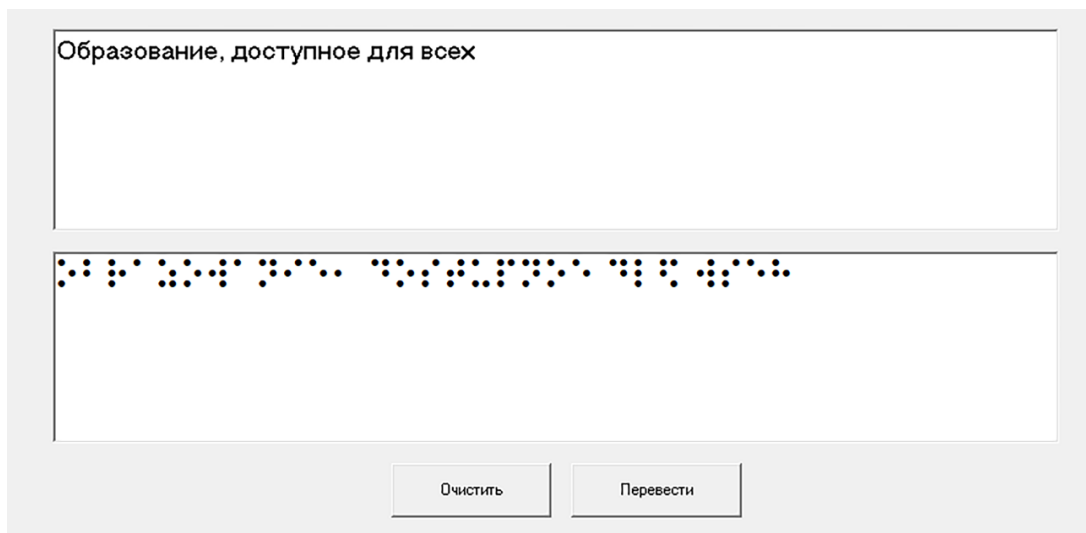


Рисунок 2 – Перевод текста

Прямой перевод достаточно прост и нетрудозатратен. Различать символы зрячему человеку, даже знающему шрифт Брайля, очень проблематично. Научиться читать пальцами



также непросто. Поэтому обратный перевод, как правило, требует специализированного дорогостоящего оборудования.

Для обратного перевода необходимо разработать алгоритм, который будет не просто распознавать точки и их последовательность, но и определять сам текст.

Полноценная программа должна работать в режиме реального времени для синхронного общения обучающего и обучаемого, а также позволять импортировать переведенные тексты для обеспечения условий обучения лиц с ОВЗ.

Разработанная программа позволит изготовить прототипы необходимого материального обеспечения для соблюдения условий, предписанных в федеральном законе, упростить чтение текстов на Брайле зрячими людьми: преподавателями, близкими, друзьями незрячих людей. Развитием программы послужит создание мобильного приложения и онлайн сервиса для слабовидящих и незрячих лиц.

#### Библиографический список

1. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.who.int.ru/>. – Загл. С экрана.
2. Федеральный закон от 29.12.2012 N 273-ФЗ (ред. от 30.12.2021) "Об образовании в Российской Федерации" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2022)//Собрание законодательства РФ. -2012- №53. - Ст.7598.
3. "Методические рекомендации об организации приема инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в образовательные организации высшего образования" (утв. Минобрнауки России 29.06.2015 N АК-1782/05) – Режим доступа: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/44848.html/> (Дата публикации на сайте: 30.11.2015) © КонсультантПлюс, 1992-2022.
4. Ликвидация слепоты, которую можно избежать: доклад Секретариата. Всемирная организация здравоохранения. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/81056> (дата публикации: 28 апреля 2003 г).
5. Дублирующая тактильная табличка со шрифтом Брайля для незрячих людей // ГЕДАКОЛОП-УРАЛ URL: [https://www.superschild.ru/goods/119356216-taktilnaya\\_informatsiya\\_shriftom\\_braylya\\_bez\\_dublirovaniya\\_dlya\\_nezryachikh\\_lyudey](https://www.superschild.ru/goods/119356216-taktilnaya_informatsiya_shriftom_braylya_bez_dublirovaniya_dlya_nezryachikh_lyudey)

УДК 65.011.56

ГРНТИ 50.47

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОВАРНО-МАТЕРИАЛЬНЫМИ ЦЕННОСТЯМИ ПРОИЗВОДСТВ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Михалев В. Р.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

[m.v.r.ozr@protonmail.com](mailto:m.v.r.ozr@protonmail.com)

Описывается решение следующих задач: расширение функционала автоматизированной системы предприятия КИС Alfa по оперативному контролю процессов снабжения товарно-материальными ценностями от поставок до передачи и использования подразделениями предприятия, создание системы оперативного информирования руководителей о состоянии процессов обеспеченности, оптимизация процесса доставки

материально-технических ресурсов и оборудования подразделениям предприятия с центральных складов складского хозяйства, формирование графика вывоза товарно-материальных ценностей в соответствии с приоритетами, определенных заказчиками, производственными программами, формирование заявок на автотранспорт для внутренних перевозок, создание системы учета товарно-материальных ценностей с просроченным сроком годности.

*Ключевые слова:* корпоративная информационная система, автоматизированная система, учет и контроль, оптимизация процессов.

## **AUTOMATED MANAGEMENT SYSTEM FOR LOGISTICS PROCESSES OF PROVIDING GOODS AND MATERIAL VALUES OF THE ENTERPRISE'S PRODUCTION FACILITIES**

Mikhalev V. R.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The solving of the following tasks is described: creation of functionality in the automated system of the Alfa CIS enterprise for operational control of the processes of supply of inventory from supplies from suppliers to transfer and use by the company's divisions; creation of a system promptly informing managers about the state of security processes, optimizing the process of delivery of material and technical resources and equipment to the divisions of the enterprise from the central warehouses of the warehouse economy; the formation of applications for vehicles for domestic transportation; the creation of a system of inventory accounting valuables with an expired expiration date.

*Keywords:* corporate information system, automated system, accounting and control, process optimization.

В настоящее время на ФГУП «ПО «Маяк» перед обеспечивающими подразделениями предприятия и ИТ-службой поставлена задача по усовершенствованию системы обеспечения материальными ресурсами производств предприятия с использованием передовых направлений информационных технологий.

Данная задача вошла в карту сквозных цифровых технологий, согласованную в Госкорпорации «Росатом» и утвержденную генеральным директором предприятия, и поэтому является значимой и актуальной.

На предприятии уже создана система складского учета и управления запасами на базе корпоративной информационной системы (КИС) Alfa.

Целью данного проекта является оптимизация и расширение автоматизированных в КИС Alfa процессов обеспечения материалами, создание единого информационного потока, связывающего ключевые моменты логистики, исключая человеческий фактор. Это позволит сделать процесс прозрачным и контролируемым от получения груза от поставщиков до доставки груза подразделениям-заявителям.

Реализация проекта в автоматизированной системе сведет к минимуму ошибки, возникающие при ручном вводе данных, обеспечит снижение затрат на доставку грузов, исключит излишние перемещения и, как следствие, позволит снизить запасы и сроки их оборачиваемости.

Данный проект представляет собой разработку, создание и внедрение части общего направления модернизации «Создание автоматизированной системы управления логистическими процессами в обеспечении ТМЦ производств предприятия (управление запасами, товарными потоками) в части:

- создания связи между автозаявками на автотранспорт для междугородних перевозок с отражением поступления грузов на дежурный склад отдела складского хранения;
- создания системы оповещения руководства управления закупок о состоянии грузов от контрагентов, о нахождении сопроводительных документов на поставку грузов;
- разработки и внедрения автоматизированной системы управления доставками грузов структурным подразделениям предприятия. Формирование графика обеспечения автотранспортом, разработка маршрутов движения в зависимости от установленных приоритетов и подобранных товаров на вывоз (система подбора внедрена и функционирует);
- разработка и внедрение системы адресного хранения поступивших ТМЦ.

Выполнение задач данного проекта сократит сроки внедрения полного проекта, даст положительный эффект за счет сокращения издержек на транспортировку грузов, обеспечит рациональное планирование доставки «точно вовремя».

Организация связи между выполненной автозаявкой и одномоментным отражением поступлением груза в базе данных КИС Alfa значительно сократит время на поиски информации о поступивших грузах и сопроводительных документах.

Оповещение руководства о состоянии доставки и наличия грузов в отделе складского хранения обеспечит им возможность принимать оперативные управленческие решения в сокращенные сроки.

Разработка выполняется за счет расширения базовой функциональности КИС Alfa с использованием корпоративных справочников и общих пакетов процедур, реализующих бизнес-процессы предприятия. Использование других систем нецелесообразно из-за потерь на интеграцию и последующее сопровождение.

Из вышесказанного следует, что разработка такой системы является актуальной и значимой проблемой для предприятия, поэтому она поставлена перед подразделением в рамках плана стратегического развития предприятия.

**УДК 004.942**  
**ГРНТИ 28.17.19**

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КЛАССИФИКАЦИИ СТАДИЙ ЗАБОЛЕВАНИЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ**

Подзолков П. Н.

*Тюменский государственный университет,  
г. Тюмень*

p.n.podzolkov@utmn.ru

В статье рассматривается проблема прогнозирования развития заболеваний. Описаны модели, основанные на Марковских процессах, используемые как для хронических, так и для инфекционных заболеваний. Выявлены проблемы построения подобных моделей заболеваний, заключающиеся в частом отсутствии указаний на конкретные стадии заболевания в медицинских данных и в интервальной цензурированности таких данных. Представлена общая схема классификатора стадий. Описан подход к вычислению продолжительностей стадий.

*Ключевые слова:* моделирование заболеваний, Марковские модели, классификатор стадий, интервально-цензурированные данные, обучающая выборка.

## **APPLYING THE RESULTS OF DISEASE STAGE CLASSIFICATION TO BUILD A STOCHASTIC MODEL**

Podzolkov P. N.

*University of Tyumen, Tyumen*

The article deals with the problem of predicting the disease progression. Models based on Markov processes are described. Such models used for both chronic and infectious diseases. The problems of constructing such disease models are revealed. Firstly, medical data often lacks indications of disease stages. Secondly, the data are usually interval-censored. The general scheme of the stage classifier is presented. An approach to calculating the duration of stages is described.

*Keywords:* disease modeling, Markov models, stage classifier, interval-censored data, training set.

Одной из основных проблем мирового здравоохранения остаются хронические и, в частности, сердечно-сосудистые заболевания. Для своевременной профилактики развития заболеваний необходимо иметь инструменты для их прогнозирования. Задачи прогнозирования развития процессов решаются методами моделирования. В литературе описываются различные подходы к моделированию прогрессирования заболеваний. В основном подобные модели направлены на формирование прогнозов для индивидов. Также важной задачей, которую можно решить с использованием подобных моделей, является клинический анализ заболевания, изучение его этиологии и патологии [2, с. 3685]. Для моделирования развития заболеваний широко используются цепи Маркова. В таких моделях прогрессирование заболевания заключается в последовательном переходе индивида из одного состояния в другое [3, с. 499]. В определённый момент времени индивид может находиться только в одном состоянии, а длительность переходов между состояниями принимается равной нулю. Подобный же подход применяется в компартментальных эпидемиологических моделях развития инфекционных заболеваний и их распространения [4, с. 2515].

Подобные Марковские модели позволяют прогнозировать развитие заболевания, исходя из текущего состояния и вероятности перехода в следующее. Общий подход к построению моделей развития заболеваний заключается в определении схемы стадий, то есть множества стадий и набора направленных вероятностных переходов между ними. Основной задачей при построении такой модели заболевания является определение вероятностей переходов между стадиями. Сложность в оценке данных вероятностей является основной проблемой построения подобных моделей.

Для определения вероятностей переходов необходимо оценить среднюю продолжительность каждой стадии. Данные из электронных историй болезни пациентов, которые могут использоваться для построения модели, содержат информацию только о нескольких точечных обследованиях. В рамках таких обследований измерены клинические показатели индивида и сделан вывод о его текущем состоянии из множества стадий данного заболевания. Однако не все данные содержат информацию об отнесении пациента по результатам обследования к определённому состоянию. В таком случае для последующего анализа подобных данных необходимо реализовать систему классификации стадий заболевания.

Одни и те же наборы клинических показателей могут соответствовать различным стадиям различных заболеваний. Так, например, очевидно, что повышение температуры тела до 37°C свойственно огромному количеству заболеваний различной природы. Однако в рамках

конкретного заболевания момент повышения температуры до определённого порога может проявляться только на некоторых этапах развития заболевания. В совокупности с другими измеряемыми показателями может быть определена конкретная стадия выбранного заболевания.

Подразумевается, что для построения классификатора существует выборка обследований, в которых помимо клинических данных определено состояние индивида. Под клиническими данными подразумевается набор признаков пациента, определённых по результатам проведённых лабораторных анализов и протоколов осмотров, выраженных в различных шкалах. В соответствие клиническим показателем поставлена одна стадия заболевания из конечного множества стадий. Подобная обучающая выборка может быть представлена в виде таблицы 1.

Таблица 1 – Пример начала таблицы с обучающей выборкой для классификатора стадий

idE (идентификатор обследования)	idP (идентификатор пациента)	Признаки пациента				S (стадия заболевания)
		$f_1$	$f_2$	...	$f_n$	
1	1	набор значений				$S_1$
2	2	набор значений				$S_3$
3	1	набор значений				$S_2$
...						

Построение классификатора стадий заключается в разработке решающей системы, которой на вход подаётся набор признаков пациента при конкретном обследовании, а на выходе определяется стадия заболевания, соответствующая этому обследованию пациента. Работу классификатора можно описать уравнением 1.

$$F(P(f_1, f_2, \dots, f_n)) \rightarrow S_j \quad (1)$$

Данный классификатор не является диагностической системой или системой поддержки врачебного решения. Задачей данного классификатора является определение стадии конкретного уже продиагностированного заболевания. Поскольку обучение модели классификатора проводится на выборке по конкретному заболеванию, и применяться он будет для определения стадий этого же заболевания, результаты такой классификации могут быть в достаточной степени достоверными.

Имея подобный классификатор, можно определить стадии заболеваний в обследованиях из неразмеченной части выборки. Таким образом, будет получен большой набор данных, содержащий информацию о пройденных пациентами стадиях.

Каждое обследование содержит информацию о времени его прохождения. По совокупности нескольких обследований одного пациента составляется последовательность пройденных им стадий заболевания и промежутков времени между ними. Подобная ситуация соответствует интервально-цензурированным данным, когда в нескольких точках известны состояния индивида, а в интервалах между ними состояние неизвестно [1, с. 214].

Для оценки продолжительностей стадий применим алгоритм «выравнивания последовательностей». Для каждой подобной последовательности находится смещение, такое чтобы моменты переходов между стадиями были максимально идентичны для всех последовательностей.

По совокупности выравненных последовательностей можно определить моменты начала и завершения каждой стадии и соответственно оценить продолжительность каждой стадии. Из продолжительности каждой стадии вычисляется вероятность перехода в следующую в заданный момент времени.



На основе полученных вероятностей формируется стохастическая модель развития заболевания. Для индивида, находящегося на определенной стадии заболевания, может быть установлена вероятность прогрессирования в течении выбранного промежутка времени.

Таким образом, существует несколько проблем, возникающих при построении моделей заболеваний. Во-первых, не для всех пациентов по результатам каждого обследования определена стадия заболевания. Данную проблему можно решить, построив модель для классификации стадий по их клиническим проявлениям. Во-вторых, медицинские данные не могут содержать результаты ежедневного мониторинга за пациентами и соответственно не могут точно указывать на моменты переходов между стадиями и включать их продолжительности. Однако для оценки вероятностных параметров процесса необходимо знать длительность каждой стадии. Благодаря выравниванию большого количества последовательностей, включающих по несколько обследований каждого пациента, можно получить оценки для искомых временных показателей процесса. По полученным данным может быть построена модель, позволяющая делать прогноз развития заболевания у конкретных индивидов.

#### Библиографический список

1. Михальский А. И. Моделирование заболеваний как обратная задача // Труды 3-й Международной конференции «Высокие технологии, исследования, образование в физиологии, медицине и фармакологии» (Санкт-Петербург, 2012). СПб.: Издательство Политехнического университета, 2012. Т. 2. С. 213–216.
2. DPVis: Visual analytics with hidden markov models for disease progression pathways / B.C.Kwon [et al.] // IEEE transactions on visualization and computer graphics. 2020. V. 27. No. 9. P. 3685–3700.
3. Martino A., Guatteri G., Paganoni A. M. Multivariate hidden markov models for disease progression // Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal. 2020. V. 13. No. 5. P. 499–507.
4. Tolles J., Luong T.B. Modeling epidemics with compartmental models // Jama. 2020. V. 323. № 24. P. 2515–2516.

**УДК 004.9**  
**ГРНТИ 20.23.21**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО SMS-ОПОВЕЩЕНИЯ.**

Сёмин Е. Н.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск Челябинская область*

s\_j\_n@bk.ru

В статье рассмотрены основные механизмы отправки SMS-сообщений, сделан выбор наиболее эффективного способа решения задачи SMS-оповещения. В результате разработана автоматизированная система, обеспечивающая формирование и отправку SMS-сообщений отдельным контактам или лицам, объединённых в групповую рассылку.

**Ключевые слова:** SMS-оповещение, SMS-шлюз, GSM-модуль, SMPP, SMSC, API, web-приложение, Java, PostgreSQL, Astra Linux, ГосJava.

**AUTOMATED CENTRALIZED SMS NOTIFICATION SYSTEM.**

Syomin E. N.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The article discusses the main mechanisms for sending SMS messages, the choice is made of the most effective way to solve the problem of SMS notification. As a result, an automated system has been developed that provides the formation and sending of SMS messages to individual contacts or persons united in a group mailing list.

**Keywords:** SMS notification, SMS-gateway, GSM-module, SMPP, SMSC, API, web application, Java, PostgreSQL, Astra Linux, GosJava.

Важной задачей для каждой организации является настроить надёжные каналы коммуникации. Это позволит обеспечить оперативную связь между подчинёнными и руководителями, а также быстрый обмен информацией внутри коллектива. Корпоративная коммуникация - это функция управления, которая является основой для эффективной координации с общей целью создания и поддержания благоприятной репутации среди групп, от которых зависит успех организации.

SMS-оповещение позволяет доставлять сотрудникам важную информацию в виде короткого текста. Мобильное устройство всегда под рукой. До человека в кратчайшие сроки дойдёт важная информация независимо от его местоположения. Для получения сообщения не требуется интернет, а если получатель вне сети - он получит сообщение, как только устройство снова вернется в сеть.

Для достижения цели необходимо выбрать SMS-шлюз и реализовать приложение для его использования. SMS-шлюз - это специальный интерфейс, который позволяет отправлять и получать SMS-сообщения без использования мобильного телефона.

Выделяют два способа отправки SMS-сообщений:

- GSM-шлюз;
- сервис оператора мобильной связи.

Первый способ передачи SMS-сообщений - использование GSM-шлюза. GSM-шлюз (GSM-gateway) - оборудование, которое передает трафик из сотовой сети в сеть аналоговой или ip телефонии, а также в обратном направлении. В общем случае, шлюз, представляет собой устройство или программу, позволяющее передавать данные из одной сети в другую. Причем эти сети разнородные и не могут быть соединены напрямую, так как различаются по типу информации (аналоговая/цифровая), протоколу или другому параметру [1].

Для этого подключается GSM-модуль, куда вставляется SIM-карта, с помощью которой и проводится подключение к мобильной сети.

Отправляемое сообщение вместе со служебной информацией (адресом получателя и меткой времени) передается на интерфейсное устройство, которое определяет текущее местонахождение абонента. Затем сообщение в виде сигнального пакета направляется в соответствующий центр коммутации сети. Последний устанавливает связь с мобильной станцией и передает ей данные, используя протокол сигнального канала [2].

На равне с преимуществами GSM шлюз имеет ряд недостатков, из-за которых использование такого метода в корпоративных масштабах становится очень сложно:

- низкая скорость передачи данных (2-14 кбит/с);
- некорректная доставка длинных сообщений (макс. 160 символов).

В качестве второго способа отправки SMS-сообщений предлагается использовать сервис оператора мобильной связи.

SMS-центр (SMSC), который отправляет сообщения абонентам внутри сети, принимает данные по протоколу SMPP (Short message peer-to-peer protocol - короткое сообщение равноправных узлов). Работа с данным протоколом отнимает много времени и сил и не

позволяет быстро создавать недорогие программные решения - рационально передавать данные в SMS-центр через оборудование посредника [3].

В качестве такого посредника может выступать оператор мобильной связи, предоставляющий специальный сервис для отправки SMS-сообщений. Оператор принимает данные по протоколу https, преобразовывает их в нужный формат и передает в SMS-центр. В этом случае предлагается упрощенные процедуры для отправки данных в SMSC - через API. API - (Application Programming Interface) интерфейс приложения, с помощью которого программы могут взаимодействовать между собой. Запрос поступает на оборудование оператора и содержит номер абонента, текст и подпись, а также ряд служебных данных необходимых для отправки сообщения [4].

Использование данного способа передачи SMS-сообщений обладает целым рядом преимуществ:

- экономия на покупке самого шлюза;
- отсутствие необходимости обслуживания;
- простота и понятность в использовании;
- стабильность.

Таким образом, для эффективного решения задачи SMS-оповещения сделан выбор в пользу виртуальных сервисов предоставляющие быструю и простую отставку SMS-сообщений.

Разработанная автоматизированная система представляет web-приложение, реализованное на языке Java. Пользователи системы, используя личный кабинет, имеют возможность осуществлять отставку персонального сообщения и групповой рассылки. В качестве системы управления базами данных была выбрана PostgreSQL. Она предназначена для хранения зарегистрированных пользователей, персональных данных абонентов, а так же данных по отправленным, исходящим и входящим SMS-сообщениям. Для отправки SMS-сообщений используется API мобильного оператора «Мегафон». Отправка происходит по протоколу HTTPS в формате POST запроса. Запуск приложения осуществляется на базе сертифицированной операционной системы Astra Linux SE 1.7, а также среды исполнения - GosJava (JRE 8) для работы web-приложения в среде Linux.

В результате разработана система, основная задача которой является отставка SMS-сообщений с целью оповещения руководителей и специалистов предприятия для своевременного выполнения плановых/срочных работ, своевременного принятия решений, а также оговоренных сроков активностей/событий (совещания, начало работ и т.д.).

#### Библиографический список.

1. А.Н. Берлин Цифровые сотовые системы связи. – М.: Эко-Трендз, 2007. – 296 с.: ил.
2. [Электронный ресурс] URL: <https://www.osp.ru/nets/1999/04/144018> (дата обращения 27.03.2022).
3. [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/SMPP> (дата обращения 27.03.2022).
4. [Электронный ресурс] URL: <https://habr.com/ru/post/464261/> (дата обращения 27.03.2022).

УДК 004.912  
ГРНТИ 20.53.19

## РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО НОРМОКОНТРОЛЯ СТУДЕНЧЕСКИХ РАБОТ

Тарасова И. А., Зубаиров А. Ф.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

IATarasova@mephi.ru, AFZubairov@mephi.ru

Статья описывает методы создания программного средства для проверки и форматирования текстов студенческих работ согласно принятым правилам нормоконтроля. Приводятся средства и инструменты для разработки приложения с web-интерфейсом.

*Ключевые слова:* web-приложение, язык программирования java, язык программирования javascript, асинхронный запрос, взаимодействие клиент-сервер, модель MVC, фреймворк spring, СУБД.

## DEVELOPMENT OF AUTOMATED STANDARD CONTROL SOFTWARE FOR STUDENT WORKS

Tarasova I. A., Zubairov A. F.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The article describes methods for creating a software tool for checking and formatting texts of student works in accordance with the accepted rules of normative control. Provides tools and tools for developing an application with a web interface.

*Keywords:* web application, java programming language, javascript programming language, asynchronous request, client-server interaction, MVC model, spring framework, DBMS.

За время обучения студентам приходится оформлять десятки работ, в том числе домашние задания, пояснительные записки курсовых проектов и выпускных квалификационных работ. Для успешного утверждения работы требуется не только написать ее, но и соблюсти множество правил по оформлению текста, что становится достаточно затруднительно при больших объемах информации.

Для упрощения процесса оформления текстов было предложено разработать приложение, которое могло бы автоматизировать процесс оформления работ. Приложение позволит автоматически настраивать и применять стили текста, а также выявлять некоторые логические ошибки в оформлении.

Правила нормоконтроля, которые берутся за основу оформления, описываются в методическом пособии [1].

Инструменты для разработки web-приложений на java предоставляются фреймворком «Spring Framework». Фреймворк предоставляет возможность обмена информацией между клиентом и сервером, возможность создания базы данных средствами java, а также обеспечивает архитектуру приложения в концепции MVC. Полное описание возможностей и инструментов фреймворка представлено на официальном сайте с документацией [2].

Концепция MVC описывает взаимосвязь элементов приложения: представления, контроллера и модели, где представление - это то, что видит пользователь, контроллер - это то, на что пользователь воздействует, а модель – это то, что изменяется контроллером и выводит изменения на представление.

Представление или пользовательский интерфейс приложения представляет собой шаблон сайта и набор форм, написанных на языке разметки гипертекста - HTML. Среди форм: формы регистрации и авторизации, формы просмотра и редактирования личного кабинета, форма загрузки документа на проверку, форма автоматического генерирования титульных листов для некоторых видов работ, форма (доступно только для администратора) редактирования стилей и другие.

Пользователь воздействует на сайт путем заполнения полей и нажатия различных кнопок на доступных формах. Все события отслеживаются и обрабатываются функциями на языке программирования JavaScript.

Если действие пользователя требует изменения отображаемой формы или взаимодействия с базой данных, то из функции JavaScript может быть отправлен запрос. Запрос можно отправить напрямую из формы (как результат действия «submit») или как асинхронный ajax-запрос. В обоих случаях данные будут отправлены на сервер (в контроллер), который вернет результат на экран представления в том или ином виде.

Запрос состоит из адреса, на который он отправляется, и ряда параметров. Запрос может включать в себя данные, необходимые для обновления модели и представления. Такие данные перед отправкой кодируются методами JavaScript в формат JSON, текст которого представляет собой либо упорядоченный набор значений, либо набор пар вида «ключ-значение». Например, список данных в формате JSON, введенных пользователем для получения титульного листа домашней работы, представлен на рисунке 1.

```
{
  "department": "Кафедра прикладной математики",
  "number": "1",
  "subject": "Теория языков программирования и методы трансляции",
  "theme": "Универсальные алгоритмы синтаксического разбора",
  "teacher": "А.Ф. Зубаиров",
  "student": "И.А. Тарасова",
  "group": "1ПО-38Д",
  "year": "2021"
}
```

Рисунок 1 – Список данных для формирования титульного листа

Адрес, на который отправляется запрос, отслеживается контроллерами и обрабатывается соответствующей функцией. Так, при загрузке файла на обработку, запрос будет отправлен на адрес «адрес\_сайта/upload» и будет перехвачен соответствующим контроллером. В данном случае, вместе с запросом будет отправлен документ для обработки, который будет принят в переменную типа «MultipartFile».

Работать с документами в Java позволяет библиотека «Apache POI», которая обрабатывает файлы в форматах Microsoft Office. С файлами в формате «.docx» работает компонент XWPF, принцип которого основан на представлении документа в виде XML-таблицы и предоставлении удобного доступа к её полям. Подробное описание работы с этим и другими форматами файлов представлено на официальном сайте библиотеки [3].

Разработанная система одновременно и применяет элементы форматирования, где возможно, и проверяет составляющие документа на соответствие утвержденным требованиям.

Для каждой отдельной составляющей документа в системе поддерживается редактируемый справочник настроек форматирования.

При обработке документ разбирается на элементы: параграфы, заголовки, нумерованные списки, рисунки, таблицы и прочие. К каждому элементу применяется соответствующий стиль, затем элемент помещается в подготовленный файл с шаблоном.

Также, во время прохода по параграфам, проверяется нумерация и последовательность заголовков, списков и рисунков, проверяются номера библиографических источников, а широкие и другие нестандартные «тире» заменяются на «тире», соответствующие требованиям.



После обработки файлу присваивается номер, затем он сохраняется на сервере и запись о нем вносится в базу данных.

База данных разработана встроенными средствами java (СУБД H2), что обеспечивает легкую интеграцию в приложение. База данных включает в себя сущности и их обязательные поля:

- 1) пользователь: id, логин, эл. почта, пароль;
- 2) документ: id, логин автора, название, дата загрузки;
- 3) стиль: id, название, шрифт, размер шрифта, выравнивание, полужирный, курсив, подчеркивание, красная строка, интервал до, интервал после, интервал междустрочный.

Сущности «пользователь» и «документ» соотносятся связью типа один-ко-многим: один пользователь может быть связан с несколькими документами.

Сущность «стиль» не связана с другими сущностями, эта сущность позволяет хранить в базе данных параметры стилей различных типов абзацев.

Результатом описанной работы является web-приложение, позволяющее проверять на соответствие нормам и приводить к формальному виду загружаемые тексты работ с возможностью редактирования (администратором) стилей текста. Также приложение позволяет формировать титульные листы для работ по заданному набору параметров.

#### Библиографический список

1. Пономарев В.В. Нормоконтроль. Методические указания. Озерск: ОТИ. НИЯУ МИФИ, 2016. – 20 с.
2. Официальная документация Spring. URL: <https://docs.spring.io/> (дата обращения: 30.03.2022)
3. Официальная документация Apache POI. URL: <https://poi.apache.org/> (дата обращения: 30.03.2022)

# ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 004.384  
ГРНТИ 59.14.21

## МОДЕРНИЗАЦИЯ МОБИЛЬНОГО РОБОТА

Гнездилов М. И., Камалиев Д. Э.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

uralec99@mail.ru, kamaliev-d@mail.ru

Рассматривается вопрос модернизации мобильного робота.

*Ключевые слова:* мобильный робот, алгоритм работы, механизм хвата-манипуляции.

## MODERNIZATION OF THE MOBILE ROBOT

Gnezdilov M. I., Kamaliev D. E.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

This article is modernization of the mobile robot.

*Keywords:* mobile robot, algorithm of operation, grip-manipulation mechanism mobile robot, algorithm of operation, grip-manipulation mechanism.

Согласно конкурсному заданию отборочного чемпионата НИЯУ МИФИ по стандартам «Молодые профессионалы (Ворлдскиллс Россия)» по компетенции Мобильная робототехника перед нами встала задача создать мобильный робот с механизмом хвата как для манипуляций с одной или с несколькими хоккейными шайбами внутри робота, так и для размещения шайб на поле.

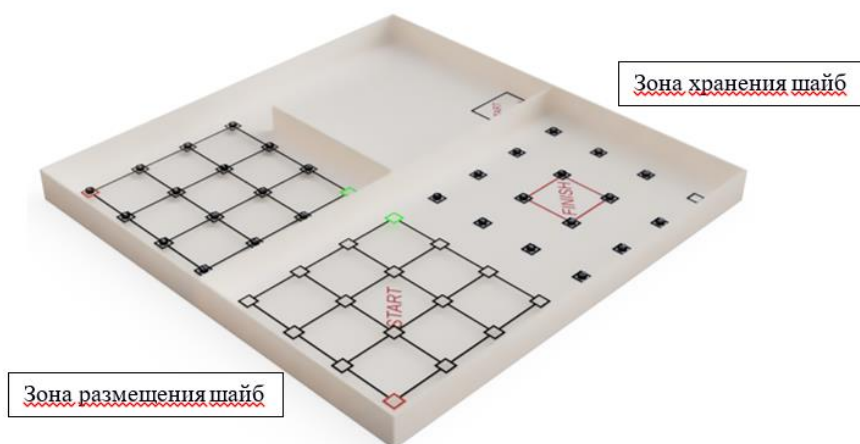


Рисунок 1 – Поле конкурсного задания

Для выполнения манипуляций с одной шайбой алгоритм работы и механизм хвата был придуман легко, а в задании с 15 шайбами при последовательной обработке всех шайб по одной робот не успевал с выполнением всех пунктов задания в отведенное время.

Поэтому было принято решение изменить алгоритм работы, организовать механизм хвата-манипуляции и зону хранения для 15 шайб внутри робота, тогда можно будет исключить время на транспортировку каждой из 15 шайб в отдельности из зоны хранения в зону размещения.

Итоговое решение пришло за несколько итераций. Раскроем некоторые из них.

Сначала преобразовали механизм хвата в механизм хвата-манипуляции для того, чтобы все 15 шайб можно было разместить внутри конструкции робота.

Первоначально доступ был только к двум верхним шайбам из 15, это означало, что робот должен был много раз проехать по зоне размещения раскладывая верхние шайбы по заданным клеткам. Здесь были выявлены недостатки:

1. Робот в процессе перемещения-расстановки шайб сдвигал ранее выставленную шайбу за пределы её клетки, а это требовало времени на итоговый контроль расположения шайб внутри своих клеток.

2. Работа двигателей была такова, что в момент старта и останова робота шайбы частично выпадали из конструкции, что было не допустимо.

Поэтому были выполнены следующие действия:

1. Разработана новая конструкция мест хранения внутри робота, которая обеспечивала как доступ к любой шайбе внутри конструкции в следствии нескольких движений механизм хвата-манипуляции, так и устойчивое положение шайб на полочках.

2. Внесены изменения в алгоритм работы двигателей колес, который обеспечивает плавный пуск и остановку робота.

Мы успешно справились с решением конкурсного задания: итоговая конструкция мобильного робота позволяет выполнить все пункты задания за отведенное время.

**УДК 004.384**  
**ГРНТИ 59.14.21**

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОТИВОПОЖАРНЫХ НАСОСОВ**

Елисеев Н. В.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

NVEliseev@yandex.ru

Рассматривается вопрос автоматизации насосной противопожарной станции, применения комплектного шкафа управления для управления двумя пожарными насосами в системе пожаротушения с соблюдением действующих нормативных документов.

*Ключевые слова:* локальная сеть, шкаф управления, комплекс технических средств, контроллер, датчик, станция.

## MODERNIZATION OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEM FOR FIRE FIGHTING PUMPS

Eliseev N. V.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The issue of automation of a fire pumping station, the use of a complete control cabinet to control two fire pumps in a fire extinguishing system in compliance with current regulatory documents is being considered.

**Keywords:** local network, control cabinet, complex of technical means, controller, sensor, station.

Технологическим объектом управления является насосная станция, которая представляет собой комплексную систему для перекачки жидкостей и включает в себя два пожарных резервуара 1 основной и 1 резервный, аналогично присутствуют 2 пожарных насоса для перекачивания воды из резервуаров на внутриплощадочные системы противопожарного водоснабжения.

В процессе работы системы осуществляется контроль уровня воды в резервуарах, контролируется давление во всасывающих и напорных трубопроводах и информирование о ситуации световой сигнализацией.

Для управления, сбора данных о работе противопожарных насосов и станции в целом, необходимо спроектировать шкаф управления насосами совместно с автоматизацией насосной станции пожаротушения.

Для управления и автоматизации противопожарных насосов применен шкаф управления фирмы Grundfos Control MX, предназначенный для управления двумя пожарными насосами (рабочий и резервный) в системе пожаротушения.

Для достижения автоматического управления в системе необходимо внедрить ПИД-регуляторы, а также использовать ПЛК ОВЕН 150 обеспечивающий сбор, обработку информации и управление технологическим процессом.

Промышленный контроллер – управляющее устройство, применяемое в промышленности и других отраслях по условию, применению и задачам, близким к промышленным.

Основное требование к промышленным контроллерам, высокая надежность и возможность работы в жестких промышленных условиях [1, с.38].

Одной из разновидностей промышленных контроллеров является программируемый логический контроллер (ПЛК). В качестве основного режима работы ПЛК выступает его длительное автономное использование, без серьезного обслуживания и практически без вмешательства человека [3, с.172].

ПИД-регулятор — устройство в управляющем контуре с обратной связью. Используется в системах автоматического управления для формирования управляющего сигнала с целью получения необходимых точности и качества переходного процесса.

К автоматическим регуляторам предъявляются требования:

- простота устройства;
- надежность в работе;
- возможность объединения отдельных блоков;
- обеспечение высокого качества регулирования
- обеспечение высокой скорости действия.

Основным свойством регулятора является осуществляемый им закон регулирования или вид зависимости между изменением регулируемой величины (входной величины), регулирующим воздействием (выходной величины регулятора).

Технические средства полевого уровня ПТК должны обеспечивать выполнение следующих функций:

- сбор информации о физических параметрах системы;
- сбор информации о ходе технологических параметров;
- обмен информацией с нижним уровнем;
- выдачу сигналов управления на исполнительные устройства.

Технические средства нижнего уровня ПТК должны обеспечивать выполнение следующих функций:

- прием информации с полевого уровня;
- обработка информации и передача её на средний уровень;
- прием и передача команд со среднего на полевой уровень.

Технические средства среднего уровня ПТК обеспечивают выполнение следующих функций:

- управление технологическими процессами в реальном времени;
- ввод операций пользователем через пульт контроля и управления;
- отображение текущего состояния исполнительных устройств и контролируемых технологических параметров;
- срабатывание звуко-световой сигнализации в случае неисправности технических средств, выхода технологических параметров за уставки.

Автоматизация насосной станции позволит повысить точность контролируемых параметров станции, получать круглосуточную информацию и вести архив полученных значений, а также обеспечить автоматическое включение системы пожаротушения.

В дальнейшем вода может расходоваться различными потребителями на самые разнообразные нужды. Выделим три основные категории:

1) производственно-противопожарный водопровод, предназначенный для нужд производства (охлаждение технологических процессов, охлаждение компрессоров, а также для противопожарных целей), на этой сети установлены пожарные гидранты и пожарные краны в зданиях;

2) хозяйственно-питьевой водопровод, предназначенный для питьевых целей, водоснабжения столовых, стирки белья в прачечной, для приготовления химических реагентов и других бытовых и производственных целей;

3) обмывочный водопровод предназначен для мытья полов и оборудования в технических цехах [2, с.111].

#### Библиографический список

1. Дихнер Б. Эффективность встроенного программирования для ПЛК. // Справочное издание. 2017. – 38 с.
2. Выбор и расчет средств автоматизации // Электронный курс лекций. 2015. – 111 с.
3. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав. // Учебное пособие. 2016. – 172 с.



УДК 004.384  
ГРНТИ 59.14.21

## МОДЕРНИЗАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМИ КОНДИЦИОНЕРАМИ

Коробкина М. Д.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

mari.korobkina@bk.ru

Рассматривается вопрос модернизации программно-технического комплекса по автоматизированному контролю и управлению основным и резервным агрегатами приточной вентиляционной, основным и резервным агрегатами вытяжной вентиляционной систем здания хранилища делящихся материалов.

*Ключевые слова:* автоматизированная система контроля и управления, приточная и вытяжная вентиляционная система, локальная панель управления, программно-технический комплекс, датчики.

## MODERNIZATION OF THE AUTOMATED CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM FOR INDUSTRIAL AIR CONDITIONERS

Korobkina M. D.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The issue of modernization of the software and hardware complex for automated control and management of the main and backup units of the supply ventilation, main and backup units of the exhaust ventilation systems of the building of the storage of fissile materials is considered.

*Key words:* automated control and management system, supply and exhaust ventilation system, local control panel, software and hardware complex, sensors.

Существующий программно-технический комплекс (ПТК) предназначен для автоматизированного контроля и управления основным и резервным агрегатами приточной вентиляционной и соответствующими основным и резервным агрегатами вытяжной вентиляционной систем, которые входят в состав подсистемы управления вентиляцией и кондиционирования (УВ и К) здания хранилища делящихся материалов (ХДМ).

В рассматриваемой автоматизированной системе контроля и управления (АСКУ) существует ряд проблем, что является причиной модернизации существующей системы.

Цели модернизации АСКУ приточной и вытяжной вентиляционной систем:

- замена вышедшего из строя оборудования импортного производства из состава приточной и вытяжной вентиляционной систем подсистемы УВ и К ХДМ;
- реализация оперативного отображения в удобном для пользователя виде (цифровые индикаторы, текстовые сообщения, графики) основных и дополнительных контролируемых технологических параметров ПТК на локальной панели управления (ЛПУ);
- реализация оперативного управления с ЛПУ разграничением прав доступа персонала;
- реализация возможности корректирования работы вентиляционной установки по выходным параметрам конечного потребителя (помещения в здании);

- расширение функциональных возможностей дистанционного контроля и управления за счет введения дополнительных каналов контроля и управления, обмен данными по интерфейсу RS-485 с подсистемой УВ и К ХДМ.

В ходе модернизации АСКУ были разработаны структурная и технологическая схемы. Нижний уровень ПТК структурной схемы представляет собой шкаф, который включает в себя модули ввода-вывода, программируемый логического контроллера (ПЛК), модуль питания и модуль связи с подсистемой УВ и К ХДМ.

Средний уровень ПТК состоит из ЛПУ, выполненной на базе сенсорной панели контроля и управления. В технологической схеме были добавлены новые точки контроля: температуры (датчики температуры), возможных утечек из калорифера (датчик наличия воды) и контроль замерзания калорифера (фрезистат).

Для нижнего и среднего уровня был произведен выбор комплекса технических средств.

В ходе проведенной работы были достигнуты все поставленные цели.

Разработанная система включена в подсистему УВ и К ХДМ, и, при необходимости, в дальнейшем можно реализовывать и внедрять аналогичную систему в другие здания ХДМ.

**УДК 004.384**  
**ГРНТИ 59.14.21**

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

Макаренко А. И.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

makr79@yandex.ru

Рассматривается вопрос автоматизации системы контроля и управления температурой в ваннах гальванического участка, применения комплектного шкафа управления для управления тремя ваннами с соблюдением действующих нормативных документов.

*Ключевые слова:* локальная сеть, шкаф управления, видеографический регистратор, комплекс технических средств, контроллер, термopapa.

## **AUTOMATED CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM OF THE GALVANIC SECTION**

Makarenko A. I.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The issue of automation of the temperature control and control system in the baths of the galvanic section, the use of a complete control cabinet for controlling three baths in compliance with applicable regulatory documents is being considered.

*Keywords:* local area network, control cabinet, videographic recorder, complex of technical means, controller, thermocouple.

Технологическим объектом управления является гальванические ванны, которые включают в себя два резервуара (основной и дополнительный) и насос, перекачивающий смесь из резервуара в ванну.

В системе осуществляется контроль уровня кислоты в резервуарах и температуру в гальванических ваннах, информирование о ситуации светозвуковой сигнализацией на автоматизированном рабочем месте.

Для управления, сбора данных, необходимо выбрать шкаф управления насосами совместно с автоматизацией гальванического участка.

Для управления и контроля температуры применен видеографический регистратор серии ШЗ92.9А фирмы «sensorika».

Видеографический регистратор обеспечивает выполнение следующих функций:

- световую индикацию работы;
- автоматическое переключение с основного ввода электроснабжения на резервный ввод в случае исчезновении электропитания.

Шкаф управления насосами имеет несколько режимов работы.

В режиме «Автомат» шкаф управления насосами работает следующим образом при наступлении сигнала о минимальной температуре:

- Включается основной насос;
- Подается сигнал на открытие задвижки с электроприводом;
- Основной насос работает и происходит отключение при достижении заданной температуры.

Если уровень кислоты в ванне достигает минимальной отметки поступает сигнал на насос 2:

- Включается насос 2;
- Основной насос выключается;
- На панели шкафа загорается красная лампа «Минимальный уровень» на видеографическом регистраторе;
- Насос 2 работает и происходит отключение при достижении заданной уровня кислоты в ванной.

Также возможна работа в «Ручном» режиме, переход на который осуществляется с помощью переключателя. В данном режиме возможен пуск / остановка основного (дополнительного) насоса переключателем и открытие / закрытие задвижки переключателем.

По роду действия регуляторы могут быть: прямого и непрямого действия.

Регуляторы прямого действия – у которых для изменения степени открытия регулируемого органа используется работа, совершаемая измерительным устройством, в процессе изменении регулируемой величины. Данные регуляторы не требуют посторонних источников энергии. Их применяют, когда не нужны большие усилия для перемещения регулирующего органа.

У регуляторов непрямого действия изменение степени открытия регулирующего органа осуществляется с помощью вспомогательного привода, работающего на энергии, подводимой из вне.

Основным свойством регулятора является осуществляемый им закон регулирования или вид зависимости между изменением регулируемой величины (входной величины), регулирующим воздействием (выходной величины регулятора).

Для осуществления реализации такой системы необходимы различные устройства, но ядром системы является промышленный контроллер. Промышленный контроллер – управляющее устройство, применяемое в промышленности и других отраслях по условию применению и задачам, близким к промышленным. Основное требование к промышленным контроллерам, высокая надежность и возможность работы в жестких промышленных условиях [1, с.38].

Одной из разновидностей промышленных контроллеров является программируемый логический контроллер. В качестве основного режима работы ПЛК выступает его длительное автономное использование, без серьезного обслуживания и практически без вмешательства человека [2, с.172].

Для модернизации возможно использовать контроллер фирмы ОВЕН ПЛК-160, российский модульный программируемый логический контроллер [2, с.111].

Автоматизация насосной станции позволит повысить точность контролируемых параметров станции, получать круглосуточно информацию и вести архив полученных значений.

АСКУ гальванического участка существенно снижает время, которое сотрудник затрачивает для контроля параметров технологического процесса, вести архив полученных значений, следовательно, на гальваническом участке производительность увеличивается и качество обработки улучшается

#### Библиографический список

1. Дихнер Б. Эффективность встроенного программирования для ПЛК. // Справочное издание. 2017. – 38 с.2. Выбор и расчет средств автоматизации // Электронный курс лекций. 2015. – 111 с.
2. Интегрированные системы проектирования и управления. Структура и состав. // Учебное пособие. 2016. – 172 с.
3. [Электронный ресурс] URL: [www.sensorika.org/176422/registrator/sh932.9a](http://www.sensorika.org/176422/registrator/sh932.9a).

**УДК 004.384**

**ГРНТИ 59.14.21**

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВАКУУМНЫМИ ПЕЧАМИ ТЕРМИЧЕСКОГО УЧАСТКА**

Белканов В. С.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

*vitya.belkanov@mail.ru*

Рассматривается вопрос автоматизации системы контроля и управления вакуумными печами СГВ – 2.4.2/15 на термическом участке.

*Ключевые слова:* термический участок, вакуумные печи, SCADA-система, автоматизированная система контроля и управления.

### **AUTOMATED CONTROL AND MANAGEMENT SYSTEM FOR VACUUM FURNACES OF THE THERMAL SECTION**

Belkanov V. S.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The issue of automation of the control and control system of SGV – 2.4.2/15 vacuum furnaces at the thermal site is considered.

*Key words:* thermal section, vacuum furnaces, SCADA-system, automated control and management system.

Основным назначением вакуумной печи является термическая обработка изделий и материалов. Нагрев в условиях вакуума позволяет предотвратить деформацию материалов и попадания посторонних примесей. В подобном оборудовании можно осуществлять следующие разновидности термической обработки:

- закалка газом;
- цементация;
- отжиг;
- отпуск;

Объектом автоматизации является термический участок, на котором расположены вакуумные печи для термообработки.

Информацию о контроле технологического процесса и значений с датчиков можно получить непосредственно на панели интерфейса печи. Обслуживающему персоналу требуется время для перемещения между печами для сбора данных и отслеживания работы нескольких печей одновременно.

Исключить временные затраты обслуживающего персонала на перемещения между печами возможно, если автоматизировать систему контроля и управления вакуумными печами термического участка (АСКУ ВП ТУ). В этом случае все необходимые манипуляции будут доступны персоналу с автоматизированного рабочего места (АРМ-оператора).

В процессе создания АСКУ ВП ТУ были:

- разработаны структурная и функциональная схемы;
- произведен выбор комплекса технических средств и его монтаж;
- разработана SCADA-система;
- проведены предварительные испытания.

По результатам предварительных испытаний АСКУ ВП ТУ сделаны выводы о том, что внедрение АСКУ позволило:

- снизить численность обслуживающего персонала с четырех человек до одного оператора;
- исключить брак, возникавший ранее в следствии различных ошибок человека;
- автоматизировать ведение документации по технологическому процессу и его анализу за произвольный период времени;
- ставить задачи по автоматизации остальных частей термического участка.



# ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 621.352.31  
ГРНТИ 47.59.39

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ВНЕДРЕНИЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ

Коростелев Г. Е.

Научный руководитель: Вовденко К. П.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

Предметом данного исследования является рассмотрение основных проблем при внедрении в качестве автономных источников питания суперконденсаторов (ионисторов). На основе полученных данных произведен анализ имеющихся на данный момент технических решений, принимаемых при проектировании данных устройств. Основными выводами исследования является поиск новых направлений совершенствования ионисторов и новые технические решения, которые могут устранить их недостатки.

*Ключевые слова:* аккумулятор, суперконденсатор, время зарядки, электронная схема, принципиальная схема, печатная плата.

## INVESTIGATION OF THE MAIN PROBLEMS OF INTRODUCING SUPERCAPACITORS AS POWER SOURCES

Korostelev G. E.

Scientific supervisor Vovdenko K. P.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny*

The subject of this study is the consideration of the main problems in the introduction of supercapacitors (ionizers) as autonomous power sources. Based on the data obtained, the analysis of currently available technical solutions adopted in the design of these devices. The main conclusions of the study are the search for new directions of improvement of ionic capacitors and new technical solutions that can eliminate their shortcomings.

*Keywords:* battery, supercapacitor, charging time, electronic circuit, circuit diagram, printed circuit board.

Одной из главных проблем использования химических элементов в качестве элементов питания является то, что им требуется длительная зарядка. Это касается как переносимых устройств (телефоны, ноутбуки), так и электромобилей. На сегодняшний день, данная проблема при их использовании является ключевой.

Как пример можно рассмотреть один из примеров самых современных электромобилей – Tesla Model S. Ее запас хода составляет 335 километров, но на полную зарядку аккумуляторов от бытовой сети 220В потребуется порядка 15 часов. Для решения проблемы медленного заряда аккумуляторов упорно идут работы в направлении разработки систем быстрой зарядки. Основным принципом ускорения зарядки обычного аккумулятора является повышение тока заряда. Но даже с этими системами быстрой зарядки аккумулятор заряжается довольно долго, особенно если говорить про батареи электромобилей.

Альтернативным источником питания, обладающим свойством быстрой зарядки, на сегодняшний день является аккумулятор построенных на основе суперконденсаторов, также известных как ионисторы. На протяжении развития электронных компонентов, наибольшей емкостью обладают электролитические конденсаторы. У электролитических конденсаторов емкость может достигать сотых долей фарады, что недостаточно для того, чтобы полноценно заменить аккумулятор. Большую емкость, измеряемую тысячами фарад, позволяют получить конденсаторы, основанные на так называемом двойном электрическом слое. Двойной электрический слой возникает при определенных условиях на границе веществ в твердой и жидкой фазах. Образуются два слоя ионов с зарядами противоположного знака, но одинаковой величины. Конденсаторы, основанные на данном эффекте, называют суперконденсаторами. Суперконденсатор представляет собой две обкладки из активированного угля, залитые электролитом. Между ними расположена мембрана, которая пропускает электролит, но препятствует физическому перемещению частиц активированного угля между обкладками.

Максимальная емкость отдельного суперконденсатора, достигнутая на момент написания статьи, составляет 12000 Ф. У массово выпускаемых суперконденсаторов она не превышает 3000 Ф. Максимально допустимое напряжение между обкладками не превышает 10 В. Для серийно выпускаемых суперконденсаторов этот показатель, как правило, лежит в пределах 2,3 – 2,7 В. Низкое рабочее напряжение требует использование преобразователя напряжения с функцией стабилизатора.

Исходя из проведенного исследования, суперконденсаторы можно разделить на следующие типы: Ионисторы с идеально поляризуемыми углеродными электродами («идеальный» ионистор, ионный конденсатор). Не используют электрохимических реакций, работают за счёт ионного переноса между электродами. Некоторые варианты электролита: 30%-й водный раствор КОН; 38%-й водный раствор H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; органические электролиты. Следующий тип, это ионисторы с идеально поляризуемым углеродным электродом и неполяризуемыми или слабо поляризуемыми катодом или анодом («гибридные» ионисторы). На одном электроде происходит электрохимическая реакция. Варианты: Ag(-) и твёрдый электролит RbAg<sub>4</sub>I<sub>5</sub>[en]; 30%-й водный раствор КОН и NiOOH[en](+).

К недостаткам суперконденсаторов можно отнести: высокую цену ионисторов с большими разрядными токами, препятствующая их широкому применению. Напряжение напрямую зависит от степени заряженности. Возможность выгорания внутренних контактов при коротком замыкании для ионисторов большой ёмкости и с низким внутренним сопротивлением. Низкое рабочее напряжение по сравнению с большинством конденсаторов других типов. При последовательном соединении требуется балансировка, чтобы избежать перезаряда отдельных ячеек. Значительно больший, по сравнению с аккумуляторами, саморазряд: порядка 1 мкА у ионистора 2 Ф × 2,5 В. Существенно меньшая скорость отдачи заряда по сравнению с обычными конденсаторами. Суперконденсаторы обладают низким рабочим напряжением от 2,3 до 2,75 В. Этого не всегда достаточно, а значит, может потребоваться последовательное включение нескольких элементов, что приведет к уменьшению суммарной емкости. В то же время у литий-ионных аккумуляторов номинальное напряжение составляет 3,6 В, что является оптимальным значением для большинства современных микросхем. Еще одним недостатком суперконденсаторов становится линейный характер разряда. Разумеется, предсказуемая форма разряда – это хорошо, но не всегда. На рисунке ниже представлен пример, в котором система достигает граничного напряжения (минимально допустимое напряжение питания) в тот момент, когда суперконденсатор разряжен всего лишь на 50%.

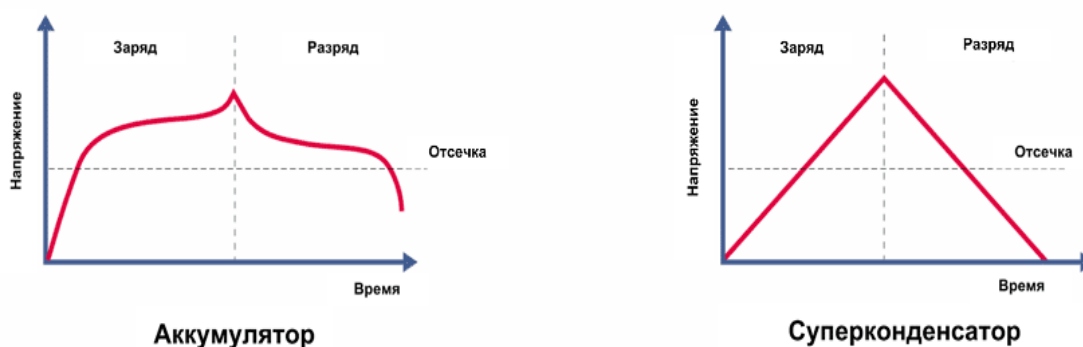


Рисунок 1 – Сравнительный процесс зарядки и разрядки аккумулятора и суперконденсатора.

У суперконденсаторов можно выделить следующие преимущества.

Большие максимальные токи зарядки и разрядки. Малая деградация даже после сотен тысяч циклов заряда/разряда. После 100 000 циклов не наблюдалось ухудшения характеристик. Высокое внутреннее сопротивление у большинства ионисторов (препятствует быстрому саморазряду, а также перегреву и разрушению). Ионистор обладает длительным сроком службы (при 0,6 Уном. около 40 000 часов с незначительным снижением емкости). Малый вес по сравнению с электролитическими конденсаторами подобной ёмкости. Низкая токсичность материалов (кроме органических электролитов). Неполярность (хотя на ионисторах и указаны «+» и «-»), это делается для обозначения полярности остаточного напряжения после его зарядки на заводе-изготовителе). Малая зависимость от окружающей температуры: могут работать как на морозе, так и на жаре. Большая механическая прочность: выносят многократные перегрузки. Еще одним преимуществом суперконденсаторов перед аккумуляторами является широкий диапазон рабочих температур. Это касается как процесса заряда, так и процесса разряда.

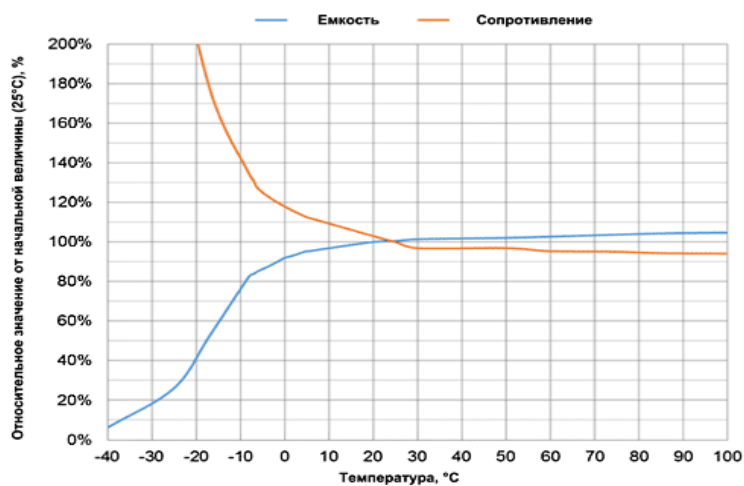


Рисунок 2 – Изменение емкости и сопротивления суперконденсатора от температуры

Таким образом, видятся следующие направления развития суперконденсаторов: т.к. суперконденсаторы способны дать большое количество энергии в короткий интервал времени, то запитывая электрооборудование в момент пуска от суперконденсатора, можно уменьшить пиковые нагрузки на электросеть и в конечном счете уменьшить запас на пусковые токи.

На данный момент идет планомерное развитие улучшения свойств суперконденсаторов, созданных из новых типов материалов. Группа учёных из Техасского университета в Остине разработала новый материал, представляющий собой пористый

объёмный углерод. Полученный таким образом углерод обладал свойствами суперконденсатора. Обработка вышеописанного материала гидроксидом калия привела к созданию в углероде большого количества крохотных пор, которые в сочетании с электролитом смогли хранить в себе колоссальный электрический заряд.

В настоящее время создана одна из необходимых частей конденсатора – твёрдый наноконпозиционный электролит с проводимостью по ионам лития. Российские учёные из Сколковского института науки и технологий (Сколтех) в 2019 году разработали новый способ замещения атомов углерода на атомы азота в кристаллической решетке суперконденсаторов, который позволяет шестикратно увеличить их ёмкость, а также увеличить стабильность в циклах зарядки-разрядки.

Настоящее исследование показало, что ионисторы хотя еще не готовы к полной замене обычных источников питания с технологической точки зрения — идеально подходят для их поддержки в устройствах, требующих поддержания питания после сбоя энергии от основного источника, или в качестве дополнительных аккумуляторов, используемых для компенсации падений напряжения нагрузки. Пройдёт ещё несколько лет и ситуацию серьёзно изменится, так как активные разработки ведутся многими фирмами.

#### Библиографический список

1. Ионистор вместо аккумулятора //RADIOKOT.RU: Радиосхемы. 2019. URL: [https://radiokot.ru/publ/zu/ionistor\\_vmesto\\_akkumuljatora/8-1-0-146](https://radiokot.ru/publ/zu/ionistor_vmesto_akkumuljatora/8-1-0-146) (дата обращения 26.03.2022)
2. Ионисторы на замену аккумуляторным батареям //2SHEMI.RU: Принципиальные электросхемы, подключение устройств и распиновка разъёмов. 2021. URL: <https://2shemi.ru/ionistor-na-zamenu-akkumulyatornym-batareyam/> (дата обращения 26.03.2022)
3. Сверхтонкие суперконденсаторы от Murata. Решаем проблемы пикового потребления в устройствах с батарейным питанием //terraelectronica.ru: Терра электроника. 2021. URL: <https://chlb.terraelectronica.ru/news/5221/> (дата обращения 26.03.2022)
4. Т.В. Свистова. Функциональная электроника – Воронеж: ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный технический университет», 2014. – 286 с.

УДК 621.389

ГРНТИ 47.61.31

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ ПРИ ПРОВЕРКЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОХРАНЫ

Некрутов Д. А.

Научный руководитель: Вовденко К. П.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г.Трёхгорный, Челябинская область*

dnekrutov@mail.ru, vovdenkokp@rambler.ru

Предметом данного исследования является рассмотрение основных проблем при определении степени работоспособности технических средств охраны, а именно: систем пожарной и охранной сигнализации. В работе рассматриваются такие аспекты, как принцип работы данных устройств, а также их отдельных узлов. На основе полученных данных

произведен анализ имеющихся на данный момент схмотехнических решений, принимаемых при проектировании данных устройств. Основными выводами исследования является доработка готовых схмотехнических решений.

*Ключевые слова:* многофункциональный тестер, устройства охраны, электронная схема, принципиальная схема, печатная плата.

## STUDY OF TYPICAL TASKS IN CHECKING THE OPERABILITY OF TECHNICAL MEANS OF PROTECTION

Nekrutov D. A.

Scientific supervisor: Vovdenko K. P.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy*

The subject of this research is to consider main problems in determining the degree of performance of technical security equipment, namely: fire and burglar alarm systems. The paper discusses aspects such as the principle of operation of these devices, as well as their individual nodes. On the basis of the data obtained, the analysis of the currently available circuitry solutions taken in the design of these devices is carried out. The main conclusions of the study are the refinement of ready-made circuitry solutions.

*Keywords:* multifunctional tester, security devices, electronic circuit, circuit diagram, printed circuit board.

В настоящее время обеспечение безопасности помещений, в которых находятся большие группы людей, является одной из важных государственных задач. Ключевую роль в этом играет пожарная и охранный безопасность. Для достижения данных целей широко используются системы автоматической охраны. В условиях развития инфраструктуры, увеличивается количество зданий, которые оснащены системами сигнализации и, соответственно, увеличивается и количество объектов для обслуживания таких систем.

Определение степени работоспособности автоматической сигнализации является специфичной работой, для которой часто необходимо большое количество оборудования. Разрабатываемая нами схема способна увеличить производительность работ по обслуживанию систем сигнализаций, потому что принципом ее построения является наличие всех необходимых функции в одном приборе.

В результате проведенных исследований перед нами была поставлена цель: разработать портативное устройство, упрощающее процесс проведения работ по обслуживанию систем автоматической охраны. В связи с поставленной целью были поставлены следующие задачи:

1. Исследовать принцип работы систем автоматической сигнализации
2. Изучить основные проблемы, возникающие при проведении работ по обслуживанию таких систем
3. Проанализировать существующие схмотехнические решения и разработать электрическую схему устройства
4. На основании разработанной электрической схемы разработать печатный узел для производства прототипа

На практике при проведении работ отдел технической охраны и его сотрудники в процессе обслуживания объектов сталкиваются с необходимостью определения степени работоспособности систем охраны на объектах. Количество объектов нуждающийся в обслуживании данный систем, достаточно велико даже в малых городах. К таким объектам можно отнести школы, медицинские учреждения, магазины, банки, здания культурно-досугового назначения, промышленные сооружения. Для проведения профилактического вида работ каждый сотрудник имеет при себе инструменты, включающие, как механические



(отвертки, молоток и др.), так и электронные (мультиметр, устройство поиска проводки, тестер видеокамер и др.). На данный момент на рынке электронных устройств, предоставлен широкий выбор приборов, измеряющих электрические величины. Тем не менее, не все необходимые функции реализованы в предлагаемых устройствах. Под обслуживанием систем пожарной охраны имеется в виду производство внешнего осмотра системы, а также проверка работоспособности ее отдельных узлов.

В результате проведенного анализа основных проблем, которые возникают при проверке работоспособности средств технической охраны, были выделены следующие основные аспекты обслуживания:

1. Определение работоспособности прибора, контролирующего состояние сигнализации
2. Определение исправности блоков питания контролирующих приборов, а также блоков питания светового и звукового оповещения
3. Проверка емкости литий-ионных аккумуляторных батарей и их электрических характеристик
4. Проверка исправности светового и звукового оповещения

Был сделан вывод, что весь необходимый функционал способны обеспечить шесть функциональных узлов: блок управления, блок индикации, электронная нагрузка, источник постоянного напряжения, блок зарядки, блок проверки шлейфов сигнализации.

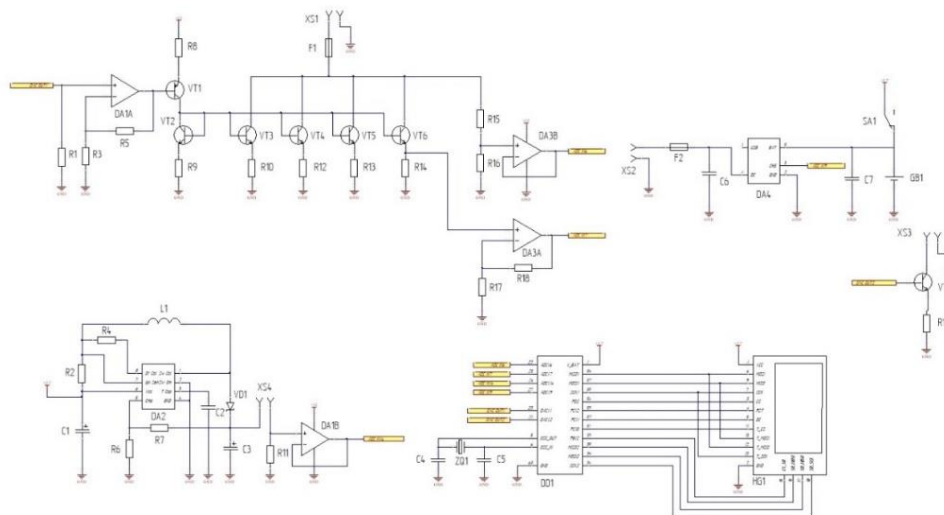


Рисунок 1 – Схема электрическая принципиальная

В первую очередь была разработана схемотехника блока электронной нагрузки. В результате анализа используемых в системах сигнализации блоков питания и аккумуляторов, были выбраны следующие характеристики: максимально допустимое напряжение на входе 60 В, максимальный ток потребления 5 А, максимальная мощность потребления 150 Вт. Блок электронной нагрузки построен на операционном усилителе DA1.1 и биполярных транзисторах VT1-VT6.

Часто в схемах простых электронных нагрузок в качестве элемента управления током потребления используется полевой транзистор. В схеме используется один мощный полевой транзистор, на который установлен радиатор.

Использование одного полевого транзистора для упрощения схемотехники устройства в целом имеет серьезные недостатки: радиатор не защищает канал от нагрева, в связи с чем его проводимость увеличивается, что создает ошибку, а также транзисторы малой мощности обладают более высокими характеристиками.

Таким образом, было решено спроектировать схему на биполярных транзисторах. Так как биполярные транзисторы подвержены значительному изменению тока коллектора при изменении температуры, схема была разработана на основе идеи работы маломощных токовых зеркал. Токовые зеркала, за счет подключения одного транзистора, как диод, обладают высокой температурной стабильностью. Важным фактором в обеспечении такого принципа стабилизации является подключение всех транзисторов к общему радиатору для того, чтобы все транзисторы находились в одинаковых температурных условиях. Падение напряжения на токоизмерительном резисторе R14 фиксируется микроконтроллером через развязывающий операционный усилитель DA3.1.

Через высокоомный делитель напряжения микроконтроллером регистрируется номинальное напряжение подключенного источника питания или аккумуляторной батареи. Для развязки использован операционный усилитель DA3.2 LM358. Это усилитель общего назначения с токами смещения в пределах наноампер и невысокой граничной частотой работы, что подходит для данной схемы.

Блок источника постоянного напряжения необходим для проверки светового и звукового оповещения, а также может быть использован для проверки исправности реле контролирующего прибора. Выбраны номинальные электрические характеристики устройства 12 В, 0,5 А.

В результате проведенного сравнительного анализа, наилучшим вариантом питания устройства было выбрано питание от плоского литий-ионного аккумулятора с номинальным напряжением 3,7 В. Для преобразования напряжения 3,7 В к 12 В выбран импульсный преобразователь напряжения MC34063 DA2.

Блок зарядки построен на специальной микросхеме MAX1555, которая обеспечивает возможность зарядки литий-ионных аккумуляторов от любого блока питания 5 В, а также от USB выхода персонального компьютера. Токопотребление узла составляет 280 мА в процессе зарядки.

Следующим разработан блок проверки шлейфов сигнализации. В документации на контролирующий прибор указано максимально допустимое количество подключенных датчиков для корректной работы цепи. В документации на датчик указан ток потребления 25 мкА, а также указано, что сработка датчика имитирует подключение к шлейфу прибора резистора номиналом 1 кОм. Исходя из напряжения питания шлейфов от 12 до 16 В получается ток потребления при сработке от 12 до 16 мА. Блок проверки шлейфов построен на транзисторе VT7.

Проведена разработка узла управления и индикации. Индикация выполняется сенсорным TFT дисплеем HG1 с диагональю 2.4 дюйма с возможностью подключения внешней SD-карты (взаимодействие по протоколу SPI). Взаимодействие с дисплеем и тач-скрином осуществляется раздельно по протоколу SPI.

В качестве управляющего устройства было решено использовать микроконтроллер STM32F091RCT, который обладает достаточным количеством периферийных устройств для выполнения поставленной задачи: 1 многоканальный АЦП, 1 ЦАП с двумя выходами управления, возможность использования двух линий для взаимодействия по протоколу SPI.

Таким образом, в результате проделанной работы, в данном научно-исследовательском проекте были рассмотрены основные аспекты проверки работоспособности технических средств охраны, представленные на рынке и в сети аналоги со схожим функционалом, произведена их доработка, а также проектирование схемотехники узлов со специфичным функционалом.

#### Библиографический список

1. Браун, М. Источники питания. Расчет и конструирование / М. Браун. – К.: МК-Пресс, 2007. – 288 с.

2. Пирогова, Е.В. Проектирование и технология печатных плат / Е.В. Пирогова. – М.: ФОРУМ-ИНФРА-М, 2005. – 560 с.
3. Фрумкин, Г.Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры / Г.Д. Фрумкин. – М.: Высшая школа, 1989. – 463 с.
4. Хныков, А.В. Теория и расчет трансформаторов источников вторичного электропитания / А.В. Хныков. – М.: СОЛОН-Пресс, 2004. – 125 с.

УДК 628.978.6  
ГРНТИ 45.51.33

## ВОЗМОЖНОСТИ РАСЧЕТА АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ DIALUX EVO 10.1

Иксанова А. Р.

Научный руководитель: Ивойлов В. Н.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

dreamolw0@gmail.com

В статье рассматривается сопоставительный анализ возможностей нового обновления программы DIALux evo 10.1 при создании проектов освещения. Указаны ключевые функции, обеспечивающие удобство и информативность светотехнического расчёта при создании проекта аварийного освещения реального помещения.

*Ключевые слова:* светотехнический расчёт, аварийное освещение, эвакуационное освещение, антипаническое освещение.

## THE POSSIBILITIES OF CALCULATING EMERGENCY LIGHTING USING DIALUX EVO 10.1 SOFTWARE

Iksanova A. R.

Supervisor: Ivoylov V. N.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article discusses a comparative analysis of the possibilities of the new update of the DIALux evo 10.1 program when creating lighting projects. The key functions that ensure the convenience and informativeness of the lighting calculation when creating an emergency lighting project for a real room are indicated.

*Keywords:* lighting calculation, emergency lighting, evacuation lighting, anti-panic lighting.

DIALux — является одной из самых эффективных, универсальных и распространенных программ для расчета освещения на рынке программного обеспечения [2]. В 2021 году вышло новое обновление программы, в которое были включены функции планирования аварийного освещения

Светотехнический расчет, предназначенный для выбора осветительного оборудования, является основой для разработки проекта освещения. Уровень освещенности регламентируется функциональным назначением объекта.

Аварийное освещение предусматривается в случае выхода из строя питания рабочего освещения. Данный вид предусматривает эвакуационное и резервное освещение [1].

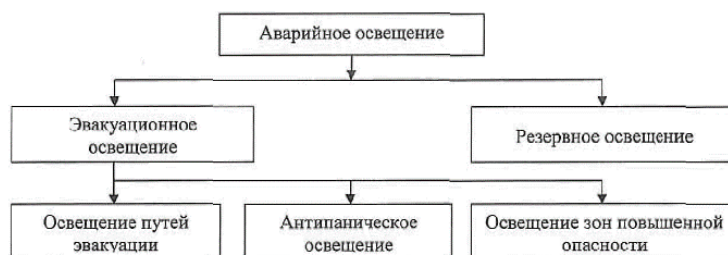


Рисунок 1 – Типы аварийного освещения

Выполнить аварийное освещение представляется возможным, когда в проекте существует сцена освещения, определенная как сцена аварийного освещения. Это позволяет существенно сократить время проектирования.

В качестве примера проведём расчёт аварийного освещения для условного помещения (Рис. 2).



Рисунок 2 – Расчетное помещение

В DIALux можно выбрать светильники, используемые для аварийного освещения из числа установленных в помещении. Программа позволяет провести расчёт аварийного (эвакуационного) освещения путей эвакуации и аварийного (эвакуационного) освещения – антипанического.

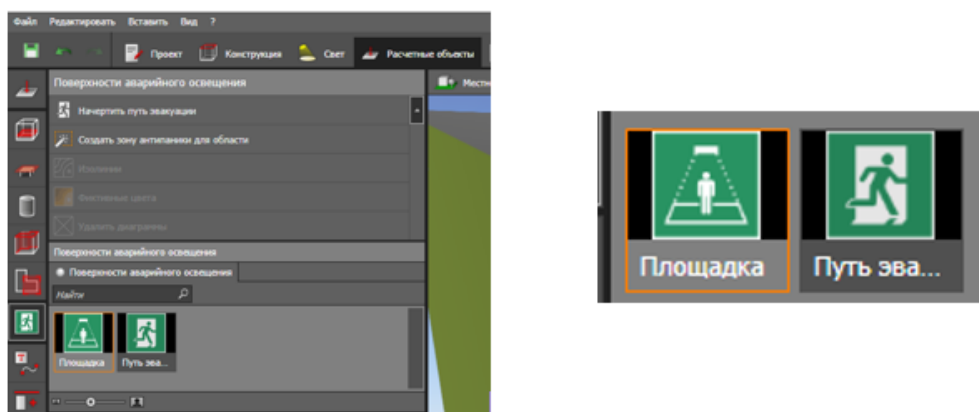


Рисунок 3 – Выбор вида аварийного освещения

Требования к аварийному освещению представлены в СП 52.13330.2016, часть из них представлены в таблице [1].

Таблица – Нормы аварийного освещения

Виды и объекты аварийного освещения	Нормируемая освещенность на горизонтальной поверхности, лк, не менее	Предельная равномерность освещенности $E_{\min} / E_{\max}$ , не менее
Пути эвакуации шириной до 2 м: - на полу по оси прохода - на полу в полосе шириной не менее 50% ширины прохода, симметрично расположенная относительно центральной линии	1,0	1:40
	0,5	1:40
Антипаническое освещение - на всей свободной площади пола, за исключением полосы 0,5 м по периметру помещения	0,5	1:40


Для выполнения расчётов выберем светильники в качестве аварийных  (Рис.4).



Рисунок 4 – Выбор аварийных светильников

Далее для расчёта путей эвакуации построим этот путь (Рис. 5):



Рисунок 5 – Построение путей эвакуации

Для создания сцены аварийного освещения антипанического освещения выберем соответствующую поверхность (Рис. 6).



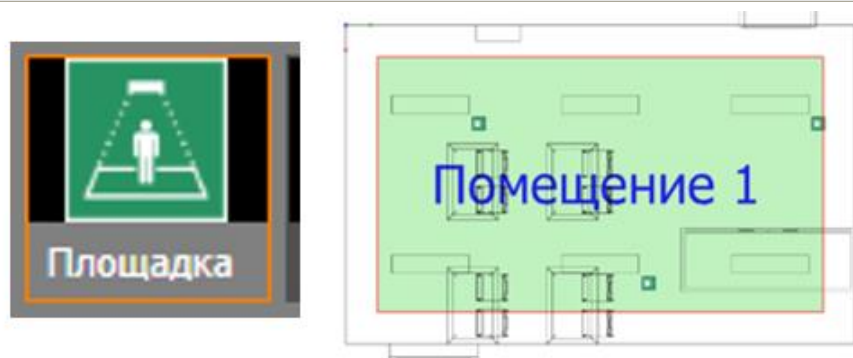


Рисунок 6 – Создание зоны антипаники

Далее достаточно для двух вариантов запустить расчёт, результаты расчётов представлены ниже (Рис. 7)

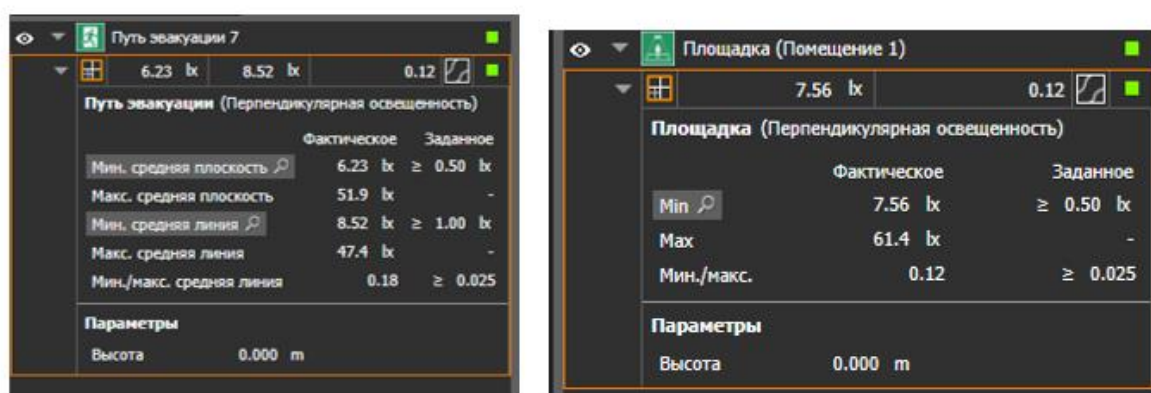


Рисунок 7 – Результаты расчетов

Результаты расчётов представлены сравнением «Фактических» и «Заданных» параметров норм аварийного освещения. Заданные по умолчанию нормы соответствуют действующему своду правил (СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение») по всем параметрам.

По итогам расчётов можно отметить следующее:

- 1) Появление возможности создания в одном файле двух сцен расчёта освещения (рабочего и аварийного) значительно ускоряет процесс расчёта, построения сцен, а также даёт наглядное представления о назначениях светильников в одном файле (рабочем поле);
- 2) Удобный и понятный интерфейс программы позволяет за достаточно малые сроки освоить расчёт аварийного освещения;
- 3) В программном обеспечении присутствует определённая «гибкость» задания параметров различных элементов, например, назначения типа светильника, значения светового потока в аварийном режиме и настройка многих других параметров светильников
- 4) При формировании отчёта присутствует разделение расчётов освещения параметры представлены рационально;
- 5) Расчётные параметры в полной мере удовлетворяют требованиям нормативно-технической документации действующей на территории РФ при проектировании электроосвещения, что также дополнительно создаёт удобство и способствует более быстрой обработке информации в процессе расчётов при проектировании.

Библиографический список

1. СП 52.13330.2016 Естественные и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменением №1)
2. DIAL: официальный сайт компании DIAL GmbH. – Режим доступа: <https://www.dial.de/en/home/> (дата обращения: 26.03.2022).
3. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6T0NehEV828> (дата обращения: 26.03.2022)

УДК 628.978.6  
ГРНТИ 45.51.31

# **ОБЗОР АВТОНОМНОЙ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ С ФУНКЦИЕЙ TELECONTROL**

Волков Д. А., Плешка А. В.

Научный руководитель: Ивойлов В. Н.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

denisvolkov4@mail.ru, pleshka.andrey@mail.ru

В данной статье рассмотрено построение системы аварийного освещения на примере однофазной распределительной сети 230 В. Представлен обзор функционала основных элементов системы. Приведены требования к построению систем аварийного освещения.

*Ключевые слова:* низковольтные электроустановки, система безопасности, аварийное освещение, резервное освещение, эвакуационное освещение, источник питания.

# **OVERVIEW OF THE AUTONOMOUS EMERGENCY LIGHTING SYSTEM WITH TELECONTROL FUNCTION**

Volkov D. A., Pleshka A. V.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

This article discusses the construction of an emergency lighting system using the example of a single-phase 230 V distribution network. An overview of the functionality of the main elements of the system is presented. The requirements for the construction of emergency lighting systems are given.

*Keywords:* low-voltage electrical installations, security system, emergency lighting, backup lighting, evacuation lighting, power supply.

В настоящее время в Российской Федерации ужесточились требования по проектированию и общему построению систем аварийного освещения. В связи с этим, помимо знаний нормативно-технической документации, важно также понимать, какие решения предлагают производители на отечественном рынке и на сколько они соответствуют принятым нормам и правилам.

В качестве объекта изучения выбрана автономная система аварийного освещения с функцией TELECONTROL от компании «Белый свет».

Нормативная база Российской Федерации предъявляет ряд требований к построению систем аварийного освещения:

1. «Питание аварийного освещения (эвакуационного и резервного) должно быть независимым от питания рабочего освещения и в нормальном режиме обеспечиваться электроэнергией от ввода, который не применяется для питания рабочего освещения...» [4, 5, 7]
2. Питание аварийного освещения (АО) рекомендуется осуществлять от панели противопожарных устройств (ППУ), предназначенной для питания систем безопасности, которые должны сохранять работоспособность во время пожара [4].
3. Применение для рабочего освещения, освещения безопасности и (или) эвакуационного освещения общих групповых щитков, а также установка аппаратов управления рабочим освещением, освещением безопасности и (или) эвакуационным освещением, за исключением аппаратов вспомогательных цепей (например, сигнальных ламп, ключей управления), в общих шкафах не допускается [3].

Рассмотрим построение системы на примере однофазной распределительной сети 230 В. Структурная схема представлена на рисунке 1.

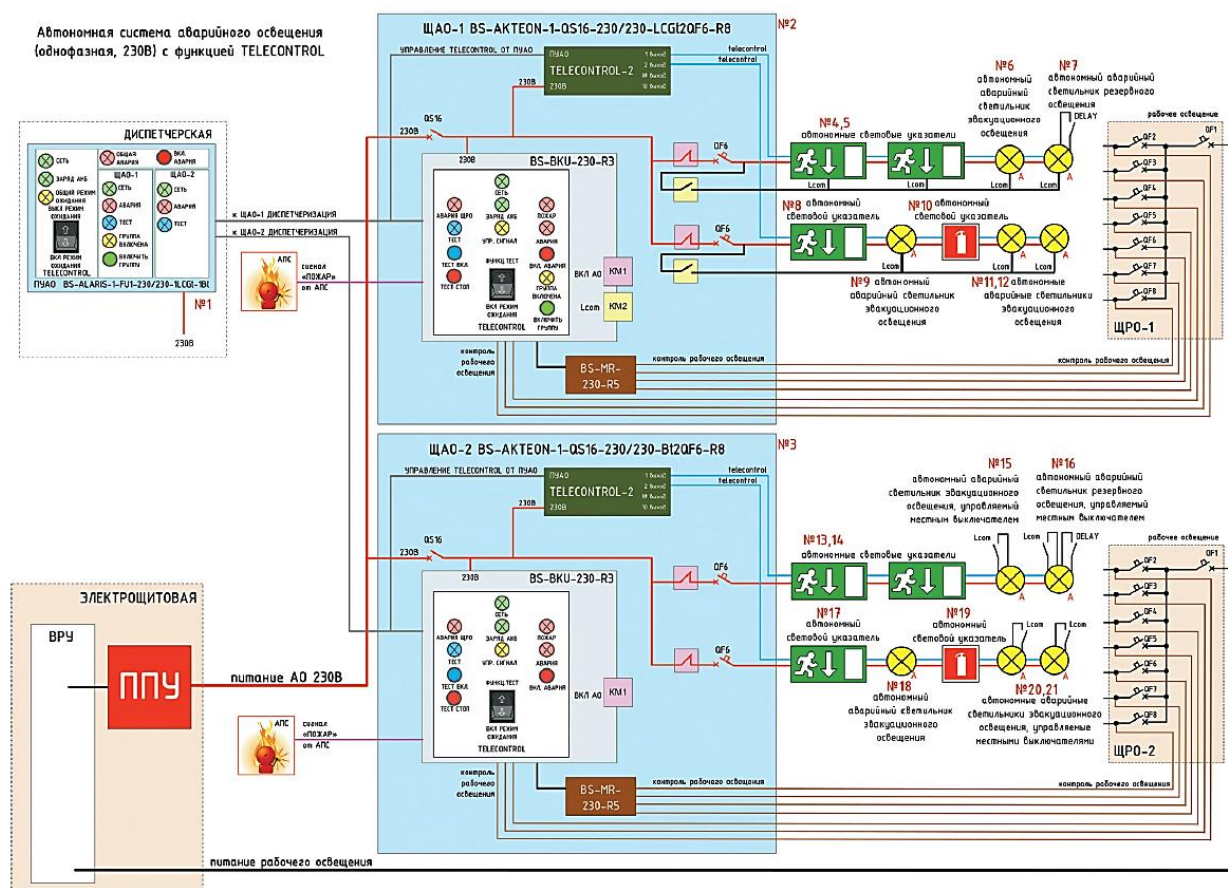


Рисунок 1 – Структурная схема системы аварийного освещения с функцией TELECONTROL

Основные элементы системы и их функциональность представлены в таблице.

Таблица – Элементы системы и их функции

№	Элемент системы	Функции
1	Панель противопожарных устройств	Питание систем противопожарной защиты
2	Щит аварийного освещения BS-AKTEON-1	Распределение электроснабжения в групповых цепях аварийного освещения

№	Элемент системы	Функции
		Управление световыми приборами аварийного освещения универсального типа Включение/выключение группового режима ожидания световых приборов аварийного освещения Проведение тестирования световых приборов аварийного освещения Контроль наличия напряжения в групповых цепях рабочего освещения щита рабочего освещения (ЩРО) Индикация состояния ЩАО и ЩРО
3	Пульт аварийного освещения BS-ALARIS-1	Удаленное управление световыми приборами аварийного освещения универсального типа Активация Общего режима ожидания Индикация состояния системы аварийного освещения здания (все ЩАО)
4	Автономный световой указатель с функцией TELECONTROL (со знаком безопасности)	Указание путей эвакуации, эвакуационных выходов и т.д.
5	Автономный аварийный светильник эвакуационного освещения с функцией TELECONTROL	Обеспечение Эвакуационного освещения и Антипанического освещения
6	Автономный аварийный светильник резервного освещения с функцией TELECONTROL	Обеспечение Резервного освещения и Освещения зон повышенной опасности
7	Блок аварийного питания с функцией TELECONROL	Обеспечение аварийного режима рабочих светильников, не имеющих источников независимого питания

Для краткого обзора рассмотрим функционал основных элементов системы.

Первоначальным элементом в системе является щит аварийного освещения.

BS-AKTEON-1 является комплектным устройством распределения напряжения аварийного электроснабжения для аварийного и эвакуационного освещения с напряжением в групповых цепях аварийного освещения 230 В и предназначен для применения:

- в Автономной системе аварийного освещения со световыми приборами, поддерживающими функцию Режим ожидания
- в распределительных электрических цепях аварийного освещения с напряжением 400 или 230 В;
- в одной пожарной зоне.

Преимущества:

- компактные размеры,
- низкая стоимость монтажа,
- простота обслуживания при эксплуатации;
- управление с оперативной панели ЩАО и удаленно с пульта управления аварийным освещением ПУАО BS-ALARIS-1
- коммутируемыми групповыми цепями аварийного освещения;
- прием сигнала «ПОЖАР» от автоматической пожарной сигнализации (АПС);
- световая индикация основных состояний ЩАО, а также передача сигналов состояния ЩАО на ПУАО BS-ALARIS-1
- тестирование автономных световых приборов аварийного освещения;

- групповой (с оперативной панели ЩАО) и общий (с оперативной панели ПУАО) режим ожидания световых приборов
- аварийного освещения;
- контроль наличия напряжения на каждой группе рабочего освещения.
- проведение Регламентов по обслуживанию и испытанию световых приборов аварийного освещения.

С помощью щита аварийного освещения BS-AKTEON-1 возможно проводить:

- тестирование световых приборов аварийного освещения;
- управление световыми приборами аварийного освещения.

Вторым не менее важным элементом в системе рассматриваемого аварийного освещения является устройство дистанционного управления и тестирования.

Блок управления BS-TELECONTROL – является устройством дистанционного тестирования и управления световыми приборами аварийного освещения, поддерживающими функцию Режим ожидания и дистанционное тестирование.

Основные функции блока управления:

- ручной функциональный тест;
- перевод световых приборов аварийного освещения в Режим ожидания при штатном отключении электроэнергии или проведении регламентных работ по обслуживанию световых приборов.

Преимущества:

- сокращение затрат на эксплуатационные расходы за счет автоматизации ручных проверок оборудования;
- возможность продемонстрировать работоспособность оборудования надзорным органам (инспекторам МЧС и т.д.) во время проведения плановых проверок.

Третьим не менее важным элементом в системе является сам светильник, который должен иметь блок питания с поддержкой функции TELECONTROL.

Исходя из принятых технических решений при организации данной системы можно сделать вывод, что данное техническое решение полностью соответствует всем нормам и требованиям.

#### Библиографический список

1. ГОСТ Р 50571.5.56-2013. Электроустановки низковольтные. Часть 5-56. Выбор и монтаж электрооборудования. Системы обеспечения безопасности. – Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. – 20 с. –
2. ГОСТ Р 55842.2013. Освещение аварийное. Классификация и нормы. – Введ. 2015-01-01. М.: Стандартинформ, 2014. – 11 с. –
3. Правила устройства электроустановок. - 7-е изд. - М.: Моркнига, 2022. - 584 с.
4. СП 256.1325800.2016. Электроустановки жилых и общественных зданий. Правила проектирования и монтажа. – Введ. 2017-03-02. – М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
5. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 2017-05-08. - М.: Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии
6. Федеральный закон "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности" от 22.07.2008 № 123-ФЗ с изм. и допол. в ред. от 31.04.2021.
7. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 № 384-ФЗ с изм. и допол. в ред. от 02.07.2013.



УДК 614.842.4  
ГРНТИ 81.92.15

## УЛЬТРАЗВУКОВОЙ СИГНАЛИЗАТОР ВОЗГОРАНИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ И РАДИОИЗОТОПНЫМ ТИПАМ

Макарихин В. Д., Баландин П. С.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

vm1432@mail.ru, balandin.pavel@list.ru

Предметом настоящего исследования является рассмотрение основных типов пожарных извещателей, работающих на разных физических принципах, и выявление недостатков в их работе. В работе предложена схема ультразвукового сигнализатора как устройства предлагаемого в качестве альтернативы.

*Ключевые слова:* пожарная безопасность, извещатель, датчик, сигнализатор, ультразвуковой.

## ULTRASONIC FIRE DETECTOR AS AN ALTERNATIVE TO PHOTOELECTRIC AND RADIOISOTOPE TYPES

Makarikhin V. D., Balandin P. S.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny*

The subject of this study is to consider the main types of fire detectors operating on the basis of different physical principles and to identify the shortcomings of their work. The paper proposes the diagram of an ultrasonic fire detector as an alternative device.

*Keywords:* fire safety, signaling device, sensor, fire detector, ultrasonic.

Пожарная безопасность зданий и сооружений сегодня является одной из важных задач государства. Для ее успешного выполнения необходимо соблюсти множество пунктов, одним из которых является наличие и исправность сигнализации оповещения о возгорании. Ключевым устройством в системе пожарной сигнализации является датчик. Именно он первым имеет контакт с возгоранием и от его адекватной работы зависит порядок оперативных действий и, в конечном счете, жизнь людей.

Сегодня рынок пересыщен разнообразием датчиков пожарной сигнализации все они различаются как внешне, так и технически.

Проведя анализ датчиков по их принципу работы, можно выделить основные:

### **1. Фотоэлектрический сигнализатор**

Работа таких сигнализаторов осуществляется за счет датчика и ИК излучателя. При спаде интенсивности ИК-излучения, т.е. при задымленности, подается сигнал тревоги.

### **2. Радиоизотопный сигнализатор**

Радиоизотопный извещатель дыма анализирует изменения электрических параметров воздушных масс, находящихся в камере устройства. Анализ выполняется следующим образом:

а) в изотопной камере находятся противоположно заряженные электроды. Между ними возникает ионизационный ток, имеющий определенную интенсивность движения и значение.

б) из помещения с помощью вентиляторов осуществляется постоянный забор воздуха, который подается в камеру дымовых ионизационных пожарных извещателей.

в) при наличии фрагментов дыма, частицы электродов вступают с ними во взаимодействие в результате, которого снижается их скорость и интенсивность движения, а также меняется значение.

г) дымовой радиоизотопный извещатель срабатывает при достижении заданных параметров. Подается тревожный сигнал.

Проведя анализ работы указанных выше устройств, можно отметить следующие недостатки:

- предрасположенность к ложным срабатываниям.
- датчики, основанные на принципах, указанных выше реагируют не на сам источник (т.е. огонь) а на продукты горения.
- имеют малый объем обхвата.

В целях обхода недостатков, указанных выше на наш взгляд целесообразнее использовать датчик, работающий по другому физическому принципу. Таким устройством является ультразвуковой сигнализатор.

Ультразвуковые сигнализаторы работают по принципу регистрации изменений физических характеристик активного ультразвукового поля в результате воздействия на это поле энергетических составляющих пожара. Образующаяся при пожаре конвективная струя воздуха имеет определенное распределение температуры по высоте и радиусу. При этом имеет место отражение ультразвука от границ раздела воздуха различной плотности. Ультразвук, прошедший через тепловой поток, испытывает изменение фазы колебаний. Так как граница пламени и граница конвективной струи подвижны и неустойчивы во времени и пространстве, наложение ультразвуковых волн, отраженных тепловым потоком, на излучаемые волны вызывает их амплитудно-фазовую модуляцию. На величину амплитудно-фазовой модуляции оказывает влияние характер распределения температуры по объему конвективной струи.

В процессе изучения работы ультразвукового сигнализатора нами определены функционально законченные узлы и выводы. На основании этого были сформированы следующие функционально-самостоятельные блоки: генератор (Г); усилитель мощности 1 (УМ1); усилитель мощности 2 (УМ2); датчик тока 1 (ДТ1); датчик тока 2 (ДТ2); пьезоакустический преобразователь (ПП); резистивный эквивалент пьезоакустического преобразователя (ЭПП); дифференциальный усилитель (ДУ); интегрирующая цепь (ИЦ); пороговое устройство 1 (ПУ1); пороговое устройство 2 (ПУ2); узел индикации возгорания (ИНД).

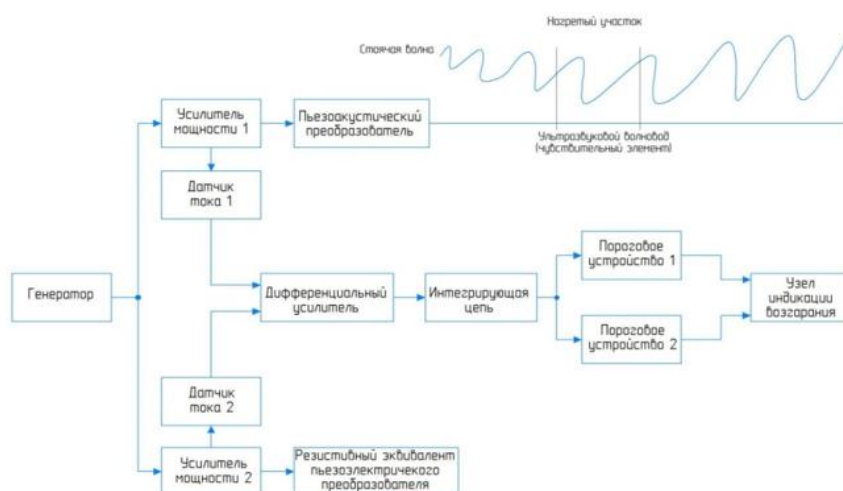


Рисунок 1 – Структурная электрическая схема ультразвукового сигнализатора

Устройство реагирует на тепловое воздействие пламени. Чувствительный элемент представляет собой ультразвуковой волновод, выполненный в виде гибкого провода из термостойкого металла, эквивалентный множеству распределённых по его длине датчиков температуры.

Принципиальная схема ультразвукового сигнализатора представлена на рисунке 2.

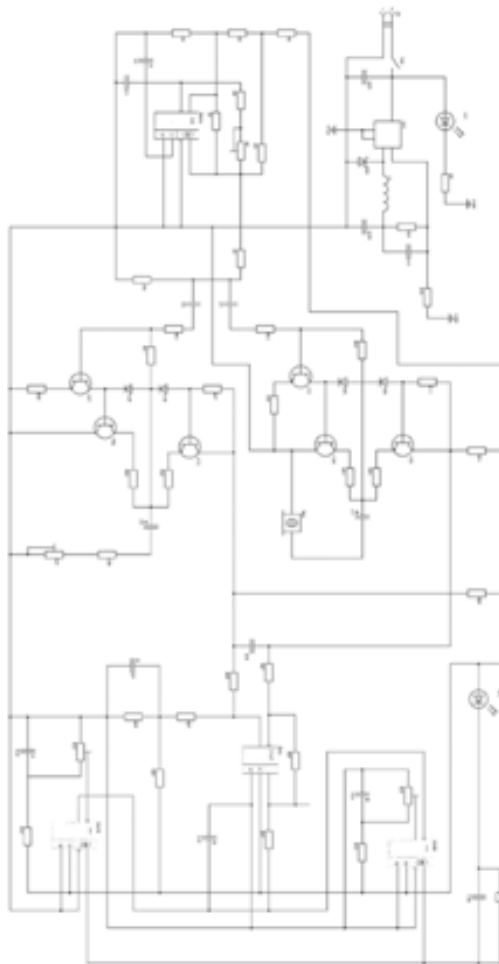


Рисунок 2 – Принципиальная схема ультразвукового сигнализатора

Генератор Г собран на компараторе DA1. Его выходной сигнал представляет собой последовательность прямоугольных импульсов скважностью около двух. Конденсатор C2 и резисторы R4, R7 – частото задающие, подстроечный резистор R7 обеспечивает возможность изменения частоты импульсов. Их амплитуду уменьшает до нужного значения резистивный делитель напряжения R9/R10. Конденсатор C1 и резистор R1 образуют фильтр, уменьшающий проникновение в цепи питания сигнализатора импульсных помех, возникающих при работе генератора.

На транзисторах VT1, VT3 и VT4 собран усилитель УМ1, а на VT2, VT5 и VT6 – УМ2. Коэффициент усиления напряжения каждого из них задан отношениями сопротивления резисторов соответственно R13 к R11 и R14 к R12. Резисторы R15, R17 – нагрузочные первых ступеней соответствующих усилителей. Резисторы R13, R14, R16, R18, R20-R23 стабилизируют режим усилителей по постоянному току. Диоды от VD1 до VD4 задают напряжение смещения транзисторов от VT3 до VT6. К выходу УМ1 подключён пьезоакустический преобразователь BQ1 (ПП). Резисторы R24 и R25 образуют эквивалент такого преобразователя (ЭПП).

Датчики ДТ1 и ДТ2 представляют собой резисторы R19 и R26, включённые последовательно в цепи питания усилителей мощности.

На ОУ DA3 собран ДУ. Резисторами от R27 до R29, R33 задан его коэффициент усиления. Резисторы R30, R34 и конденсатор C9 обеспечивают нормальную работу ОУ при однополярном питании. Конденсатор C10 уменьшает амплитуду напряжения ультразвуковой частоты между входами ДУ.

Интегрирующая цепь И образована резистором R37 и конденсатором C13. ПУ1 и ПУ2 собраны соответственно на компараторах DA4 и DA5. Резистивными делителями напряжения R31R35 и R32R36 задают пороги их срабатывания. Конденсаторы C11 и C12 – фильтрующие.

Узел индикации возгорания состоит из электромагнитного излучателя звука HA1 со встроенным генератором, фильтрующего конденсатора C14 и мигающего светодиода HL2. Интегральный стабилизатор DA2 и фильтрующие конденсаторы C3, C4 образуют источник напряжения плюс 15 В. Светодиод HL1 с резистором R8 – узел индикации включения прибора.

Детали сигнализатора смонтированы на макетной плате. Они соединены между собой тонкими изолированными проводами. Чувствительный элемент представляет собой отрезок медного провода диаметром 2 мм и длиной 1,5 м, припаянного одним концом к рабочей поверхности пьезоакустического преобразователя BQ1.

Вместо компаратора K554CA3A можно использовать K554CA3Б, K521CA3, 521CA3 или их импортный аналог LM211P с различными индексами. ОУ K140УД6 можно заменить на 140УД6А, 140УД6Б, 140УД601А, 140УД601Б, KP140УД6, KP140УД608 и другие ОУ общего применения. Интегральный стабилизатор KP142ЕН8В можно заменить на встраиваемый стабилизатор напряжения (он же DC-DC преобразователь) LM2596.

Транзисторы КТ503Г могут быть заменены транзисторами той же серии или другими с аналогичными параметрами. Транзисторы КТ814Г, КТ815Г можно заменять такими же с другими буквенными индексами или серий КТ816 и КТ817 соответственно.

Диоды КД522Б заменяемы другими маломощными импульсными кремниевыми диодами, например, из серий КД503, КД521. Светодиод AL307BM может быть любым другим, а L-816BID – мигающим светодиодом, например, L-796BID.

В сигнализаторе применены импортные оксидные конденсаторы, но пригодны и отечественные, например, К50-35. Керамические конденсаторы – К10-17а, К10-17б и другие аналогичные. Постоянные резисторы – С2-33 с возможной заменой на С2-23, МЛТ, ОМЛТ. Подстроечные резисторы – СП4-3, вместо них можно использовать СПЗ-16а, СПЗ-37, СПЗ-39а и другие подобные.

Электромагнитный излучатель звука HCM1212X можно заменить на HCM1612X. Пьезоакустический преобразователь BQ1 – бескорпусный зарубежного производства (предположительный тип VSB35EW-0701B), вместо него можно использовать другой с резонансной частотой 80 кГц. Выключатель SA1 может быть любого типа, например, MTS-101 A2.

Налаживание правильно собранного сигнализатора начинают с установки подстроечным резистором R7 частоты генератора Г, равной частоте последовательного резонанса пьезоакустического преобразователя BQ1. Амплитуда выходного сигнала этого генератора должна быть около 1 В, чего при необходимости добиваются подборкой резистора R9. Подбирая резисторы R13 и R14, устанавливают режимы работы усилителей (соответственно УМ1 и УМ2) по постоянному току такими, при которых максимальные сигналы на их выходах имеют наименьшие искажения. Равенства коэффициентов усиления УМ1 и УМ2 на рабочей частоте добиваются подборкой резисторов R11 и R12.

Подстроечным резистором R25 балансируют сигнализатор – добиваются минимально возможного постоянного напряжения между выводами конденсатора СЮ (входами ДУ) при равномерно прогревом до комнатной температуры чувствительном элементе. После

балансировки постоянное напряжение на выходе ОУ DA3 должно стать равным приблизительно 7,5 В – половине напряжения питания микросхемы DA3.

Если теперь нагревать небольшие участки чувствительного элемента, например, пламенем спиртовки или свечи, выходное напряжение ОУ должно уменьшаться или увеличиваться (в зависимости от места и степени нагрева) не менее чем на 1 В относительно исходного значения. Срабатывания компараторов DA4 и DA5 при нагревании чувствительного элемента добиваются подстроечными резисторами R31 и R32, при этом светодиод HL2 должен начать мигать, а излучатель HA1 – издавать прерывистый звук. Следует убедиться, что при остывании чувствительного элемента сигнализатор возвращается в исходное состояние, при котором светодиод HL2 и звуковой излучатель выключены, а напряжение на выходе ОУ DA3 приняло прежнее значение.

В ходе проделанной нами работы разработана конструкция ультразвукового сигнализатора. Ультразвуковой сигнализатор позволяет узнавать о возникновении очага возгорания и имеет большую площадь охвата по отношению к его аналогам.

#### Библиографический список

1. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам. – М.: Стандартинформ, 1982. – 35 с.
2. ГОСТ 23752-79. Платы печатные. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 1980. – 34 с.
3. Фрумкин, Г.Д. Расчет и конструирование радиоаппаратуры / Г.Д. Фрумкин. – М.: Высшая школа, 1989 год. – 339 с.
4. Усатенко, С.Т. Выполнение электрических схем по ЕСКД / под ред. Т.К. Ткаченко, М.В. Терехова. – М.: Издательство стандартов, 1989 год. – 318 с.

УДК 628.978.6  
ГРНТИ 45.51.01

### ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ АВАРИЙНОГО ОСВЕЩЕНИЯ

Усенкова А. А.

Научный руководитель: Ивойлов В. Н.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

nastyausenкова@gmail.com

В статье рассматриваются современные требования нормативно-технической документации при проектировании аварийного освещения. Указаны виды аварийного освещения и требования к ним при проектировании, а также перечень основных нормативно-технологических документов.

*Ключевые слова:* аварийное освещение, требования, пути эвакуации, нарушение питания, пожарная безопасность.



## OVERVIEW OF MODERN REQUIREMENTS OF REGULATORY AND TECHNICAL DOCUMENTATION IN THE DESIGN OF EMERGENCY LIGHTING

Usenkova A. A.

Supervisor: Ivoylov V. N.

OTI NRNU MEPhI, Ozersk

The article discusses the modern requirements of regulatory and technical documentation in the design of emergency lighting. The types of emergency lighting and the requirements for them in the design are indicated, as well as a list of the main regulatory and technological documents.

**Keywords:** emergency lighting, requirements, escape routes, power failure, fire safety.

Аварийное освещение предусматривается на случай нарушения питания основного (рабочего) освещения. Аварийное освещение по ПУЭ имеет классификацию согласно таблице.

Таблица – Классификация аварийного освещения

Аварийное освещение	
Освещение безопасности	Эвакуационное освещение

Аварийное освещение по СП 52.13330.2016 можно разделить на эвакуационное и резервное. Виды аварийного освещения представлены на рисунке 1 [1].

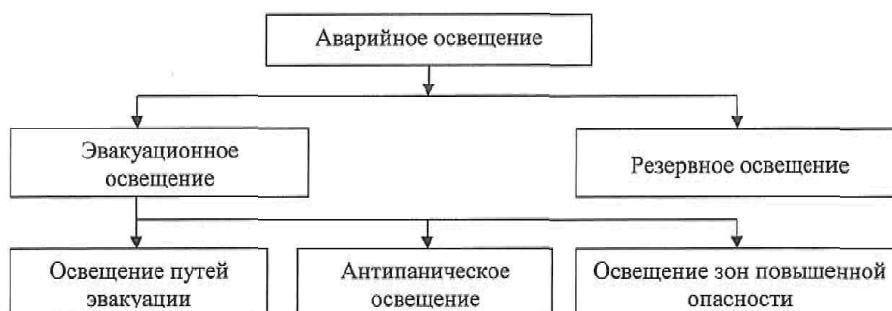


Рисунок 1 – Виды аварийного освещения

Исходя из того, что классификация СП 52.13330.2016 более новой редакции и более подробна, то при проектировании принято пользоваться ей.

Аварийное освещение должно включаться автоматически при пропадании питания основного (рабочего) освещения, а также по сигналам систем пожарной и аварийной сигнализации или вручную, если сигнализации нет или она не сработала. Аварийное освещение подключается к источнику питания, независимому от источника питания рабочего освещения [1].

Аварийное освещение необходимо устанавливать на всех объектах, независимо от их назначения и размеров. Именно поэтому к данному типу освещения применяются повышенные требования с учетом технологического развития рынка.

К основной нормативно-технологической документации при проектировании аварийного освещения относятся Федеральные законы, ГОСТы и Своды правил. Перечень основных нормативно-технологических документов:

- Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) "Технический регламент о требованиях пожарной безопасности";
- СП 52.13330.2016 Свод Правил «Естественное и искусственное освещение». Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменением №1)

- СП 1.13130.2009 Свод Правил «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;
- СП 6.13130.2021 Свод Правил «Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности»;
- Правила устройства электроустановок (7-е издание);
- ГОСТ Р 53325 – 2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний»;
- Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" и др.

Проведём краткий литературный обзор нормативной базы Российской Федерации в сфере аварийного освещения с целью выявления ключевых требований при проектировании.

Рассмотрим основное понятие (термин) «аварийное освещение». В Своде Правил СП 52.13330.2016, ГОСТ ИЕС 60598-2-22-2012 и ГОСТ Р 55842-2013 приведены идентичные определения термина «аварийное освещение». Аварийное освещение – освещение, предусматриваемое в случае выхода из строя питания рабочего освещения. [2, пп. 3.1]

В то же время российские Федеральные законы №123-ФЗ и 384-ФЗ определяют аварийное освещение (АО) в том числе как средство обеспечения безопасности в случае возникновения пожара и других чрезвычайных ситуаций.

ФЗ №123 рассматривает включение аварийного освещения как один из способов оповещения людей и обеспечения их безопасной эвакуации при пожаре.

В ФЗ № 384 (статья 2, часть 2.1) дается расширенное определение аварийного освещения: «аварийное освещение – освещение на путях эвакуации, имеющее электропитание от автономных источников, функционирующих при пожаре, аварии и других чрезвычайных ситуациях, включаемое автоматически при срабатывании соответствующей сигнализации или вручную, если сигнализации нет или она не работала».[7]

Можно выделить два основных требования к АО:

- 1) наличие автономного источника электропитания, функционирующего при пожаре, аварии и других чрезвычайных ситуациях;
- 2) возможность включения аварийного освещения при срабатывании сигнализации или вручную.

Кроме того, в ГОСТ Р 55842-2013 сказано, что «эвакуационное освещение должно обеспечивать безопасный выход людей из помещения в случае чрезвычайной ситуации, например, отказ рабочего освещения, пожар и т. д.» [3, пп. 4.2.1]

Таким образом, при совокупном рассмотрении нормативно-законодательной базы РФ в отношении аварийного освещения можно сформулировать новое определение, соответствующее всем актуальным требованиям

Аварийное освещение – освещение, питаемое от автономного (независимого) источника питания, включаемое автоматически в случае нарушения питания рабочего освещения, при срабатывании соответствующей сигнализации или вручную.

Далее будут рассмотрены требования, предъявляемые к светильникам аварийного освещения.

Требования к светильникам аварийного освещения должны соответствовать ГОСТ 27900 и ГОСТ ИЕС 60598-2-22.

Согласно ФЗ-123 [ст 82, п. 9] светильники аварийного освещения на путях эвакуации с автономными источниками питания должны быть обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания. Ресурс работы

автономного источника питания должен обеспечивать аварийное освещение на путях эвакуации в течение расчетного времени эвакуации людей в безопасную зону.

Требования к электропроводкам аварийного освещения также являются основополагающими при разработке и проектировании соответствующих систем.

Согласно ФЗ-123 [ст.82, п.2] Кабельные линии и электропроводка систем противопожарной защиты, средств обеспечения деятельности систем обнаружения пожара, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации должны сохранять работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения их функций и эвакуации людей в безопасную зону.

Согласно ФЗ-123 [ст.82, п.8] кабели, прокладываемые открыто, должны быть не распространяющими горение.

Согласно СП 6.13130.2021 п 3.13 электропроводка систем противопожарной защиты (электропроводка СПЗ): Электропроводка, в том числе слаботочной системы, сохраняющая свою работоспособность в условиях пожара в течение времени, необходимого для выполнения своих функций подразделениями пожарной охраны, системами пожарной сигнализации, оповещения и управления эвакуацией людей при пожаре, аварийного освещения на путях эвакуации, противопожарной защиты, автоматического пожаротушения, внутреннего противопожарного водопровода, лифтов для транспортировки подразделений пожарной охраны в зданиях и сооружениях.

П. 6.2 Электропроводки СПЗ, в том числе линии слаботочных систем, должны выполняться огнестойкими, не распространяющими горение кабелями с медными жилами [2].

Из вышесказанных пунктов помимо требований к типу кабелей, предъявляются и требования к выполнению (монтажу) самой кабельной линии. Линия аварийного (эвакуационного) освещения должна быть огнестойкой (ОКЛ). Все крепёжные и кабеленесущие элементы (трубы, короба, распределительные коробки, скобы, анкера, саморезы) должны обладать соответствующей огнестойкостью.

На рынке РФ сертифицированные ОКЛ представлены различными производителями. Но всё сводится к тому, что линия должна быть смонтирована только с использованием тех элементов, материалов и производителей, которые указаны в соответствующем сертификате для определённого вида ОКЛ.

Подводя итог, можно выделить некоторые ключевые требования при проектировании систем аварийного освещения:

1) Аварийное освещение должно питаться от автономного (независимого) источника питания включаться автоматически в случае нарушения питания рабочего освещения, при срабатывании соответствующей сигнализации или вручную;

2) Светильники аварийного освещения на путях эвакуации должны быть обеспечены устройствами для проверки их работоспособности при имитации отключения основного источника питания;

3) Линия аварийного (эвакуационного) освещения должна быть огнестойкой (ОКЛ).

#### Библиографический список

1. СП 52.13330.2016 «Естественные и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменением №1)»;
2. СП 6.13130.2021 «Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности»;
3. ГОСТ Р 53325 – 2012 «Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний»;

4. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
5. СП 1.13130.2009 Свод Правил «Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы»;
6. СП 6.13130.2021 Свод Правил «Системы противопожарной защиты. Электроустановки низковольтные. Требования пожарной безопасности»;
7. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»;
8. Федеральный закон от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 27.12.2018) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

## ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК 304.2  
ГРНТИ 04.21.61

### НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КОРПОРАТИВНОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В СОВРЕМЕННОМ БИЗНЕСЕ

Бармин А. В., Жильцова О. Ю.

*Уральский федеральный университет,  
г. Екатеринбург*

allo-barmin@mail.ru , zh-sar@mail.ru

В данной работе рассматриваются некоторые аспекты корпоративной социальной ответственности в исторической ретроспективе, а также, как актуальной концепции организации и ведения бизнеса современных компаний, прежде всего, в сфере корпоративного управления организаций. В качестве примера применения инструментов КСО используется банковский сектор.

*Ключевые слова:* корпоративная социальная ответственность, концепция устойчивого развития, корпоративное управление, социально ответственная политика компании, корпоративная культура, управление персоналом.

### PROCESSES OF MATHEMATIZATION AND COMPUTERIZATION OF SCIENCE AND EDUCATION

Barmin A. V., Zhiltsova O. Y.

*UrFU, Yekateringburg*

This paper examines some aspects of corporate social responsibility in historical retrospect, as well as as an actual concept of the organization and conduct of business of modern companies, primarily in the field of corporate governance of organizations. The banking sector is used as an example of the use of CSR tools.

*Keywords:* corporate social responsibility, the concept of sustainable development, corporate governance, socially responsible company policy, corporate culture, personnel management.

В современных экономических, социальных, культурных, трудовых и иных общественных отношениях все большее значение приобретают идеи корпоративной социальной ответственности (КСО). Это связано с повышением требований к любым видам деятельности общества, и прежде всего к тем, где наиболее остро существует проблема успешности, результативности, социальной значимости, устойчивости и т.д.

Поэтому интеграция идей корпоративной социальной ответственности в общественную жизнедеятельность становится характерной чертой настоящего времени. Понимание такого положения дел наиболее значимым является в сфере бизнеса.

Корпоративная социальная ответственность как комплексная и взаимосвязанная система включает в себя такие структурные элементы, как «методы построения и управления социально-трудовыми отношениями; механизм формирования и реализации социальной политики компании; предоставление ежегодного нефинансового отчета о деятельности компании в области КСО; формирование и организация обратной связи» [10]. Успешная деятельность компании связана с ее открытостью и ответственностью перед всеми



заинтересованными сторонами (стейкхолдерами). Термин «стейкхолдеры» в научной и деловой литературе стал использоваться в конце 80-х гг. XX в. Особую роль в отношении успешности и эффективности компании приобретает построение систем развития человеческих ресурсов и сочетание интересов бизнеса и общества.

Индустриальный переворот конца XVIII-XIX вв., приведший к усилению конкуренции и росту рабочего движения, стал причиной, побудившей владельцев фабрик, заводов, промышленных компаний, пойти на смягчение условий труда наемных работников и предоставление дополнительных гарантий деловым партнерам [7. С.7].

Американский предприниматель шотландского происхождения, крупный сталепромышленник и основатель компании U.S. Steel Corporation («Юнайтед Стейтс Стил Корпорейшн») Эндрю Карнеги (1835-1919) сначала в 1889 г. в работе «Богатство», а затем в 1900 г. в книге «Евангелие богатства» сформулировал идеи использования избыточного капитала в филантропических целях и по существу описал понятие «социальной ответственности» и определил принципы, «обязательные для всякого уважающего себя капиталиста». «Основной сферой благотворительных вложений Эндрю Карнеги были библиотеки. Еще в юности он проводил много времени в бесплатной «Библиотеке для рабочей молодежи» американского бизнесмена и филантропа Джеймса Андерсона (1785-1861) в Питтсбурге, так как пробелы в образовании более всего мешали Карнеги в жизни. Во всем мире было только несколько публичных библиотек, когда в 1881 г. Карнеги начал реализовывать свои идеи. Закончил он тем, что построил 2811 библиотек, названных его именем, вложив в них около \$26 млн.» [1].

В России в конце XIX в. к элементам ответственности государства и бизнеса перед обществом можно отнести разработку рабочего законодательства, создание рабочих инспекций и комиссий, благотворительность и меценатство общественных организаций и отдельных промышленников, фабрикантов и купцов.

В 1914-1920 гг. американским промышленником Генри Фордом (1863-1947) в рамках реализации принципов социальной ответственности была осуществлена социальная программа, центральным пунктом которой было установление самой высокой в то время оплаты труда промышленных рабочих при соблюдении ими определенных условий, а также строительство малых предприятий в сельской местности [6. С.13].

В течение XX в. было написано множество трудов по теме корпоративной социальной ответственности. Основные положения КСО были сформулированы в США в 40-е – 50-е гг. XX в. Американские авторы были уверены, что бизнес превратился в мощную социальную силу, которая не имеет права быть свободной от ответственности перед обществом. Научный анализ вопросов КСО впервые сделал американский экономист Говард Ротманн Боуэн (1908-1989) в 1953 г. в своей работе «Social Responsibilities of the Businessman» («Социальная ответственность бизнесмена»). По мнению автора, бизнесмен сам должен стать моральным агентом, который не только учитывает общественные ценности, но и принимает непосредственное участие в их создании [5].

Немаловажное значение в разработку, исследование и практическое применение КСО внесла международная общественная организация «Римский клуб», созданная в 1968 г. итальянским промышленником Аурелио Печчеи (1908-1984), британским химиком и генеральным директором по вопросам науки Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР, создана в 1948 г.) Александром Кингом (1909-2007) и рядом представителей мировой политической, финансовой, культурной и научной элиты. Появилась новая концепция управления, которая получила название «концепция устойчивого развития» с ориентацией на заботу об окружающей среде, использование возобновляемых источников энергии и рациональное использование ресурсов.

В конце XX в. произошло объединение разрозненных элементов корпоративной политики, определявших деятельность компаний и их взаимодействие с внешней средой. Были пересмотрены принципы стратегического управления с учетом КСО. Исходя из этого

концепцию КСО включили в структуру менеджмента компаний в качестве элемента стратегического управления [12].

В настоящее время КСО активно интегрируется в систему корпоративного управления и рассматривается передовыми современными компаниями как основа конкурентного преимущества. «Современная система корпоративного управления строится на общепринятых ценностях: честность, открытость, непрерывный диалог с акционерами, со всеми внутренними и внешними стейкхолдерами, сотрудничество с обществом и т.п. Не стоит забывать и о принципах корпоративного управления, сформулированных Организацией экономического сотрудничества и развития (1999 г., 2004 г.) – справедливость, ответственность, прозрачность, подотчетность и др.» [4].

В российских экономических и деловых кругах, в бизнесе и предпринимательстве в сложившихся в настоящее время сложных социально-экономических и экологических обстоятельствах интерес к концепции КСО становится наиболее актуальным и предметным, и прежде всего, в сфере управления компаниями. Целью коммерческих организаций во все времена и тем более в настоящее время в их финансовой и хозяйственной деятельности в конкурентной борьбе является получение прибыли. В настоящее время в деятельности компаний одним из ведущих принципов становится организация социально ответственного бизнеса. Руководство компаний, нацеленных на успешность, результативность, конкурентоспособность и имидж, активно проводят политику привлечения и удержания высококвалифицированных сотрудников. Важным элементом корпоративного управления является проведение социально ответственной политики организаций, что преследует улучшение отношений между работодателями и сотрудниками, осуществление «привязки» персонала к данной организации, создание благоприятного климата внутри организации и соответственно в глазах общества и т.д.

Наиболее интересный опыт в этом отношении имеют организации банковского сектора, такие как Сбербанк, ВТБ, СКБ-банк и другие. Разрабатываются и публикуются Концепции социальной политики и Кодексы корпоративной этики банков, организуются курсы повышения квалификации сотрудников банков, создаются условия для научной и научно-исследовательской деятельности работников банков, принимаются специальные программы поддержки сотрудников банков, организуется оптимально продуктивное рабочее пространство офисов, разрабатываются программы корпоративного общения с целью создания эмоционально благоприятного климата в организации и т.д. В настоящее время компании наиболее приверженные идеям КСО, корпоративного управления и социально ответственной политики используют разнообразные формы проведения мероприятий, посвященных как деятельности самих компаний, проведению совместных праздников, так и простому общению сотрудников.

22 декабря 2016 г. российский региональный акционерный коммерческий банк содействия коммерции и бизнесу (СКБ-банк) создал дочернюю компанию в сфере информационных технологий в банковской деятельности – СКБ Лаб (SKB\_LAB).

К видам деятельности компании относятся:

- 1) научные исследования и разработки в области естественных и технических наук прочие, не включенные в другие группировки;
- 2) деятельность по созданию и использованию баз данных и информационных ресурсов;
- 3) деятельность по управлению компьютерным оборудованием;
- 4) разработка компьютерного программного обеспечения;
- 5) деятельность консультативная и работы в области компьютерных технологий;
- 6) деятельность, связанная с использованием вычислительной техники и информационных технологий [9].

Основной производственной целью компании стали разработка и применение инновационных, технологичных и функциональных решений на приоритетных направлениях

бизнеса, что в последнее время является одним из главных трендов российского рынка финансовых услуг.

Генеральный директор СКБ Лаб Александр Клепинин, раскрывая задачи компании, в то же время отмечает: «Но внедрение новых технологических решений и цифровизация каналов обслуживания не является для нас самоцелью. Занимаясь технологическим обеспечением работы банка, мы ставим на первое место не технологии, а клиентский сценарий, или как мы говорим, user story. Мы стараемся представить, как будет выглядеть продукт для конечного потребителя. И только потом подбираем тот набор технологий, который позволит реализовать задуманное» [11].

13 января 2022 г. в СКБ Лаб состоялось, как отмечалось в отзывах, «совершенно необычное мероприятие для бизнес организации». Компания пригласила родителей сотрудников на встречу-экскурсию («родительское собрание»). Встреча была организована благодаря подвижнической деятельности одного из руководителей СКБ Лаб, директора по персоналу Елены Пономаревой. По ее словам, эту идею она вынашивала в течение нескольких лет в поисках и беседах с сотрудниками, и все прошло «НЕ типично, НЕ привычно и НЕ понятно». Как говорит Елена Пономарева: «Понятно было одно, что, я не хотела бы свести формат к «родительскому собранию» или «отчетному концерту». Как и задумывалась, сначала мы провели родителей по самому офису, а уже после, засели в переговорку и за чаем/кофе очень долго все вместе обсуждали все вопросы, которые возникли» [8].

Об этой «неформатной» встрече родители писали искренние и пронизательные отзывы:

- отзыв 1: «Благодаря руководству компании эта неформатная встреча состоялась и сломала мои стереотипы. Это круто! Никогда ранее не слышала, чтобы где-то организовывали подобное «родительское собрание». Это ещё один показатель того, что СКБ ЛАБ во многом первопроходец. Очень интересно было увидеть, как и где работают сотрудники компании. Как продуманы рабочие места, зоны отдыха и другие помещения. Это безусловно, показывает заботу о сотрудниках»;
- отзыв 2: «Мне кажется, что такие встречи важны и нужны. Как для родителей с детьми (сколько бы лет им не было), так и для всей компании. Добрые человеческие отношения делают коллектив сильнее и результативнее»;
- отзыв 3: «Мероприятие было необычным, даже не думала, формат «пригласи маму с папой в офис» бывает у нас в России»;
- отзыв 4: «Такие встречи важны именно этим пониманием: компании важны ее сотрудники и она вкладывается в их профессиональное развитие. У вас присутствует некое направление семейственности, воспитываются общие интересы коллектива. А значит есть и заинтересованность именно в выращенных специалистах»;
- отзыв 5: «Я узнала много нового об СКБ Лаб, ее создании и философии. Масса позитивных эмоций и приятных впечатлений в особенности от корпоративной культуры и самой атмосферы вашего офиса»;
- отзыв 6: «Совершенно непривычно, что директор сидит рядом с вами. Не надо записываться к нему через секретаря и ждать неделями встречи. Понравилось, что офис мобильный, можно перемещаться между местами и командами»;
- отзыв 7: «Мне понравилось разговаривать про наших детей, и сравнивать их работу с тем, как работаем мы или работали еще раньше. Я поняла, что в компании естественно такое общение, когда можно высказываться всем. Активно и на равных. Такая непринужденная обстановка» [2].

Данный пример приведен в качестве иллюстрации социально ответственной политики компании, в результате чего были актуализированы уже сложившиеся корпоративные ценности и стали создаваться новые корпоративные традиции организации.

Современное бизнес-сообщество в России должно стремиться к устойчивому развитию компаний, которое отвечает интересам стейкхолдеров, соответствует общественным целям и

способствует достижению социального мира, безопасности и благополучия граждан, сохранению окружающей среды, соблюдению прав человека [3. С.234]. В настоящее время во многих странах, в том числе и в России необходимость повышения социальной ответственности бизнеса отмечается на самом высоком государственном уровне. Складывающиеся традиции социально ответственной политики компаний становятся важным фактором и инструментом их внутреннего управления и создания мотивированной деятельности сотрудников, что ведет к повышению стабильности, успешности и конкурентоспособности организаций.

#### Библиографический список

1. Благотворительная деятельность. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://studwood.net/1265334/istoriya/blagotvoritelnaya\\_deyatelnost](https://studwood.net/1265334/istoriya/blagotvoritelnaya_deyatelnost)
2. Впервые в Лаб. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pixwox.com/post/6827651022201952375629/>
3. Гриднева О.В. История развития и понятие корпоративной социальной ответственности // Пробелы в российском законодательстве. – 2017. – №2. – С. 234-236
4. Интеграция корпоративной социальной ответственности в систему корпоративного управления. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://bstudy.net/639782/ekonomika/integratsiya\\_korporativnoy\\_sotsialnoy\\_otvetstvennosti\\_si\\_stemu\\_korporativnogo\\_upravleniya](https://bstudy.net/639782/ekonomika/integratsiya_korporativnoy_sotsialnoy_otvetstvennosti_si_stemu_korporativnogo_upravleniya)
5. История КСО и теоретическая база. Разработанность вопроса за рубежом. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://studwood.net/500786/sotsiologiya/istoriya\\_teoreticheskaya\\_baza\\_razrobotannost\\_vopros\\_a\\_rubezhom](https://studwood.net/500786/sotsiologiya/istoriya_teoreticheskaya_baza_razrobotannost_vopros_a_rubezhom)
6. Корпоративная социальная ответственность: учебник / коллектив авторов; под ред. И.Ю. Беляевой, М.А. Эскиндарова. – М.: КНОРУС, 2016. – 320 с.
7. Корпоративная социальная ответственность: учеб. пособие для студентов направления 38.03.02 «Менеджмент» всех форм обучения / сост. И.В.Федченко: Сиб. гос. ун-т. науки и технологий – Красноярск, 2017. – 107 с.
8. Мы пригласили родителей // Дайджест №248. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://teletype.in/@skblab/boheE4q4kQY>
9. ООО «СКБ ЛАБ». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://checko.ru/company/skb-lab-1169658145381?>
10. Понятие и принципы корпоративной социальной ответственности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://spravochnick.ru/menedzhment\\_organizacii/korporativnaya\\_socialnaya\\_otvetstvennost\\_k\\_ompanii/elementy\\_korporativnoy\\_socialnoy\\_otvetstvennosti/](https://spravochnick.ru/menedzhment_organizacii/korporativnaya_socialnaya_otvetstvennost_k_ompanii/elementy_korporativnoy_socialnoy_otvetstvennosti/)
11. «Сопричастность оказалась ценной». Изнанка штаб-квартиры SKB\_LAB. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://www.dk.ru/news/soprichastnost-okazalas-tsennoy-iznanka-shtab-kvartiry-skb\\_lab-237083224](https://www.dk.ru/news/soprichastnost-okazalas-tsennoy-iznanka-shtab-kvartiry-skb_lab-237083224)
12. Теория и организация управления в рамках корпоративной социальной ответственности. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://referat.bookap.info/work/1253082/Teoriya-i-organizaciya-upravleniya>

УДК 338:22  
ГРНТИ 06.54.31

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗА  
СЧЁТ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В ТЕХНОЛОГИЮ ИЗДЕЛИЙ  
АО «ГРЦ ИМ. В. П. МАКЕЕВА»**

Миниханова Д. А., Лобанов В. С., Блохин М. А.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

minihanova\_dasha@mail.ru

В данной статье рассматривается модернизация конструкции сборочной единицы «тележка», которая предназначена для бескрановой перегрузки изделия. В ходе работы был предложен путь увеличения технологичности данной конструкции. Для доказательства целесообразности затрат на модернизацию был выполнен экономический расчёт.

*Ключевые слова:* экономика, экономическая эффективность, производство, технологичность, себестоимость.

**IMPROVING THE ECONOMIC EFFICIENCY OF PRODUCTION BY MAKING  
CHANGES TO THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF JSC MAKEYEV ROCKET  
DESIGN BUREAU" SMC (STATE MISSILE CENTRE) NAMED AFTER V. P. MAKEEV"**

Minikhanova D. A., Lobanov V. S., Blokhin M. A.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgornyy*

This article discusses the modernization of the design of the assembly unit "trolley", which is designed for crane-free reloading of the product. To increase the manufacturability of this design in the course of the work, a way was proposed. To prove the expediency of modernization costs, the economic calculation was performed.

*Keywords:* economics, economic efficiency, production, manufacturability, cost.

При транспортировке грузов ракетно-космического назначения используются специальное транспортное оборудование. Это оборудование предназначено для доставки специальных грузов с заводов-изготовителей на места эксплуатации, а также для перемещения этих грузов в пределах территории эксплуатирующей организации.

Сборочная единица «тележка» предназначена для бескрановой перегрузки изделия, которое перекачивается по рельсовым путям с одного агрегата на другой.

В процессе анализа конструкции сборочной единицы «тележка» были выявлены следующие проблемы:

- корпус тележки нетехнологичен, вследствие чего тележка имеет высокую себестоимость;
- прихват, ориентирующий изделие относительно рельсового пути, снижает надежность конструкции тележки.

Технологичность конструкции детали напрямую влияет на производительность труда, затраты времени на технологическую подготовку производства, изготовление, техническое обслуживание и ремонт изделия. От всего вышеперечисленного зависит себестоимость производства изделия. Поэтому для конструктора очень важно увеличивать технологичность конструкции разрабатываемой детали.



При качественной оценке технологичности детали анализируются следующие показатели:

- конструкция должна быть стандартной или состоять из стандартных и унифицированных элементов;
- для изготовления детали должны использоваться стандартные или унифицированные заготовки;
- точность размеров и шероховатость поверхностей должны быть оптимальными, обоснованными конструктивно и экономически;
- точность и шероховатость поверхностей должны обеспечивать требуемую точность установки, обработки и контроля;
- заготовку следует получать рациональным способом, т.е. с учетом объема выпуска и типа производства;
- должны обеспечиваться доступ к обрабатываемым поверхностям и возможность одновременной обработки нескольких заготовок;
- сопряжения поверхностей деталей различных квалитетов и шероховатости должны соответствовать методам и средствам обработки;
- конструкция детали должна обеспечивать возможность применения групповых, типовых и стандартных технологических процессов.

Чертеж сборочной единицы «корпус» представлен на рисунке 1.

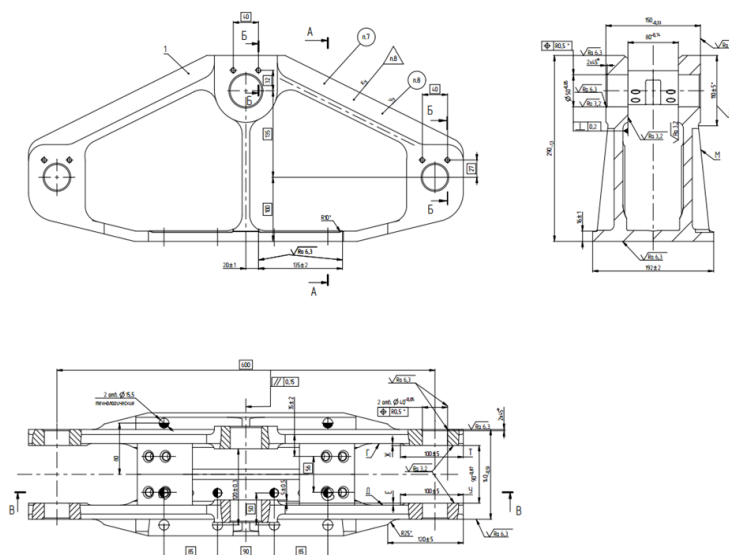


Рисунок 1 – Чертеж сборочной единицы «корпус»

Проведем анализ технологичности сборочной единицы «корпус» по приведенным выше параметрам:

- конструкция детали в составе своем имеет нестандартные элементы;
- для изготовления детали используется заготовка, выполненная методом штамповки, с большим количеством сложных нестандартных и неунифицированных поверхностей;
- с учетом объема выпуска и типа производства, метод получения заготовки нецелесообразен, т.к. несет большие экономические затраты на заготовительное производство.

Исходя из всего вышесказанного, следует вывод, что деталь «корпус» нетехнологична.

В результате модернизации сборочной единицы «Корпус» штампованная заготовка была заменена на несколько заготовок листового проката по ГОСТ 7350-77, которые после дальнейшей механической обработки свариваются между собой в единую конструкцию. Тем самым обеспечивается рациональность метода получения заготовок для производства

сборочной единицы «корпус», учитывая объем выпуска и характер производства данной конструкции, и возможность применения групповых, типовых и стандартных технологических процессов при изготовлении конструкции. Снизилось количество нестандартных и неунифицированных элементов.

Для доказательства целесообразности затрат на модернизацию был выполнен экономический расчёт. Для этого необходимо сравнить первоначальную себестоимость изготовления корпуса со стоимостью изготовления корпуса после модернизации.

Себестоимость изготовления одной крышки складывается из стоимости:

- материалы;
- электроэнергия;
- амортизация покупного оборудования;
- заработная плата рабочих с учётом страховых взносов;
- накладные расходы.

Себестоимость изготовления находится по формуле 1.

$$C = M + Э + A + З_{от} + СВ + НР, \quad (1)$$

где  $M$  – затраты на материалы, руб;

$Э$  – затраты на электроэнергию, руб;

$A$  – амортизация покупного оборудования, руб;

$З_{от}$  – заработная плата, руб;

$СВ$  – страховые взносы, руб;

$НР$  – сумма накладных расходов, руб.

Затраты на оплату труда работников при производстве одного корпуса составят 49783,2 рубля. Рассчитаем отчисления в фонд пенсионного страхования (22 %), фонд обязательного медицинского страхования (5,1 %) и фонд социального страхования (2,9 %) сопоставимо зарплате при производстве одного корпуса по следующей формуле:

$$СВ = З_{от} \cdot 0,3 \quad (2)$$

$$СВ = 49783,2 \cdot 0,3 = 14934,96 \text{ руб.}$$

Не связанные напрямую с основными производственными тратами, накладные расходы закладываются в себестоимость конечного продукта, увеличивая издержки его производства пропорционально сумме прямых затрат. Накладные расходы включают в себя довольно обширный перечень затратных статей, это могут быть расходы на обучение работников, служебные командировки, износ вспомогательного оборудования, организация работ на объекте и прочие расходы. Произведём расчёт по формуле 3.

$$НР = O_p \cdot 0,05 \quad (3)$$

$$НР = (25673,96 + 22750 + 49783,2 + 14934,96) \cdot 0,05 = 5657,11 \text{ руб.}$$

Полная себестоимость производства одной сборочной единицы «корпус» по элементам экономических затрат приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Себестоимость производства одной сборочной единицы «корпус тележки»

Наименование затрат	Стоимость затрат, руб
Материалы	25673,96
Электроэнергия	22750
Заработная плата	49783,2
Страховые взносы	14934,96
Накладные расходы	5657,11
Итого	118799,23

Сравнение технологичности сборочной единицы представлено на рисунке 2.

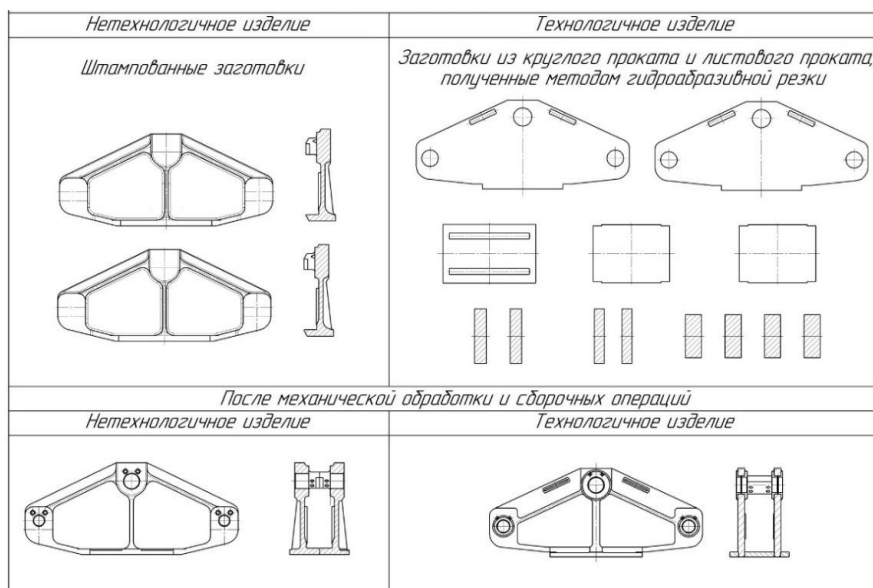


Рисунок 2 – Сравнение технологичности сборочной единицы «корпус»

Стоимость готовой сборочной единицы «корпус» до модернизации составляет 983500 рублей. Отсюда следует, что экономическая эффективность модернизации сборочной единицы «корпус» можно рассчитать по формуле 4.

$$e = \frac{C_n}{C_m} \cdot 100\% \quad (4)$$

где  $C_n$  – первоначальная стоимость изготовления корпуса, руб;

$C_m$  – стоимость изготовления модернизированного корпуса, руб.

$$e = \frac{983500}{118799,23} \cdot 100\% = 827,9\%$$

Такой высокой экономической эффективности удалось добиться благодаря замене штампованных заготовок для сборочной единицы «корпус», на заготовки, вырезанные из листового проката на установке для гидроабразивной резки и круглого проката.

Составим график экономической эффективности в расчете на 5 лет. График изображен на рисунке 2.

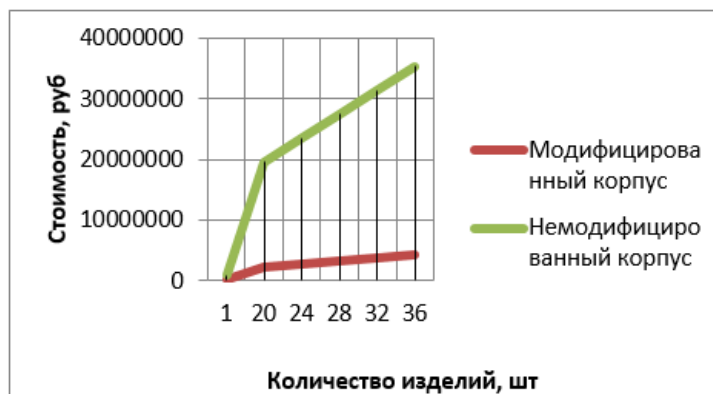


Рисунок 2 – График экономической эффективности в расчете на 5 лет

По согласованию с технологическим отделом АО «ГРЦ Макеева» себестоимость изготовления сборочной единицы «Корпус» снижается на 20% с повышением объема

производства на 20 изделий за счет введения в производственный процесс нового оборудования и приспособлений, увеличивающие производительность технологического процесса изготовления сборочной единицы «корпус».

#### Библиографический список

1. Арсенова, Е.В. Справочное пособие в схемах по "Экономике организаций (предприятий)". / Е.В. Арсенова, О.Г. Крюкова. – М.: Финансы и статистика, 2018. – 176 с.
2. Инновационный менеджмент и экономика организаций (предприятий). Практикум. – М.: Вузовский учебник, 2017. - 240 с.
3. Организация производства и менеджмент на машиностроительных предприятиях. Сборник задач. – М.: Высшая школа, 2019. - 216 с.
4. Петрова, В.И. Анализ хозяйственной деятельности машиностроительного предприятия / В.И. Петрова. – Л. Машиностроение; Издание 2-е, перераб. и доп., 2018. - 272 с.
5. Фокина, О. М. Практикум по экономике организации (предприятия) / О.М. Фокина, А.В. Соломка. – Москва: Высшая школа, 2017. - 272 с.

УДК 330.342.23  
ГРНТИ 06.71.03

### **БРЕСТ-ОД-300: ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ ИННОВАЦИЯМИ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ НОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УКЛАДА**

Степанов К. И., Нижегородов Д. С.

*Северский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Северск, Томская область*

kirill.koma@mail.ru

Все острее встает проблема нехватки ископаемых энергоресурсов. Возможности строительства новых гидроэлектростанций тоже весьма ограничены. Решением проблемы может стать активное развитие ядерной энергетики, одной из самых молодых и динамично развивающихся отраслей глобальной экономики.

*Ключевые слова:* перспектива, развитие, экономики, технический уклад, атомная промышленность, энергия.

### **BREST-OD-300: PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE ECONOMY BY INNOVATIONS OF THE NUCLEAR INDUSTRY IN THE TERMS OF THE NEW TECHNOLOGICAL WAY**

Stepanov K. I., Nizhegorodov D. S.

*STI NRNU MEPhI, Seversk*

The problem of shortage of fossil energy resources is becoming more and more acute. The possibilities of building new hydroelectric power plants are also very limited. The solution to the problem can be the active development of nuclear energy, one of the youngest and fastest growing sectors of the global economy.

*Keywords:* perspective, development, economy, technical structure, nuclear industry, energy.

БРЕСТ — разрабатывающийся в настоящее время в России проект реакторов на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем, двухконтурной схемой отвода тепла к турбине и закритическими параметрами пара. БРЕСТ – первая концепция, отвечающая совокупности требований крупномасштабной атомной энергетики по безопасности и экономике и направленная на решение задач устойчивого развития. [1, с. 23]

Экономическая эффективность от проекта «Прорыв» для региона эта более 1200 новых рабочих мест, на данный момент над проектом работают более 30 организаций. Атомная стройка гарантирует приток в регион молодых специалистов: выпускники престижных технических вузов и молодые ученые хотят принять участие в развитии столь инновационного проекта. Атомная энергетика – единственный реальный способ остановить рост добычи и сжигания углеводородного топлива и обеспечить основную долю прироста производства электроэнергии. Однако такая крупномасштабная ядерная энергетика окажется социально приемлемой только в том случае, если будет удовлетворять требованиям высокой безопасности и экономической конкурентоспособности. При этом она потребует создания новой ядерной технологии на основе быстрого реактора (БР) и его замкнутого топливного цикла. Целью проекта БРЕСТ-ОД-300 является демонстрация не только высоких физических и эксплуатационных характеристик, свойств естественной безопасности реактора данного типа, но и возможности его работы в замкнутом цикле в равновесном топливном режиме. [2, с. 324]

По утверждению Алексея Лихачева, первое, этот проект качественно улучшит экономику, на порядок; второе - более активно начнет использоваться природный уран, что фактически сведет к нулю радиоактивные отходы и создаст эквивалентный радиологический обмен с природой, оставляя ровно столько радиоактивности, сколько извлекли, добывая природный уран. Преимущества технологии: исключает аварии на АЭС, требующие эвакуации, а тем более отселения населения. Замыкает ядерный топливный цикл до полного использования энергетического потенциала уранового сырья. Приближает к радиационно-эквивалентному (по отношению к природному сырью) захоронению РАО. Технологически укрепляет режим нераспространения. В составе промышленных энергокомплексов обеспечивает конкурентоспособность ядерной энергетики в сравнении с электрогенерацией на органическом топливе при учете всех затрат как углеводородного, так и замкнутого ядерного топливного цикла. Первоначально проектировалась установка БРЕСТ, обеспечивавшая в составе энергоблока электрическую мощность 300 МВт, позже возник и проект с мощностью энергоблока 1200 МВт, однако на данный момент разработчики сосредоточили свои усилия на менее мощном БРЕСТ-ОД-300, в связи с отработкой большого количества новых в этой области конструктивных решений и планами опробования их на относительно небольшом и менее дорогом в реализации проекте. Важным достоинством является выбранная мощность 300 МВт (эл.) и 700 МВт (тепл.) это минимально необходимой для получения коэффициента воспроизводства топлива в активной зоне, равного единице. Еще одним достоинством можно считать полный контроль за использованием и нераспространением. Это означает, что переработка топлива будет состоять из добавления урана-238, добытого из конечных продуктов обогащения. Что повышает экономическую целесообразность использования реакторов типа «БН».

#### Библиографический список

1. Томас С. Б. Экономика атомной энергетики. – М: Ядерная энергия: миф и реальность, 2005. - 47 с.
2. Прохоров А.Н. Центры обработки данных. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: Альянс принт, 2021 – 417 с.



УДК 338:22  
ГРНТИ 06.54.31

**СНИЖЕНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ АО  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАКЕТНЫЙ ЦЕНТР ИМЕНИ АКАДЕМИКА В. П.  
МАКЕЕВА» ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Блохин М. А., Лобанов В. С.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

blohin-misha@mail.ru

В данной статье рассматривается снижение себестоимости производства продукции за счет внедрения новых конструкций, производится анализ технологичности сборочной единицы «крышка» в конструкции ТПК. Также модернизируется конструкция ТПК, изменяя технологию изготовления сборочной единицы «крышка».

*Ключевые слова:* экономика, экономическая эффективность, транспортно-пусковой контейнер, модернизация, себестоимость.

**THE REDUCTION OF THE PRODUCTION COST OF JSC MAKEYEV ROCKET  
DESIGN"STATE ROCKET CENTER NAMED AFTER ACADEMICIAN V. P. MAKEEV"  
DUE TO THE INTRODUCTION OF NEW DESIGNS**

Blokhin M. A., Lobanov V. S.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny*

This article discusses the production reduction cost due to the introduction of new designs, the analysis of the manufacturability of the assembly unit "lid" in the design of the TPC (transport and launch container). The design of the TPC is also being modernized, changing the manufacturing technology of the assembly unit "lid".

*Keywords:* economics, economic efficiency, transport and launch container, modernization, cost.

Транспортно-пусковой контейнер (ТПК) предназначен для обеспечения транспортировки ракеты по железным, шоссейным и грунтовым дорогам, перегрузки с одних транспортных средств на другие, установки агрегата, хранения, загрузки, пусковой установки и пуска ракеты.

Для предохранения от повреждения верхней плёночной крышки обтекателя и обеспечения влажностного режима в переходнике на период транспортировки и хранения на оба торца переходника устанавливаются транспортировочные крышки.

Установка транспортировочной крышки обеспечивается с помощью размещённых на торце корпуса переходника направляющих штырей и втулок со шпильками.

В ходе анализа конструкции была выявлена такая проблема – корпус крышки нетехнологичен, вследствие чего крышка имеет высокую себестоимость;

Сборочная единицы «Крышка», показанная на рисунке 1 и 2 имеет ряд конструктивных проблем.

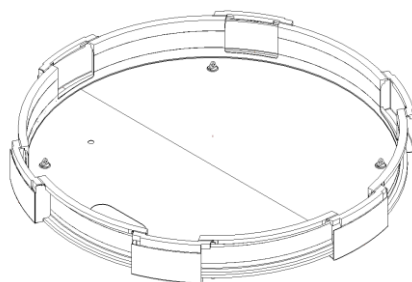


Рисунок 1 – Крышка до оптимизации (вид сверху)

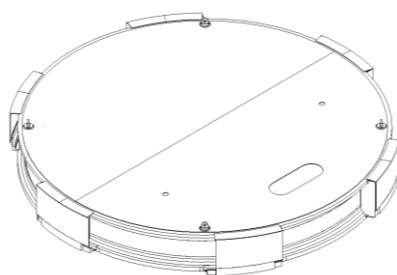


Рисунок 2 – Крышка до оптимизации (вид снизу)

Нижний шпангоут (рисунок 1) изготавливался путём механической обработки поковки из сплава АМгб.

Данный вариант нецелесообразен, т.к. на производстве нет соответствующей кузнечной оснастки, а её разработка и изготовление будет экономически невыгодно при малом годовом выпуске изделий. Для решения данной проблемы необходимо снизить габариты деталей и снизить припуски на дальнейшую механическую обработку. Было решено объединить две эти позиции в одну, а также изготовить верхний шпангоут из четырёх сварных частей.

В итоге всех преобразований, крышка выполнила свои главные требования по герметичности и весу. Итоговая масса крышки снизилась примерно на 100 кг. Центральная обечайка (рисунок 3) изготавливается из цельного листа АМгб большой длины.

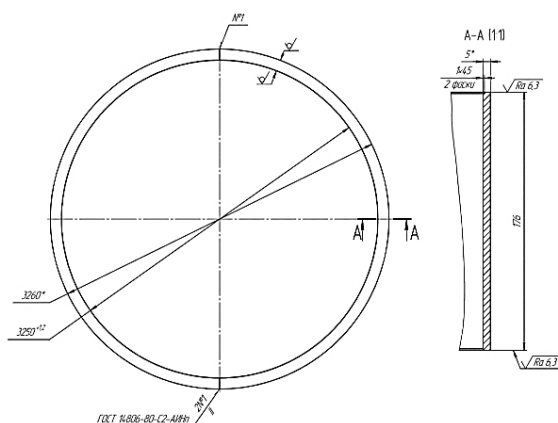


Рисунок 3 – Обечайка

Для решения этой проблемы, было принято решение сделать обечайку из 6 сегментов, сваренных с нижним элементом (днищем) и верхним (шпангоут).

Данный вариант избавляет нас от проблемы изготовления габаритной детали, а также пропадает необходимость дальнейшей механической обработки. На рисунке 4 показана обечайка после модернизации.

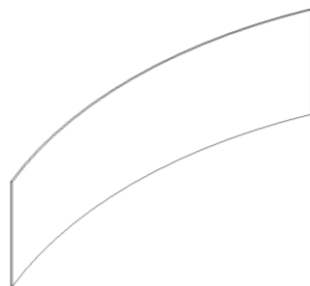


Рисунок 4 – Обечайка после оптимизации

Верхний шпангоут, показанный на рисунке 5, также изготавливается путём механической обработки поковки АМгб, что экономически нецелесообразно.

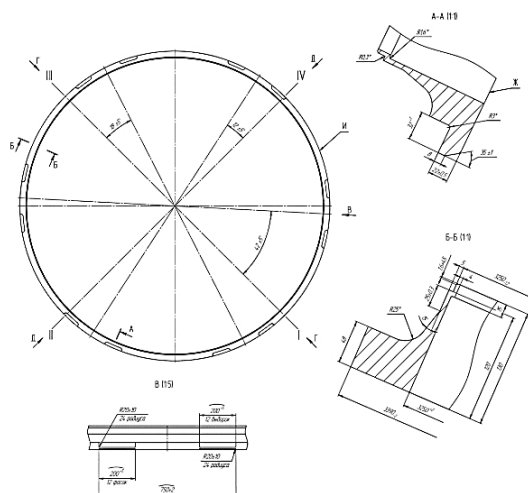


Рисунок 5 – Верхний шпангоут

Целью выполнения экономического расчёта является установление целесообразности затрат на модернизацию конструкции крышки. Для этого необходимо сравнить первоначальную себестоимость изготовления крышки со стоимостью изготовления крышки после модернизации.

Себестоимость изготовления находится по формуле

$$C = M + C_{уз} + Э + A + З_{от} + СВ + НР \quad (1)$$

где

$M$  – затраты на материалы, руб;

$C_{уз}$  – стоимость изготовления дополнительных узлов, руб;

$Э$  – затраты на электроэнергию, руб;

$A$  – амортизация покупного оборудования, руб;

$З_{от}$  – заработная плата, руб;

$СВ$  – страховые взносы, руб;

$НР$  – сумма накладных расходов, руб.

Затраты на материалы  $M$  определяются как сумма затрат на приобретение материалов для узлов крышки, которые непосредственно будут изготавливаться.

$$M = \sum M_i \quad (2)$$

Вычисление стоимости изготовления дополнительных узлов весьма сложная задача, для решения которой необходимо знать технологические процессы изготовления каждого узла, инструмент для обработки, используемое оборудование, начисления заработной платы работников и т.д.

Полная себестоимость выпуска 1 крышки по элементам экономических затрат приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Себестоимость производства 1 крышки

Наименование затрат	Стоимость затрат, руб
Материалы	310 336
Изготовление дополнительных узлов	250 000
Электроэнергия	32 500
Заработная плата	175 812
Страховые взносы	52 744
Накладные расходы	41 070
Итого	862 462

Стоимость готовой крышки до оптимизации составляет 13 000 000 рублей. Отсюда следует, что экономическая эффективность модернизированной крышки составит

$$e = \frac{C_n}{C_m} \cdot 100\% \quad (3)$$

где  $C_n$  – первоначальная стоимость изготовления крышки, руб;

$C_m$  – стоимость изготовления модернизированной крышки, руб.

$$e = \frac{13\,000\,000}{862\,462} = 15,07 \text{ или } 1507\%$$

Рассчитаем экономическую эффективность модернизации конструкции крышки в расчёте на 5 лет, отобразим это в таблице 2.

Таблица 2 – Экономический эффект модернизации конструкции крышки

Год	2021	2022	2023	2024	2025
Количество произведённых крышек	5	6	7	8	9
Себестоимость крышки после модернизации, руб	4 312 310	5 174 772	6 037 234	6 899 696	7 762 158
Себестоимость производства без модернизации, руб	65 000 000	78 000 000	91 000 000	104 000 000	117 000 000
Экономический эффект, руб	60 687 690	72 825 228	84 962 766	97 100 304	109 237 842
Суммарный эффект за 5 лет, руб					424 813 830

Составим график зависимости стоимости изделий от размера партии в расчёте на 5 лет. График показан на рисунке 6.

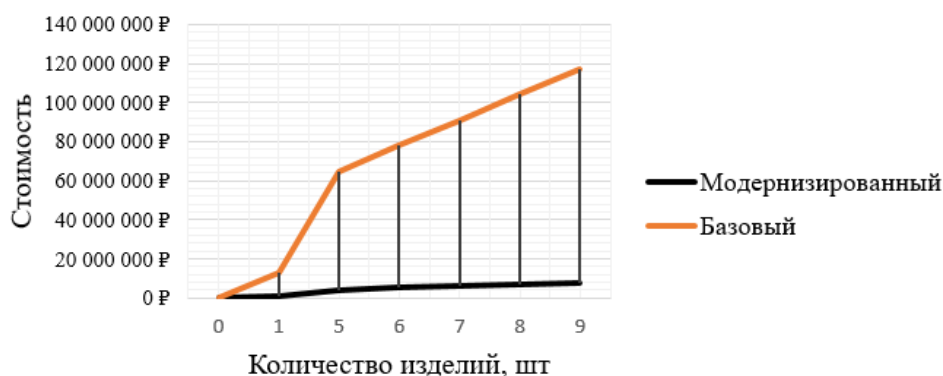


Рисунок 6 – График зависимости стоимости изделия от размера партии

Библиографический список

1. Ефимова О.В. Финансовый анализ: современный инструментарий для принятия экономических решений: учебник / О.В. Ефимова. — М.: Омега-Л, 2014. — 351 с.
2. Жарковская Е.П. Антикризисное управление: учебник / Е.П. Жарковская, Б.Е. Бродский, И.Б. Бродский. — М.: Омега-Л, 2011. - 467 с.
3. Иванов И.Н. Организация производства на промышленных предприятиях: учебник / И.Н. Иванов. — М.: ИНФРА-М, 2013. — 352 с.
4. Трубочкина М.И. Управление затратами предприятия [Текст]: учеб, пособие / М.И. Трубочкина. — М.: ИНФРА-М, 2014. — 319 с.
5. Филонов, И.П. Инновации в технологии машиностроения: Учебное пособие / И.П. Филонов, И.Л. Баршай. - Минск: Высшая школа, 2009. - 110 с.

УДК 658  
ГРНТИ 06.56.21

**ЗНАЧЕНИЕ АКСЕЛЕРАЦИИ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР И  
СУЩЕСТВУЮЩИЕ ПРОБЛЕМЫ**

Чернавских Е. Н.

*Уральский государственный экономический университет,  
г. Екатеринбург*

en\_en00@bk.ru

Государством начинает создаваться система акселерации. Основными проблемами акселерации являются нехватка потенциальных участников, пониженная результативность акселераторов, ограниченность информации. Ее ценность заключается в поддержке развития новых компаний и их рабочих мест, вариантов для инвестирования и получение прибыли. Требуется проверки этих и других научных положений и выработка решений проблем.

*Ключевые слова:* бизнес-акселератор, бизнес-акселерация, исследование акселерации, акселераторы, инфраструктура поддержки, комплексные услуги, система акселерации

**THE IMPORTANCE OF ACCELERATION OF BUSINESS STRUCTURES AND  
EXISTING PROBLEMS**

Chernavskih E. N.

*Ural State University of Economics, Ekaterinburg*

The state is starting to create an acceleration system. The main problems of acceleration are the lack of potential participants, the reduced effectiveness of accelerators, limited information. Its value lies in supporting the development of new companies and their jobs, options for investing and making a profit. It requires verification of these and other scientific provisions and the development of solutions to problems.

*Keywords:* business accelerator, business acceleration, acceleration research, accelerators, support infrastructure, integrated services, acceleration system



В Указе Президента России от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» и специализированном национальном проекте «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы» утверждена задача «создание системы акселерации субъектов малого и среднего предпринимательства». Для ее реализации утвержден федеральный проект «Акселерация субъектов малого и среднего предпринимательства». В рамках государственной программы «Экономическое развитие и инновационная экономика» на реализацию этого проекта из федерального бюджета запланировано потратить 50 641 241,7 тыс. рублей в 2022 году и 66 289 400,0 тыс. рублей в 2023 году [5]. Было утверждено понятие «комплексные услуги субъектам малого и среднего предпринимательства» как «предоставление субъектам малого и среднего предпринимательства двух и более связанных между собой услуг организаций, образующих инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства, ... направленных на акселерацию субъектов малого и среднего предпринимательства» [3]. Поэтому существует системный государственный запрос на построение в стране системы акселерации субъектов малого и среднего предпринимательства.

При этом нет точных оценок фактического количества акселераторов в России. По доступным предварительным данным общее количество акселераторов в стране по состоянию на 01.05.2018 составляло 103 единицы (по сведению специализированной Ассоциации Акселераторов и Бизнес-инкубаторов России [2]). В этих условиях актуализируется научная значимость развития и уточнения научных положений на российской практике для их обоснования, повышения надежности и глубины понимания.

Объектом исследования выбраны изученность значения и существующих проблем акселерации предпринимательских структур. Целью исследования является обобщение теоретических положений о значении акселерации предпринимательских структур и существующих проблем данного института.

Проведен поиск и анализ основных исследований акселерации. Проведя поиск научных источников, были выявлены основные исследования акселераторов. Проанализируем сложившуюся практику исследований. Согласно сложившейся международной экономической и исследовательской практике акселераторами считаются институты, основное назначение и специфика которых заключается в комплексе интенсивно оказываемых услуг для развития, проверки и масштабирования проектов предпринимательских структур в готовые к инвестициям бизнесы.

Наиболее типичным зарубежным и российским подходом к изучению акселераторов является анализ основных параметров акселератора. Например, Cohen S.L. исследует следующие характеристики выбранных акселераторов [7]:

- название;
- продолжительность программы (дополнительные условия: возможность начаться раньше; возможность остаться после окончания);
- расположение акселератора;
- количество предпринимательских структур, одновременно проходящих программу акселерации;
- количество наставников;
- конвертируемый займ (как способ первичного финансирования, когда инвесторы дают денежную ссуду участнику акселерации с правом в будущем поменять задолженность на долю в данной компании).

Ценность акселераторов для их основателей (почему создаются акселераторы). Интервью создателей и руководителей акселераторов, проведенное Christiansen J. [6] выявило следующие причины создания акселераторов для США и Европы:

- самая распространенная причина – создание экосистемы, представление, что поддержка предпринимателей в сообществе увеличит общее количество новых компаний, и,

возможно, рабочие места;

- получение прибыли: для формировавшегося зарубежного рынка акселерационных услуг традиционной нормой прибыли для бизнес-ангелов являлось десятикратная доходность за десять лет инвестиции (т.е. 25% внутренней нормы доходности, что в целом соответствует уровню риска для раннего этапа инвестирования);
- доступ основателей акселератора к наиболее выгодным сделкам для личного инвестирования (предпринимательские структуры проявляют к ним высокую лояльность);
- местное / региональное влияние: основатели акселератора, в случае его успешной работы, способны приобрести возможности сильного воздействия в своем сообществе, городе и регионе;
- возможность быть причастным к развитию предпринимательства: интерес и приверженность важности предпринимательства (новые технологии, решение проблем, инновации), включенность в преимущества этого процесса с минимизацией собственных рисков и проблем, характерных для начинающих предпринимателей (недостаток сна, дефицит денег, постоянный стресс и др.).

Выделяются следующие системные проблемы акселерации (одновременно со стороны спроса и предложения):

- нехватка потенциальных участников акселерации, способных эффективно за короткий срок развить свой проект в прибыльный бизнес [1];
- проблема пониженной результативности платных акселераторов (низкого вклада в развитие предпринимательских проектов) [4, с. 142-145];
- ограниченная доступность информации и проблемы коммуникации между акселераторами и предпринимательскими структурами.

Таким образом, в результате обобщения российской практики государственного регулирования акселерации обнаружено, что в 2018 году утверждена задача построения системы акселерации предпринимательских структур. С учетом существующего государственного запроса и выявленной значимости на акселерацию требует проверки точности существующих научных положений. Поэтому далее планируется проверить эти положения на данных российских акселераторов. В последующем будет предпринята попытка разработки программы сбора данных от акселераторов, с помощью которых можно проверить и уточнить ранее существующие положения. Ее целью может быть поиск ответа на следующие исследовательские вопросы:

1. Какой эффект дает акселератор муниципалитету базирования?

2. Сколько теряет муниципалитет из-за переезда предпринимателей, не получивших акселерацию в муниципалитете?

3. Какое ускорение дает акселератор предпринимательской структуре?

Получение данных знаний может быть полезно для развития научного подхода к восприятию важности акселерации.

#### Библиографический список

1. Исследование мирового и российского опыта развития корпоративных акселераторов//РБК. 2015. URL: <http://www.iip.ru/data/mediadb/1645/0000/0130/13023.pdf> (дата обращения: 24.03.2022).
2. Карта акселераторов и бизнес-инкубаторов РФ//Ассоциация Акселераторов и Бизнес-инкубаторов России. URL: <http://www.oneup.ru/analytics/innomap> (дата обращения: 27.03.2022).
3. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 26 марта 2021 года 142 «Об утверждении требований к реализации мероприятий, осуществляемых субъектами российской федерации, бюджетам которых предоставляются субсидии на государственную поддержку малого и среднего предпринимательства, а также физических

лиц, применяющих специальный налоговый режим "налог на профессиональный доход", в субъектах российской федерации, направленных на достижение целей, показателей и результатов региональных проектов, обеспечивающих достижение целей, показателей и результатов федеральных проектов, входящих в состав национального проекта "малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы", и требований к организациям, образующим инфраструктуру поддержки субъектов малого и среднего предпринимательства» // Официальный интернет-портал правовой информации. [Электронный ресурс] URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202105210015> (дата обращения: 24.03.2020).

4. Северцева А.С. Акселератор как механизм развития малых инновационных проектов в сфере образования: вып. квал. работа. – М.: 2017. – 152 с.
5. Федеральный закон от 08.12.2020 № 385-ФЗ "О федеральном бюджете на 2021 год и на плановый период 2022 и 2023 годов"//Консультант Плюс. URL: <https://clck.ru/ekDu4> (дата обращения: 24.03.2020).
6. Christiansen J. Copying y combinator. A framework for developing Seed Accelerator Programmes//University of Cambridge. 2009. URL: <https://inlnk.ru/Jj2mpV> (дата обращения: 11.03.2022).
7. Cohen S.L. How to accelerate learning: entrepreneurial ventures participating in accelerator programs. Dissertation of Doctor of Philosophy. University of North Carolina. Chapel Hill. 2013. 152 p.

**УДК 330.342.23**  
**ГРНТИ 06.71.03**

## **ПЕРСПЕКТИВЫ И ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛЬНОГО ФЛОТА РОССИИ**

Степанов К. И., Нижегородов Д. С.

*Северский технологический институт НИЯУ МИФИ,  
г. Северск, Томская область*

e-mail: skdota2@bk.ru

Россия обладает единственным в мире атомным ледокольным флотом, призванным на основе применения передовых ядерных достижений решать задачи обеспечения национального присутствия в Арктике. С его появлением началось настоящее освоение Крайнего Севера. Основными направлениями деятельности Росатомфлота являются: ледокольное обеспечение проводки судов в акватории Северного морского пути (СМП) в замерзающие порты РФ; обеспечение проведения высокоширотных научно-исследовательских экспедиций.

*Ключевые слова:* атомфлот, ледокол, Северный морской путь, грузооборот, социально-экономическое развитие, ядерные технологии.

---

## PROSPECTS AND ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE NUCLEAR ICEBREAKING FLEET OF RUSSIA

Stepanov K. I., Nizhegorodov D. S.

*STI NRNU MEPhI, Seversk*

Russia has the only nuclear icebreaker fleet in the world, designed to solve the tasks of ensuring a national presence in the Arctic based on the use of advanced nuclear achievements. With his appearance, the real development of the Far North began. The main activities of Rosatomflot are: icebreaking support of ships in the waters of the Northern Sea Route (NSR) to the freezing ports of the Russian Federation; provision of high-latitude scientific research expeditions

*Keywords:* atomflot, icebreaker, Northern Sea Route, cargo turnover, socio-economic development, nuclear technologies.

Открытие в арктических районах огромных минеральных богатств потребовало создания в Арктике надежной транспортной системы. Опыт работы морского транспорта в 1930-1940-х гг. однозначно показал, что для дальнейшего расширения сроков арктической навигации и успешного выполнения планов перевозок при любых ледовых условиях необходимо наличие в составе ледокольного флота более мощных ледоколов (вплоть до 50-60 Мвт).

Однако необходимо было учесть то обстоятельство, что работать таким ледоколам пришлось бы, главным образом, в мелководных прибрежных районах Северного Ледовитого океана и в устьях великих сибирских рек. Соединить требования ограничения осадки ледоколов и их высокую пропульсивную мощность удалось применением в качестве силовых ядерных энергетических установок (ЯЭУ).

Атомная отрасль России представляет собой мощный комплекс из 350 предприятий и организаций, в которых свыше 250 тыс. человек. В структуре отрасли – четыре крупных научно-производственных комплекса предприятия ядерного топливного цикла, атомного машиностроения, ядерного оружейного комплекса и отраслевые научно-исследовательские институты. Помимо этого, в состав Госкорпорации «Росатом» входит единственный в мире атомный ледокольный флот (ФГУП «Атомфлот»).

ФГУП «Атомфлот» находится в г. Мурманск. В порту данного города базируется атомный ледокольный флот - главное звено в обеспечении геополитических исследований России в Арктике. Доля области в общероссийских перевозках грузов морским транспортом составляет 14 %.

Сегодня основная работа Росатомфлота связана с обеспечением безопасности мореплавания и стабильной навигации, в том числе и транзитной, по Северному морскому пути. Транспортировка углеводородной и прочей продукции на рынки Азии и Европы по трассе СМП может служить реальной альтернативой существующим транспортным связям между странами Атлантического и Тихоокеанского бассейнов через Суэцкий и Панамский каналы. Она обеспечивает выигрыш во времени: например, расстояние от порта Мурманск до портов Японии через Северный морской путь составляет около 6 тыс. миль, а через Суэцкий канал – более 12 тыс. миль, соответственно, длительность транзита составляет, в зависимости от метеоусловий и ледовой обстановки, ориентировочно 18 и 37 дней. [1, с.33]

На данный момент план развития предусматривает три этапа. На первом этапе (2020–2024 годы) необходимо обеспечить ускоренное развитие западной части Северного морского пути (СМП). На втором этапе (2025–2030 годы) — организовать круглогодичное судоходство во всей акватории СМП. И на третьем этапе (до 2035 года) — сформировать конкурентоспособный международный и национальный транспортный коридор на базе СМП, а также для развития "АТОМФЛОТ" были разработаны мероприятия по строительству восьми

ледоколов проекта «Лидер» и продление ресурса трех действующих атомных ледоколов. [2, с.289]

В 2020 году грузооборот по Северному морскому составил 32,97 млн тонн, что почти на 1,5 млн тонн больше, чем в 2019 году - 31,5 млн тонн.

В современных условиях атомная энергетика - один из важнейших секторов экономики России. Динамичное развитие отрасли является одним из основных условий обеспечения энергонеависимости государства и стабильного роста экономики страны. В данном докладе подробно рассмотрены этапы развития данной подотрасли госкорпорации "РОСАТОМ", оценена перспектива экономической стратегии.

#### Библиографический список

1. Томас С. Б. Экономика атомной энергетик. – М: Ядерная энергия: миф и реальность, 2005.-47 с.
2. Прохоров А.Н. Центры обработки данных. Анализ, тренды, мировой опыт. М.: Альянс принт, 2021 – 417 с.

УДК 331.545  
ГРНТИ 06.81.23

### САМООБРАЗОВАНИЕ В ОБЕСПЕЧЕНИИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ БУДУЩЕГО СПЕЦИАЛИСТА

Корзников Н. И., Баранцев В. В.

*ГАПОУ СО «Екатеринбургский монтажный колледж»,  
г. Екатеринбург*

Концепция учения на протяжении всей жизни выступает неотъемлемым требованием обеспечения конкурентоспособности специалиста. Механизмом успешной реализации данной концепции является самообразование. Для самореализации человека в профессии важным становится определение направлений творческого поиска и способов решения практических задач познавательными средствами. Готовность к практической реализации данных средств закладывается еще в профессиональной школе.

*Ключевые слова:* конкурентоспособность, факторы конкурентоспособности, самообразование, профессиональная мобильность, функции управления, стадии самообразования.

### SELF-EDUCATION IN ENSURING PROFESSIONAL ACTIVITY COMPETITIVENESS OF THE FUTURE SPECIALIST

Korznikov N. I., Barantsev V. V.,

*Yekaterinburg Assembly College, Yekaterinburg*

The concept of lifelong learning is an essential requirement for ensuring the competitiveness of a specialist. The mechanism for the successful implementation of this concept is self-education. For the self-realization of a person in the profession, it becomes important to determine the directions



of creative search and ways to solve practical problems by cognitive means. The readiness for the practical implementation of these funds is laid down in the vocational school.

*Keywords:* competitiveness, factors of competitiveness, self-education, professional mobility, management functions, stages of self-education.

В условиях динамично развивающейся промышленности возрастает востребованность в выпускниках профессиональных школ, способных постоянно совершенствовать свою профессиональную готовность работать в условиях изменений. Осознание студентами СПО ответственности за решение профессиональных задач обуславливает формирование у них потребности в самообразовании. В условиях конкуренции самообразование следует рассматривать как обязательную и неукоснительную функцию целостного развития личности специалиста.

В экономической науке к факторам конкурентоспособности относят следующие ее составляющие: организационный, экономический, нормативно-правовой и технико-технологический. Все перечисленные факторы претерпевают изменения, связанные с научно-техническими и социокультурными изменениями в обществе и пр., что следует отнести к объективным, независимым от человека изменениям. Имеют место и изменения, касающиеся непосредственно жизни и деятельности конкретного специалиста: продвижение по службе, расширение сферы деятельности, смены предприятия и пр. С этих позиций целостный процесс обучения в системе СПО необходимо ориентировать на освоение умений и навыков самообразования, позволяющих осваивать и развивать соответствующие компетенции, активизировать факторы конкурентоспособности в профессиональном становлении.

Самообразование отдельными авторами трактуется как:

- процесс, ориентированный на самостоятельное получение знаний (И.И. Колбаско);
- целенаправленная систематическая познавательная деятельность по усовершенствованию имеющихся и приобретению новых образовательных и профессиональных знаний (В. А. Корвяков).
- самостоятельное изучение какой-либо дисциплины на основе интереса, осуществляемое посредством личного изучения и в личное время.

Самообразование студента – это добровольная деятельность, нацеленная на получение знаний в процессе самостоятельной работы без помощи преподавателя. Самообразование позволяет студентам обнаружить в себе познавательные способности, какие прежде не замечали и не знали. Данный вид деятельности невозможен, если у обучающихся не сформированы эмоционально-волевые качества и первоначальный опыт познавательной деятельности, отсутствует потребность в целенаправленном освоении нового как самостоятельного вида деятельности.

Процесс формирования потребности в самообразовании предполагает три стадии: репродуктивная, промежуточная, творческая.

На репродуктивной стадии самообразования студент не руководствуется тем, что самообразование важно и может помочь ему добиться больших успехов в профессиональной деятельности. У него не возникает мотивации систематически и регулярно заниматься самостоятельно, поскольку у него отсутствуют (или находятся в состоянии формирования) объекты познавательного интереса. На этой стадии не появляется устойчивой потребности получать знания самостоятельно. Самообразование, если и зарождается, то имеет стихийный характер, без чётких целей, системности и регулярности. На данной стадии студент выполняет задания, сформулированные преподавателем (и по содержанию, и по процессу его выполнения, и по объёму, и по форме представления).

Промежуточная стадия самообразования отражает выборочный характер самостоятельной познавательной деятельности и мотивирован готовностью будущего специалиста вкладывать определенные усилия, планировать время и изучать дополнительный

материал, однако целевые установки ограничены сиюминутными интересами (нравится) и не всегда определяются перспективами профессиональной самореализации в будущем.

На творческой стадии самообразования доминирующей выступает внутренняя потребность, которая обеспечивает готовность систематически и регулярно заниматься интеллектуальной деятельностью, расширять свои знания и получать удовлетворение от самого процесса познания. На этой стадии имеет место и творческое освоение инструментов познания, овладение интеллектуальными умениями и навыками (систематизация материала, освоение различных видов анализа, моделирование и пр.).

Самообразование студента это целенаправленная, систематическая познавательная деятельность, необходимая для формирования его готовности к профессиональной деятельности. Освоение интеллектуальных приемов и методов умственной деятельности способствует уже в студенческие годы при изучении различных предметов с учетом своих когнитивных (познавательных) способностей формировать собственный инструментарий, обслуживающий перечисленные выше факторы конкурентоспособности. На творческой стадии самообразования будущими специалистами решаются вопросы, связанные с организацией (самоорганизацией) профессиональной деятельности (управление временем, реализация функций управления – планирование, анализ и пр.). Экономический фактор конкурентоспособности находит отражение в самооценке себя как трудового ресурса и в построении перспектив самосовершенствования своих профессиональных данных, востребованных на рынке труда. Нормативно-правовой необходим в рамках осознания себя как субъекта правовых отношений, документальное составление своего портфолио, свидетельствующего приобретенных компетенциях и пр. Техничко-технологический аспект отражает перспективы освоения современных производственных и IT-технологий, владение программными ресурсами в рамках своей профессиональной деятельности.

Самообразование основывается на потребности в знаниях. Для развития умственной самостоятельности, как основы самообучения, человеку необходимо приобрести опыт осуществления функций преподавателя по отношению к самому себе: научиться анализировать, планировать, регулировать и оценивать собственную учебную деятельность. Основополагающими являются анализ и оценка самого процесса и результатов познавательной деятельности. Самоанализ и самооценка позволяют не только определять успешность своих действий, но и устанавливать собственные нераскрытые резервы, на которые необходимо будет направить усилия в будущем.

В процессе самообразовательной работы студент учится работать с научной литературой, приобретает умения критического отбора и анализа необходимой информации, формируется привычка самостоятельно мыслить, искать нужную информацию и не ждать готовых познавательных средств для решения поставленной задачи.

Способность к самостоятельной работе и тем более самообразованию предполагает помощь и рекомендации по организации данного вида деятельности со стороны преподавателей. С этих позиций объектами управления со стороны преподавателя выступают не только сам образовательный процесс как таковой, но и самостоятельная познавательная активность обучающегося в формате самообразования. Поддержкой данной идеи выступает новый закон в области образования (2012 г.), согласно которому значительно возрос объем часов на самостоятельную работу. Это связано с несколькими моментами:

- студентам необходимо усваивать большой объем профессиональных знаний, который невозможно вместить в лекционный курс;
- обучение в средней и высшей профессиональной школе смещается с теоретического на практический;
- современный рынок и компании хотят видеть практико-ориентированных специалистов, а не теоретиков;

- будущий специалист обязан разбираться в разных областях, чтобы соответствовать требованиям времени;
- самообразование увеличивает ценность полученных знаний и способность человека к постоянному учению.

Таким образом, способность достаточно быстро и успешно овладевать новой техникой и технологией, готовность к приобретению недостающих знаний и умений для обеспечения эффективности новой профессиональной деятельности, ориентация в профессиональных ситуациях, осознанная направленность на карьерный рост (включая и горизонтальный вид карьеры) основываются на профессиональной мобильности личности. Формирование и развитие данной мобильности может быть обеспечено в рамках самообразования как механизма достижения конкурентоспособности будущего специалиста.

#### Библиографический список

1. Вишневская Л. П. Формирование готовности личности педагога к самообразованию как научная проблема / Л. П. Вишневская, Г. В. Вишневская // Современные проблемы науки и образования. № 4. – 2013. – С. 156–158
2. Колбаско И. И. Учащимся о самообразовании / И. И. Колбаско.- Минск: Народная света.1975. - 157с.
3. Корвяков В. А. Самообразовательная деятельность студентов / В. А. Корвяков // Вестник ОГУ. - Оренбург, 2003. - №7.
4. Мищенко В. А. Самообразование студентов как фактор повышения профессиональной мобильности / В. А. Мищенко // Научно-исследовательская работа СПО, №2. – 2011. – С. 40 – 43.

УДК 658.3  
ГРНТИ 82.05.21

### ТРАНСАКЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И АНАЛИЗ ЗРЕЛОСТИ ЛИЧНОСТИ В ТЕОРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Корзников А. Н., Пастухова К. Э.

*ГАПОУ СО «Екатеринбургский монтажный колледж»,  
г. Екатеринбург*

Проблема технологии принятия решений остается актуальной в условиях невероятно быстрых изменений: решений принимается все больше в ущерб их качеству. Одним из вариантов анализа принимаемых решений и основой для построения стратегии развития организации является концепция транзакционного анализа психолога Э. Л. Берна. В ее основе заложен контакт лица, принимающего решение с окружающей средой. Принимаемое решение обусловлено одним из трех состояний своего «Я», в котором находится человек: Я-родитель, Я-взрослый и Я-ребёнок. Регулярное использование данной концепции обеспечивает понимание реальных оснований для принятия решений окружающими.

Ключевые слова: транзакционный анализ; зрелость человека; эго-состояния личности человека; Я-родитель, Я-взрослый и Я-ребёнок; лица, принимающего решение (ЛПР).

## TRANSACTIONAL ANALYSIS AND PERSONALITY MATURITY ANALYSIS IN DECISION THEORY

Korznikov A. N., Pastukhova K. E.

*Yekaterinburg Assembly College, Yekaterinburg*

The problem of decision technology remains relevant in an environment of incredibly rapid change: decisions are being made more and more at the expense of their quality. One of the options for analyzing decisions made and the basis for building an organization's development strategy is the concept of transactional analysis by psychologist E. L. Bern. It is based on the contact of the decision maker with the environment. The decision to be made is determined by one of the three states of one's "I" in which a person is: I am a parent, I am an adult and I am a child. Regular use of this concept provides an understanding of the real reasons for decision-making by others.

**Keywords:** transactional analysis; human maturity; ego-state of a person's personality; I am a parent, I am an adult and I am a child; decision maker.

В современных динамично меняющихся условиях человек все больше сталкивается с проблемой самостоятельного анализа ситуации – социокультурной, экономической, международной, технологической и т. п. Готовые решения, не отражающие всю полноту реальных интересов и возможностей, часто лежащие на поверхности, подвергают угрозе как личный успех, так и перспективы развития целого предприятия. В этих условиях усвоение технологии принятия решений становится важнейшей составляющей в развитии мышления будущего специалиста. Одной из таких технологий является транзакционный анализ.

Написание транзакция или транзакция зависит от значения слова. Для более детального рассмотрения сущности данного понятия необходимо обратить внимание на разные варианты перевода слова. Trans (от англ.) – обозначает движение от чего-то к чему-либо; action (от англ.) – действие.

Транзакция (англ. transaction, от лат. transactio – соглашение, договор) – минимальная логически осмысленная операция, которая имеет смысл и может быть совершена только полностью.

В психологии транзакция – единица общения между двумя людьми, коммуникативный факт, наиболее активно используется в отдельных отраслях психологии ( ... ). Транзакция в физике – ключевое понятие при транзакционной интерпретации явлений квантовой механики.

Понятие транзакционный анализ (ТА) в научной литературе имеет следующие возможные модификации: транзакционный анализ, транзактный анализ, транзактивный анализ. Сам транзакционный анализ представляет собой психологическую модель, служащую для описания и анализа как индивидуального поведения человека, так и его поведения в составе группы. Концепция ТА была предложена в 60-е годы прошлого века американским психиатром Эриком Леннардом Берном. По его мнению, вступая в контакт с окружающей средой, человек находится в одном из трех состояний своего «Я»: Я-родитель, Я-взрослый и Я-ребёнок.

- Эго-состояние Родителя (Р) содержит установки и поведение, которые переняты извне и, в первую очередь, — от родителей. Внешне они часто выражаются в предубеждениях, критическом и заботливом поведении по отношению к другим. Внутренне переживаются как старые родительские наказы, которые продолжают влиять на нашего внутреннего Ребёнка.
- Эго-состояние Взрослого (В) не зависит от возраста личности. Оно ориентировано на восприятие текущей реальности и на получение объективной информации. Данное состояние является организованным, хорошо приспособленным, находчивым и действует на основе изучения реальных событий, имеют место оценивание своих возможностей и спокойный расчет.

- Эго-состояние Ребёнка (Ре) содержит все побуждения, которые возникают у ребёнка естественным образом. Это состояние содержит запись ранних детских переживаний, реакций и позиций того времени, в отношении себя и других. Это есть отражение старого (архаичного) поведения в детстве. Эго-состояние Ребёнка одновременно отвечает и за творческие проявления личности.

Утверждается, что большая детализация отмеченных состояний своего «Я» не выделяет дополнительных качественно новых характеристик, а лишь уточняет их (Р-В-Ре) в формате фокусирования внимания и уточнения. Именно данную особенность необходимо учитывать при анализе реальных ситуаций и принятии решений.

Концепция ТА-технологии создает возможность для анализа как своих, так и внешних решений (смыслов), на предмет того, под воздействием каких эго-влияний эти решения принимаются. Будучи существом глубоко социальным, стремясь к удовлетворению собственных потребностей, человек не всегда может руководствоваться, например, экономическими выгодами и/или рациональным поведением. Отсюда выступает более широкий спектр возможностей к взаимодействию и, в конечном итоге, к достижению (повышению) качества принимаемых решений. Четкое понимание условий, под воздействием которых формируется решение, позволит избежать ситуации, когда решение принимается с целью, например, популяризации автора и т. п.

Э. Л. Берна называет анализ личности с точки зрения эго-состояний (ребенка, взрослого, родителя) – структурным анализом, а анализ единичной транзакции – транзакционным анализом. Данный вид анализа позволяет определить состояние «Я», которое порождает стимул. (Стимул от лат. stimulus – палка погонщика слонов или острый металлический наконечник на шесте, которым погоняют буйвола, быка, запряженного в повозку – сильный побудительный момент; внутренний или внешний фактор, вызывающий реакцию, действие).

Другими словами, транзакционный анализ дает возможность разобраться, под воздействием чего (какого «Я») мы генерируем решение (реакцию) и, как следствие, под влиянием какого «Я» (осознаем содержание стимула) это решение принимаем.

По мнению Э. Л. Берна, в этой системе нет места для незрелых личностей. «Есть лишь люди, в которых ребенок нехотит и неумело берет на себя управление, но у таких людей есть полноценная и развитая сущность взрослого. Задача в том, чтобы обозначить его и включить в процесс жизнедеятельности. В свою очередь, ... зрелые люди – это те, кто способен большую часть времени находиться под влиянием внутреннего взрослого, но и у них, порой, контроль над ситуацией берет ребенок, приводя к совершенно непредсказуемым последствиям [1, с. 18].

В Российской литературе можно найти ряд исследований, которые разделяют взгляды Э. Л. Берна, расширяя и дополняя его концепцию. В. Шейнов заметил, что «в любой ситуации, в той или иной степени, проявляется каждое из трех состояний. Искусство состоит в том, чтобы правильно определить решающее из них, в соответствии с которым действует человек. Знание этой позиции позволяет предвидеть поведение лица, принимающего решение (ЛПР), и скрыто управлять им посредством введения его в соответствующую позицию» [3, с. 399].

В трудах Дж. Стивенса отмечено, что даже тот, кто достиг уровня взрослого человека, по какой-то причине может снова сместиться на более низкий, уже пройденный им путь [2, с. 80]. И, если соответствующие условия жизни взрослого человека (ответственность, семья и т. д.) имеют место быть, то вероятность вернуть себе утраченные позиции сохраняется.

Используя на практике теорию Э. Л. Берна, важно понимать, что в силу обстоятельств (возраст, занимаемая должность, социальный статус и т. д.) человек может лишь имитировать и играть в состояние взрослого, опираясь на знание традиций, примеров поведения и принятых норм, демонстрируя правильную реакцию на те или иные воздействия. Именно в поиске истинного состояния, влияющего на появление стимула к действию, и заключается сложность транзакционного анализа принятия решений.

Индивидуальный характер ответственности начинается с самого человека и глубины его самоанализа реальных итогов по факту принятых и принимаемых решений. Именно в



природе стимула заложено единство сущности (истинного «Я») и бытия (действия). Постоянный учет уровня зрелости личности человека, его поведения в сложных конфликтных и противоречивых ситуациях, предполагают постоянно разгадывание и выявление стимула и реакции лица, принимающего решение, переводя их на язык транзакций. Это позволяет предопределить решение и спланировать свое следующее действие.

Ориентируясь на уровень зрелости личности как своей, так и лица, принимающего решение, становится проще понять, под влиянием каких «Я» они действуют (взаимодействуют) в той или иной ситуации.

#### Библиографический список

1. Берн Э. Л. Игры, в которые играют люди. Психология человеческих взаимоотношений. Люди, которые играют в игры, или Вы сказали «здравствуйте». Что дальше? Психология человеческой судьбы / Э. Л. Берн. – Екатеринбург: ЛИТУР, 2019.
2. Стивенс Дж. Приручи своих драконов (как обратить свои недостатки в достоинства) / Дж. Стивенс. – СПб: Питер Пресс, 2018.
3. Шейнов В. П. Скрытое управление человеком (психология манипулирования) / В. П. Шейнов. – Мн.: Харвест, М.: АСТ, 2019.

# ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

УДК 373.51  
ГРНТИ 14.25.09

## РАЗВИТИЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПОСРЕДСТВОМ ФОРМИРОВАНИЕ ЧИТАТЕЛЬСКОЙ ГРАМОТНОСТИ НА УРОКАХ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА

Войтко С. А., Теличко А. В.

*МБОУ «Лицей №39»,  
г. Озёрск, Челябинская область*

voitkosa@mail.ru, annatelichko@yandex.ru

В данной статье рассматриваются приемы работы с текстом на русском и иностранном языках в целях развития эмоционального интеллекта обучающихся на уроках литературы и иностранного языка при формировании читательской грамотности.

*Ключевые слова:* эмоциональный интеллект, функциональная грамотность, читательская грамотность, Федеральный государственный образовательный стандарт, приемы работы с текстом.

## THE DEVELOPMENT OF THE STUDENTS' EMOTIONAL INTELLIGENCE THROUGH THE FORMATION OF READING LITERACY AT THE LESSONS OF LITERATURE AND FOREIGN LANGUAGE

Voytko S. A., Telichko A. V.

*MBOU "Lyceum №39", Ozersk*

In this article we consider the ways of working with Russian and English texts in order to develop the students' emotional intelligence at the lessons of Literature and Foreign language while forming the reading literacy.

*Keywords:* emotional intelligence, functional literacy, reading literacy, Federal state educational standard, ways of working with texts.

Приоритетной целью государственной образовательной политики является вхождение Российской Федерации в десятку лидеров стран по качеству общего образования. В 2021 году был утвержден новый Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС ООО), который не только уточнил вклад каждого предмета в достижение метапредметных планируемых результатов, но и поставил задачу перехода от формирования отдельных метапредметных результатов к формированию их целостной системы, то есть функциональной грамотности обучающихся.

В современной системе образования под функциональной грамотностью подразумевают выработанную в процессе учебной и практической деятельности способность к компетентному и эффективному действию, умение находить оптимальные способы решения проблем, возникающих в ходе практической деятельности, и воплощать найденные решения.

В качестве основных составляющих функциональной грамотности выделяются: математическая, читательская, естественнонаучная, финансовая грамотности, глобальные компетенции и креативное мышление. Главной характеристикой каждой составляющей

является способность действовать и взаимодействовать с окружающим миром, решая при этом разнообразные задачи.

Однако именно читательская грамотность, то есть способность человека понимать, использовать, оценивать тексты, размышлять о них и заниматься чтением для того, чтобы достигать своих целей, расширять свои знания и возможности, участвовать в социальной жизни, является центральным показателем успешности системы образования.

В десятку важнейших компетенций 21 века согласно исследованию Всемирного экономического форума входит эмоциональный интеллект, который также является частью требований обновленного ФГОС ООО.

Согласно концепции Д. Гоулмана эмоциональный интеллект — это умение управлять собой и понимать себя, а также управлять отношениями с другими людьми, включая способность к проникательности и социальной чуткости. Социальную чуткость можно определить как умение сопереживать, или эмпатию. Эмпатия зиждется на самоосознании: чем больше мы поддаемся собственным эмоциям, тем с большим знанием дела будем прочитывать чувства других людей. Выделяют четыре элемента эмпатии:

- видеть мир глазами другого человека;
- понимать его чувства;
- позволять просто быть без суждения;
- выражать понимание словами или действиями.

Чтобы развивать составляющие эмоционального интеллекта, прежде всего, необходимо научиться называть эмоции — свои и другого человека — словом. А это не так легко, как может показаться на первый взгляд. Эмоциональный словарь современных школьников зачастую отличается бедностью, отсутствием точности и разнообразия.

Формированию эмоционального интеллекта могут способствовать уроки литературы как искусства слова и одновременно школы чувств. Логика преподавания «От текста — к смыслу» на примерах небольших рассказов современных авторов решает задачу мотивировать обучающихся осмысленно читать и оценивать произведения, т.е. формировать читательскую грамотность, культуру читательского восприятия и понимания художественных текстов. Авторы новейших рассказов предлагают опыт переживания актуальных ситуаций и размышления над теми же проблемами, с которыми сталкиваются подростки в реальной жизни.

Рассмотрим развитие эмоционального интеллекта обучающихся в рамках формирования читательской грамотности на примере изучения рассказа Сергея Махотина «Вор» на уроке литературы в 6 классе «Большие тайны небольшого рассказа».

Сначала обучающимся предлагается мотивационное домашнее задание «Сочиняем рассказ сами». Базовой идеей является попытка самостоятельно сочинить небольшой рассказ, которая становится неожиданным опытом осмысления внутренних связей художественного текста. Возникает и проблемный вопрос: почему в маленьком рассказе умещается много смысла? Целями выполнения данного задания являются формирование у обучающихся умений:

1. выделять канву сюжета рассказа, его композиционное строение и отличать важные элементы текста от второстепенных;
2. определять характер отношений героев, палитру чувств и средства их выражения, роль художественных деталей и других значимых элементов текста в структуре художественного целого и интерпретировать текст;
3. выводить черты жанра рассказа из наблюдения, сопоставления, анализа текста;
4. различать способы организации повествования в рассказах отечественных и зарубежных авторов;
5. устанавливать смысловые связи между целым текстом и названием, элементами хронотопа, субъектной организацией повествования;
6. определять специфику жанра рассказа;

7. создавать свой цифровой рассказ или рассказ по картине.

Поставленные цели выполнения данного задания можно считать достигнутыми, если обучающийся может:

1. выделять смысловые части рассказа и объяснять их роль в тексте;
2. понять отношения героев и отношение к ним автора, могу объяснить, в чём заключается смысл рассказа;
3. определить, как строится рассказ и найти его особенные черты (если рассказ юмористический, фантастический и т. д.).
4. определить, рассказывается ли история от лица рассказчика или повествователя и какое значение это имеет;
5. понять смысл целого рассказа и роль в нём заглавия, места, времени, художественных деталей, точки зрения автора;
6. определить рассказ как юмористический, фантастический, рождественский, лирический;
7. сочинить собственный короткий рассказ, учитывая законы жанра.

Сначала обучающиеся выбирают жанр своего рассказа (юмористический, реалистический, фантастический, хоррор, «ужастик»), который определяет дальнейшее развитие сюжета, описание интерьера, пейзажа, действий героев, их эмоций и переживаний. Затем сочиняют начало рассказа, определяют, какая сцена будет в нём центральной, завершают рассказ одним предложением — так, чтобы читателю было о чём задуматься, чтобы у него возникли вопросы к самому себе и к автору.

На следующем уроке обучающимся предлагается для чтения рассказ С. Махотина «Вор». В нём ситуация та же, что была предложена в мотивирующем задании «Сочиняем рассказ сами». Обучающиеся размышляют над следующими вопросами:

- Как развиваются события в тексте и чем завершается повествование?
- К какому жанру относится рассказ?
- Как бы вы сформулировали главную мысль рассказа одним предложением?

Следующий этап урока — изучение правил создания рассказа, деление текста на смысловые части и определение элементов композиции:

- разделите весь текст на части по таким признакам: в новой части появляется новый герой, или меняется время действия/место действия, или происходит смена действия;
- закрасьте каждую часть текста понравившимся цветом, который должен отражать эмоции и настроение данного отрывка;
- озаглавьте каждый отрезок с учётом того, что поменялось: герой, время, место или действие. Затем запишите заголовки частей в виде цепочки;
- В какой части рассказа происходит ключевое событие (сцена)? Почему вы так думаете? Подсказка: ключевое событие может изменить судьбу героев; оно может сопровождаться очень сильными чувствами. Обсудите это в парах: обменяйтесь идеями, сравните, насколько они убедительны;
- А теперь посмотри на размеченный разными цветами рассказ «Вор» и соотнеси каждую его часть с той ролью, которую она играет в целом тексте, и назови её цвет.

Пример ответа обучающегося:

Экспозиция: семейные неприятности, унылый завтрак, общее настроение героев — скука, тревога, уныние, поэтому цвет фрагмента серый.

Затем находим главное событие рассказа «Вор». Подсказка: ключевое событие может изменить судьбу героев; оно может сопровождаться очень сильными чувствами. Обсудите это в парах: обменяйтесь идеями, сравните, насколько они убедительны.

Это сцена, когда у вора получилось не украсть пирожок, а взять просто так. Все захлопали, вор радовался, а все обстоятельства изменились — вор перестал красть и начал продавать пирожки, папу снова взяли на работу, потому что нашёлся отчёт, а Вадик

выздоровел. То есть после этой сцены поменялась жизнь у всех героев. Это высшая точка развития действия – кульминация.

– Так ради чего был написан рассказ? Сформулируй его главную мысль одним предложением.

Возможная формулировка главной мысли: доброта творит чудеса.

– Что же такое по-настоящему хорошая литература? Почему в маленьком рассказе умещается много смысла?

На уроках иностранного языка развитие эмоционального интеллекта возможно при работе с иноязычным текстом. В 8 классе в разделе «Читаем с удовольствием» обучающимся предлагается отрывок из книги E. Lutzeier “Lost for words”.

В качестве мотивационного домашнего задания обучающимся предлагается поработать с текстом, выписать новые слова, понять его содержание. В целях развития лексических навыков обучающимся дается задание выписать из текста слова, обозначающие эмоции и эмоциональное состояние героев рассказа.

На уроке понимание содержания текста обучающимися сначала проверяется вопросами к тексту. Обязательно включение в список вопросов, содержащих информацию об эмоциональном состоянии героев в тот или иной момент развития сюжета (What did the character feel when...?).

Далее обучающиеся зачитывают слова, обозначающие эмоции, которые были выписаны дома, а остальные пытаются угадать, кого из героев можно описать этим словом.

Следующее задание предполагает проигрывание ролевой разговорной ситуации, в которой один обучающийся выступает в качестве ребенка, и обсуждает с другими обучающимися в роли родителей свое желание стать врачом. Одному из родителей нравится идея ребенка, а другому — нет. Обучающиеся сами решают, как ситуация будет развиваться дальше. В ходе проигрывания ситуации остальным обучающимся необходимо оценить эмоциональное состояние героев, подобрать подходящую лексику для его описания. Такие сюжетно-ролевые ситуации всегда дают обучающимся возможность для личностного роста.

Работа с текстом завершается в классе групповой дискуссией, которая является эффективной формой работы, позволяющей совместить эффективное обучение иностранному языку с развитием различных составляющих эмоционального интеллекта. Такое задание позволяет обучающимся развивать лексические навыки и речевые умения, способность открыто выражать свои эмоции, навыки активного слушания, а также повышать их самооценку. В качестве вопросов-стимулов обучающимся предлагаются следующие:

1. Согласны ли вы, что если человек очень старается, он всегда получает желаемое? Почему?

2. Какими качествам должен обладать человек, чтобы стать хорошим врачом? Могли бы вы стать врачом? Почему?

Для домашней работы обучающимся можно предложить одно из заданий на выбор:

1. Составьте рассказ о том, что произошло с Айшей в течение следующих 5 лет (сторителлинг – это эффективный интерактивный прием, где в дополнение к закреплению грамматических знаний, расширению языкового репертуара и отработки навыков разговорной речи, обучающиеся имеют возможность проявить свое творчество, эмоционально раскрасить свою историю).

2. Подбери музыкальные композиции, которые могли бы быть использованы в фильме, снятом по данной книге. Опишите подобранную музыку, используя новую лексику. К каким моментам истории подходят найденные мелодии. Какие эмоции они выражают?

3. Напишите небольшое эссе и поделитесь своими впечатлениями о рассказе (чувства, которые он вызвал, отношение к героям, мысли и вопросы, которые возникали у вас в процессе чтения), выскажитесь о том, как вы понимаете намерение автора и смысл рассказа.

Таким образом, тщательная, вдумчивая, неторопливая работа с текстом, а также решение проблемных задач, выходящих за пределы учебных ситуаций, и не похожих на те



задачи, в ходе которых приобретались и отрабатывались знания и умения, формируют читательскую грамотность обучающихся, которая, в свою очередь, способствует пониманию эмоций, переживаний, мотивов героев произведений, то есть развитию эмоционального интеллекта обучающихся.

#### Библиографический список

1. Гордиенко Л. Л., Свирина Н. М. Большие тайны небольшого рассказа. – URL: <https://newschool.sberclass.ru/materials/modules/edit/13451?tabId=meta> (дата обращения: 12.03.2022).
2. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. Почему он может значить больше, чем IQ. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2022. – 512 с.
3. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования. – URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (дата обращения: 05.03.2022).
4. Функциональная грамотность школьников: проблемы и эффективные практики: сборник материалов. – Краснодар: ГБОУ ИРО Краснодарского края, 2021. – 192 с.

**УДК 53**

**ГРНТИ 14.35.07**

### **РАЗВИТИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ КУРСА ФИЗИКИ В ВУЗЕ**

Зубова Н. В.

*Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ),  
г. Москва*

na448@yandex.ru

В статье рассматривается пример решения задачи курса «Физика макросистем» способствующей развитию критического мышления у студентов вузов. Указаны этапы и виды мыслительной деятельности, осуществляемые учащимися в решении физической задачи.

*Ключевые слова:* критическое мышление, мыслительная деятельность, решение задач, физика, ВУЗ.

### **DEVELOPMENT OF CRITICAL THINKING IN SOLVING PHYSICS PROBLEMS AT THE UNIVERSITY COURSE**

Zubova N. V.

*K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management  
(The First Cossack University), Moscow*

The article considers an example of solving a problem from "Physics of macrosystems" course that contributes to the development of critical thinking among university students. The stages and types of students' mental activity while solving a physical problem are indicated.

*Keywords:* critical thinking, mental activity, problem solving, physics, university.

Мыслительная деятельность человека является формой отражения естественнонаучной картины мира, условием успешного познания и активного преобразования действительности. Трудно назвать область деятельности человека, где бы мышление ни играло существенной роли. Профессиональная сфера жизнедеятельности предъявляет высокие требования к выпускнику вуза, которые могут быть достигнуты хорошо развитым мышлением.

Задачей образования является целенаправленный процесс обучения личности, направленный на использование приемов и методов обучения для развития мышления. Мышление – это социально обусловленный, неразрывно связанный с речью психический процесс поисков и открытия существенно нового, процесс опосредованного и обобщенного отражения действительности в ходе ее анализа и синтеза [2, с. 38]. Мышление возникает на основе практической деятельности из чувственного познания и далеко выходит за его пределы.

Практические занятия физики направлены на развитие у учащихся способностей самостоятельного поиска решения задач, тем самым развития критического мышления. Критическое мышление – это способность анализировать информацию с позиции логики и личностно-ориентированного подхода с тем, чтобы применять полученные результаты, как к стандартным, так и нестандартным, вопросам и проблемам [4, с. 112]. Критическое мышление способствует развитию умений вырабатывать разнообразные аргументы, принимать продуманные решения на практических занятиях физики [5, с. 42].

Рассмотрим пример решения задачи на практических занятиях курса «Физики макросистем». Текст задачи: «Между двумя плоскостями с постоянными температурами  $T_1$  и  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) находится идеальный газ с молярной массой  $M$ . Расстояние между плоскостями равно  $H$ . К верхней плоскости на невесомой пружине подвешен маленький шарик массой  $m$ , средняя плотность которого равно  $\rho_0$ . Длина пружины в недеформированном состоянии  $L_0$ . Коэффициент пружины равен  $k$ . Температура линейно возрастает при удалении от нижней плоскости. Найдите давление в газе  $p$ , если в положении равновесия длина пружины равно ее длине в недеформированном состоянии  $L_0$ ».

Решение физической задачи направлено на развитие критического мышления и включает последовательные этапы мыслительной деятельности (рис. 1).

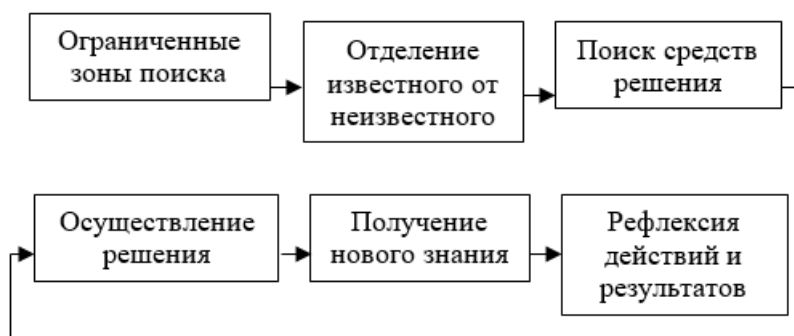


Рисунок 1 – Этапы мыслительной деятельности в решении физической задачи

Задача представлена в буквенном виде, что усложняет образное восприятие текста. Начать ее разбор следует с целостного визуального воспроизведения сформулированных условий, рисунка (рис. 2). На нем отображаются условия, в которых располагается пружинный маятник между плоскостями разных температур. В процессе выполнения рисунка студенты развивают способность мысленного экспериментального воспроизведения представленной ситуации, что способствует развитию критического мышления.

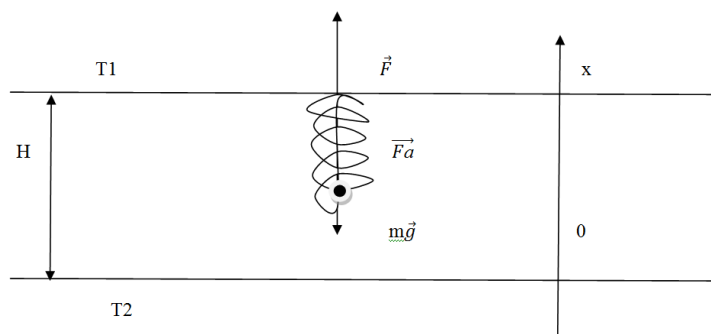


Рисунок 2 – Связь пружинного маятника с декартовой системой координат OX

Решение задачи основано на применении законов физики разделов термодинамики и механики. Тем самым анализ ситуации требует критической точки зрения с обоснованным выбором законов и понятий, лежащих в основе решения задачи. Запишем эти законы.

1) Уравнение состояния идеального газа  $pV = mRT/M$  (Уравнение Менделеева – Клапейрона) связывает макроскопические параметры идеального газа. Из него следует, плотность газа:

$$\rho_x = \frac{mg}{V} = \frac{Mp}{RT_x} \quad (1)$$

где  $M$  – молярная масса газа,  $mg$  – масса газа в объёме  $V$  при температуре  $T_x$ ,  $R$  – универсальная газовая постоянная.

2) Закон механики гласит, что в положении равновесия сумма всех сил, приложенных к шарiku, равна нулю:

$$m\vec{g} + \vec{F} + \vec{F}_a = 0 \quad (2)$$

где  $M\vec{g}$  – сила тяжести,  $\vec{F}$  – сила упругости,  $\vec{F}_a$  – сила Архимеда.

Эти законы позволят найти давление в газе  $p_x$  при условии равновесия шарика на пружине.

Дальнейшее решение задачи требует от учащихся разумное рефлексивное мышление, направленное на принятие решения: «Чему доверять и что делать?» [1, с. 57].

Учитывая, что температуры между плоскостями изменяется линейно с изменением  $x$  – расстояния, на которое отклоняется шарик, построим график зависимости  $y = T(x)$  (рис. 3).

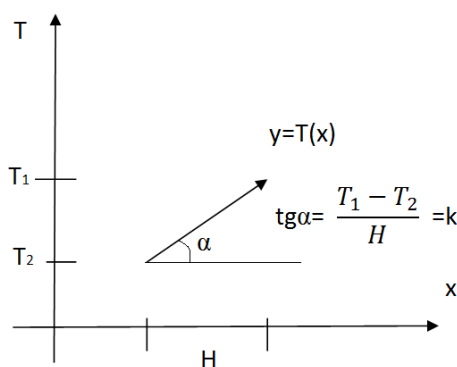


Рисунок 3 – График зависимости температуры газа от координаты x

Построенная графическая зависимость  $y = T(x)$  позволит учащимся перейти к аналитическому написанию линейной формулы  $y = kx + b$ , с учетом, что угловой коэффициент  $\frac{T_1 - T_2}{H} = k$ , а  $b = T_2$ , получим:

$$T = T(x) = \frac{T_1 - T_2}{H}x + T_2 \quad (3)$$

Переход от графического к аналитическому решению задачи требовало от студентов оценки ситуации – построение графика, а также последующего составления объективных выводов – получения формулы, что обуславливает развитие критического мышления.

Зависимость плотности газа от координаты  $x$  обусловлена распределением температуры газа. Получим эту зависимость, воспользовавшись уравнением Менделеева-Клапейрона:

$$pV = \frac{m}{\mu}RT \rightarrow p = \frac{m}{\mu} \frac{RT}{V} \quad (4)$$

где  $\rho = \frac{m}{V}$ , тогда

$$p_x = \frac{\rho_x RT_x}{\mu} \quad (5)$$

Подставляя формулу (3) в (5), получим:

$$p(x) = \frac{\rho \mu H}{R((T_1 - T_2)x + HT_2)} \quad (6)$$

Для получения конечного результата найдем плотность газа  $\rho_x$ . Для этого рассмотрим условие равновесия шарика на пружине. Из формулы (2) следует:

$$-mg + k(L - L_0) + p \frac{m}{\rho_0} = 0 \quad (7)$$

Принимая в формуле (7), что  $L = L_0$ , получим  $\rho = \rho_0$ , где  $\rho$  – плотность газа, а  $\rho_0$  – плотность шарика. После подстановки этого равенства, а также  $x = H - L_0$  в формулу (6), найдем:

$$p = \frac{\rho_0 R}{\mu} \left( \frac{T_1 - T_2}{H} (H - L_0) + T_2 \right) \quad (8)$$

Выражение (8) служит ответом на поставленный вопрос задачи решенной в общем виде. Оно определяет давление в газе при заданных условиях равновесия маятника между пластинами разных температур. Анализ полученных данных убедил нас в том, что при заданных условиях плотность газа между пластинами оказалась равной плотности материала, из которого изготовлен шарик, что было неочевидно в ходе решения задачи.

Решение предложенной задачи включало в себя такие виды мыслительной деятельности, как:

- 1) анализ предложенной ситуации – разделение условий задачи на отдельные части, включающие различные разделы физики (в нашем случае, механика, термодинамика);
- 2) абстрагирование – выявление законов и понятий, лежащих в основе решения задачи (понятие плотности газа, уравнение состояния идеального газа, законы Ньютона);
- 3) синтез – объединение законов физики и математики в единое для получения промежуточных результатов (построение графической зависимости  $y = T(x)$  и получение закона изменения температуры газа от координаты, проецирование векторов сил на координатную ось и написание закона равновесия пружинного маятника);
- 4) обобщение – объединение явления и законов разделов физики в единое целое (получение формулы давления газа с учетом равновесия системы) [3, с. 259].

Виды мыслительной деятельности учащихся осуществляемых при решении физической задачи способствуют развитию критического мышления. Студенты приобретают умения к осмыслению, оценке, анализу и синтезу информации, полученные в результате решения задачи. Развитие критического мышления способствует готовности учащихся к принятию альтернативных решений, внедрению новых способов мышления и действий при последующем решении профессионально-значимых задач.

## Библиографический список

1. Заир-Бек С.И., Муштавинская И.В. Развитие критического мышления на уроке. – М.: Просвещение, 2004. – 173 с.
2. Петровский А.В. Психологический словарь. – М.: Политиздат, 1990. – 494 с.
3. Попков В.А., Коржуев А.В., Рязанова Е.Л. Критическое мышление в контексте задач высшего профессионального образования. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 166 с.
4. Попков В.А. Критический стиль мышления в профессиональном самостановлении преподавателя высшей школы: Дис. ... д-ра пед. Наук. – М., 2002.
5. Фелтон М.К. Подходы к аргументации при обучении критическому мышлению // Перемена. – 2005. – № 4. – С. 6-13.

УДК 372.862  
ГРНТИ 14.85.09

**РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ИНТЕРВАЛЬНЫХ ПОВТОРЕНИЙ В ПЕРСОНАЛЬНОМ  
ЭЛЕКТРОННОМ КРОССПЛАТФОРМЕННОМ ПОСОБИИ ДЛЯ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПРОРАБОТКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ УЧЕБНОГО  
МАТЕРИАЛА УЧАЩИМСЯ В ИНДИВИДУАЛЬНОМ ТЕМПЕ**

Кондратьева А. А.

*МБОУ «Лицей №39»,  
г. Озёрск, Челябинская область*

anya.news@yandex.ru

На примере создания своего электронного кроссплатформенного (Windows, Linux, iOS, Android) учебного пособия показана возможность самостоятельной реализации метода интервальных повторений по любому направлению обучения. Процесс обучения в любое доступное время в индивидуальном темпе на смартфоне в своем настраиваемом и редактируемом пособии обладает новизной и привлекательностью для учащихся.

*Ключевые слова:* самообучение, интервальные повторения, флэш-карточки, Anki, облачные интернет-сервисы, смартфон, AnkiDroid, Android-приложение.

**IMPLEMENTATION OF THE SPACED REPETITION METHOD  
IN A PERSONAL ELECTRONIC CROSS-PLATFORM TRAINING AID FOR SELF-  
STUDY AND REPETITION OF EDUCATIONAL MATERIAL  
BY STUDENTS AT AN INDIVIDUAL RATE**

Kondratjeva A. A.

*MBEI «Lyceum №39», Ozersk*

Using the example of creating your own electronic cross-platform (Windows, Linux, iOS, Android) textbook, the possibility of independent implementation of the spaced repetition method in any field of study is shown. The learning process at any available time at an individual rate on a smartphone in its customizable and editable manual has novelty and attractiveness for students.

*Keywords:* self-study, spaced repetition, flashcard, Anki, cloud internet services, smartphone, AnkiDroid, Android software.



Информационные технологии позволяют учащемуся реализовывать различные методы самообучения и повторения пройденного учебного материала. Но важно не просто перейти к электронному виду материала, а реализовывать методики обучения на уровне компьютерных алгоритмов с учетом персональных качеств учащегося.

Память изучают давно и очень серьезно. Ее можно развивать. С точки зрения нейрофизиологии память — одно из свойств нервной системы, заключающееся в способности какое-то время сохранять информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма на эти события, а также многократно воспроизводить и изменять эту информацию. Объем памяти, длительность и надежность хранения информации, как и способность к восприятию сложных сигналов среды и выработке адекватных реакций, пропорциональны числу задействованных в этих процессах нервных клеток. Физиологические исследования памяти обнаруживают три основных этапа ее формирования, которым соответствуют три вида памяти: сенсорная, кратковременная и долговременная. Кратковременная память характеризуется временем устойчивого хранения информации до 20 секунд и при неповторении, предшествующая информация разрушается при превышении 30 секунд под воздействием вновь поступившей информации. Долговременная память, время хранения информации в которой сравнимо с продолжительностью жизни организма, устойчива к воздействиям, нарушающим кратковременную память. Переход от кратковременной памяти к долговременной, называемый консолидацией, постепенен и связан с активацией ряда биохимических процессов [2].

Ослабление памяти с течением времени подтверждено исследованиями Германа Эббингауза в 1885 году и теперь известно как кривая забывания Эббингауза.

Интервальные повторения (от английского *spaced repetition*) — интересный и доступный метод удержания в памяти, заключающийся в повторении запомненного учебного материала по определенным, постоянно возрастающим интервалам. Интервальные повторения не предполагают заучивания наизусть без понимания, и не противопоставляются мнемонике. Идея, что интервальные повторения можно использовать для улучшения процесса обучения, впервые была предложена в книге «Психология обучения» (англ. *Psychology of Study*), написанной профессором Алеком Мейсом в 1932 году. А в 1939 году Н.Ф. Spitzer в журнале образовательной психологии «*Journal of Educational Psychology*» опубликовал статью об опыте тестирования метода интервальных повторений на студентах в американском университете штата Айова. Результаты, принявших участие 3600 студентов, подтвердили эффективность интервальных повторений [1].

Метод интервальных повторений стал очень известным после его применения Полом Пимслером и Себастьяном Лейтнером.

Пол Пимслер французско-американский лингвист, известный работами в прикладной лингвистике, создал свою «систему изучения языка Пимслера». Его система основана на четырех основных идеях: антиципация, градуированные интервальные повторения, словарное ядро и органичное обучение. Цель интервальных повторений по Пимслеру — помочь ученику записать изучаемые слова в долговременную память. Шкала повторений по Пимслеру начиналась с секунд и минут и доходила до месяцев и даже двух лет. Курсы изучения иностранных языков его компании Pimsleur Language Programs популярны и сейчас [3].

Себастьян Лейтнер придумал «Систему Лейтнера», универсальную систему обучения, основанную на карточках. Система Лейтнера — применение принципа интервальных повторений, где карточки повторяются через увеличивающиеся интервалы. Его флэш-карточки рассортированы в группы в зависимости от того, как хорошо ученик усвоил информацию на каждой карточке. При изучении иностранного языка ученик пытается вспомнить значение слова, написанного на флэш-карточке. Если он вспоминает его, то карточка перекладывается в следующую группу. Если же нет, то карточка возвращается в первую группу. Каждая следующая группа повторяется через увеличивающийся интервал.

Ученик сосредотачивается на наиболее сложных флэш-карточках, которые всегда находятся в первой группе и повторяются ежедневно. Во второй группе оказывается информация, которая не требует частого повторения, а с перерывом в один день. В третьей группе – хорошо заученная информация из первых двух ячеек. Но если информация на карточках из третьей группы будет частично забыта, то карточки переместят во вторую. Если слова на флэш-карточках второй группы вспоминаются с ошибками, то их следует переместить в первую и повторять, как новые [4]. Шкала повторений по Лейтнеру: 1 день, 7 дней, 16 дней и 35 дней.

Метод интервальных повторений используется во многих компьютерных программах по обучению иностранным языкам. Карточки создаются вида «вопрос-ответ». Когда наступает время для повторения, показывается одна сторона карточки («вопрос»), и пользователь проверяет себя, как он его знает. После этого он смотрит другую сторону карточки «ответ», он проверяет и оценивает себя, указывая программе в виде оценки, насколько хорошо он помнит данную карточку. Программа изменяет интервал повторения в соответствии с оценкой пользователя. Функциональность программ часто включает:

- 1 «вопрос-ответ» с дополнительным аудио, видео записями или картинкой;
- 2 автоматическое создание перевернутых пар карточек, или множества пересекающихся карточек из набора данных (удобно при изучении иероглифов);
- 3 вывод дополнительной информации разного характера (статистики обучения);
- 4 поддержка сложных способов ввода данных, таких как редактор LaTeX;
- 5 объединение с онлайн-сообществом, например, для обмена учебным материалом.

В восьмидесятых годах студент Познаньского политехнического университета Петр Возняк исследовал какие интервалы для повторений самые лучшие. Его исследования привели к созданию компьютерного алгоритма SuperMemo и к одноименной программе. Алгоритм SuperMemo довольно сложный, но и самый популярный. Со временем он превратился в целое семейство алгоритмов, самые известные: SuperMemo SM2, SuperMemo SM3 и SuperMemo SM5.

Наиболее развитые программы: Anki, BrainScape, SuperMemo, Mnemosyne.

Для реализации метода интервальных повторений в персональном электронном кроссплатформенном пособии для самостоятельной проработки и закрепления учебного материала учащимся в индивидуальном темпе рекомендуется выбрать программу Anki. Она бесплатная, кроссплатформенная, есть версия программы на русском языке.

Выполненные этапы создания пособия (установка, настройка и изучение Anki, подготовка структурированной информации, создание карточек и колод по тестам ОГЭ по биологии, опробование программного продукта) подтверждают, что идея создания персонального электронного пособия самим обучающимся (школьником или студентом) вполне реализуема.

Полученные навыки верстки электронного текста, работы с программами-инструментами позволят создавать свои проекты все быстрее и качественнее. Неоценимым является развивающееся у учащегося умение структурировать необходимую информацию.

Непосредственно пособие создавать лучше на персональном компьютере. Вполне нормальным результатом будет создание готового пособия уже через неделю.

Проектный продукт, созданный учащимся уже готов к тиражированию и использованию на разных платформах, в разных операционных системах (Windows, Linux, iOS, Android), обладает механизмом облачной синхронизации, то есть можно продолжать учебный процесс на другом устройстве.

Например, на смартфоне (система Android) достаточно:

1. установить бесплатное приложение «AnkiDroid флэш-карты» из магазина PlayMarket;
2. через стандартное приложение в смартфоне QR-кодов перейти по ссылке на облачный интернет-сервис, например, яндекс-диск, с предварительно загруженным туда файлом колод;

3. загрузить файл колод и в приложении AnkiDroid импортировать его;
4. нажав на колоду, начать процесс изучения карточек.

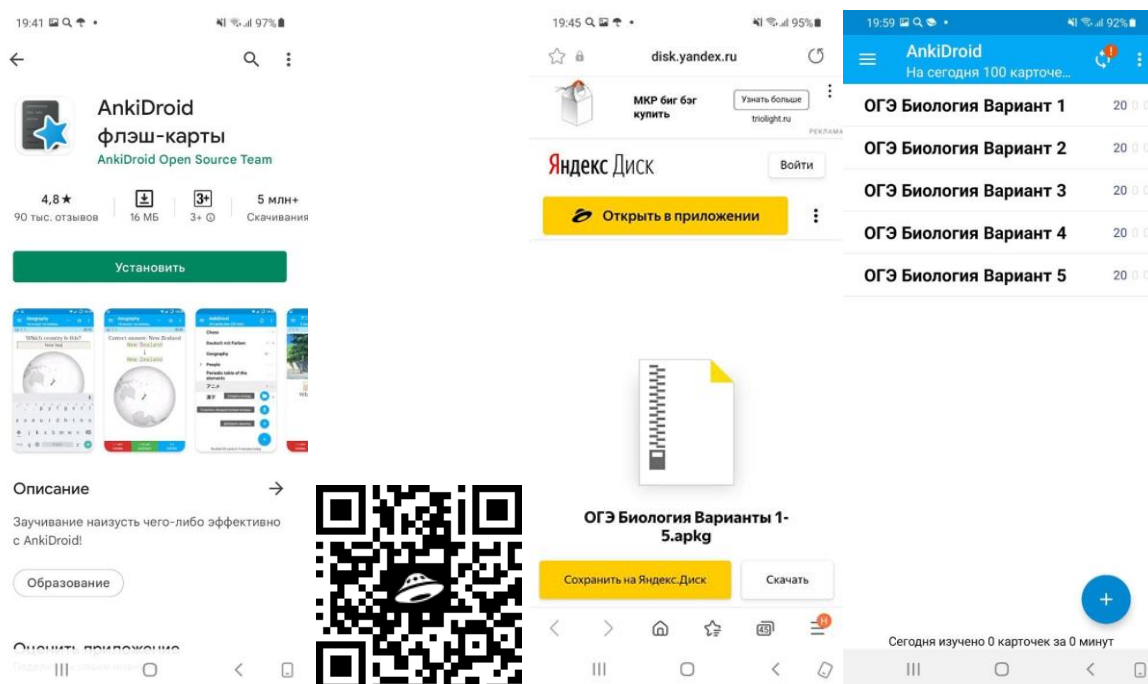


Рисунок 1 – Начало обучения на смартфоне (система Android)

Прочитав задание, надо ответить на него устно или на листочке, а затем проверить его, нажав кнопку «Показать ответ». Процесс обучения полностью контролирует сам учащийся. Удобно, что даже на смартфоне при обучении можно исправить замеченную ошибку или дополнить сведениями запись, дав команду «Править запись».



Рисунок 2 – Вопрос, ответ и назначение интервала повторения в AnkiDroid

При нажатии кнопки «Показать ответ» откроется ответ с кнопками самооценки учащимся трудности с ответом, путем назначения интервала повторения этой карточки.

Несомненно, родной программе облачный интернет-сервис AnkiWeb будет удобнее при частом создании и редактировании колод, а также в процессе учебы с его синхронизацией (передачи текущего состояния обучения). Дома комфортнее учиться на планшете с большим экраном, а вне дома – на смартфоне.

Важно, что для учащихся (как школьников, так и студентов) вполне доступны методы эффективного запоминания и повторения учебной информации для самостоятельного применения.

Собственное электронное тренировочное пособие дает возможность самостоятельно проработать и закрепить пройденный учебный материал по любому предмету в индивидуальном темпе.

Применение смартфона и удобное представление информации позволяют готовиться к любым зачетам и экзаменам, используя даже короткие интервалы свободного времени по научно обоснованному алгоритму.

#### Библиографический список

1. Интервальные повторения // Википедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интервальные повторения](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интервальные_повторения) (дата обращения: 12.02.2022).
2. Память // Википедия. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Память> (дата обращения: 12.02.2022).
3. Система изучения языка Пимслера // Википедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система изучения языка Пимслера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_изучения_языка_Пимслера) (дата обращения: 12.02.2022).
4. Система Лейтнера // Википедия. – URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Система Лейтнера](https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_Лейтнера) (дата обращения: 12.02.2022).

**УДК 159.923.33**  
**ГРНТИ 15.21.51**

### **ВЛИЯНИЕ ЛОКУСА КОНТРОЛЯ ПЕДАГОГА НА ОТНОШЕНИЕ УЧАЩИХСЯ К СЕБЕ**

Фаткуллина М. Б.

*МБОУ «Школа №1» Вахитовского района г. Казани,  
г. Казань*

*marina\_rabochyi@hotmail.com*

В данной статье рассматриваются гуманистические принципы организации отношений педагогов с учащимися, а также результаты исследования воздействия локуса контроля педагогов на самопринятие учащихся.

*Ключевые слова:* взаимоотношения учителя с учениками, экстернальный и интернальный локус контроля, педагоги, учащиеся, самооценка, самопринятие.

---

## INFLUENCE OF THE TEACHER'S LOCUS OF CONTROL ON STUDENTS' ATTITUDES TOWARDS THEMSELVES

Fatkullina M. B.

*MBEI « School № 1» of Vakhitovsky district of Kazan*

This article discusses the humanistic principles of organizing relations between teachers and students; the study results of the impact teacher's locus of control on the self-acceptance of students.

**Keywords:** teacher-student relationship, external and internal locus of control, teachers, students, self-esteem, self-acceptance.

В процессе обучения и воспитания особо важную роль играют взаимоотношения между учителем и учениками. Эти взаимоотношения устанавливает сам учитель, и зависят они от того, какие цели он ставит и, конечно, какой личностью является. По данным социологов, инновации в образовании почти не коснулись проблем гуманизации педагогического процесса. Перестройка отношений «учитель – ученик» является сложной задачей, требующей глубокой психологической перестройки человека, ломки стереотипов его поведения, эмоциональных установок, и даже качеств личности. Гуманизация образования предполагает акцент на доверии педагога себе, ребёнку, процессу его развития. Такой подход позитивно влияет на психическое формирование личности, стимулирует ее активность, творческое саморазвитие, настраивает на разрешение жизненных проблем.

Эти положения неоднократно доказаны педагогами-новаторами – Э. Кей, Я. Корчаком, А. Макаренко, М. Монтессори, А. Ниллом и др. Подходы этих педагогов объединяет идея «свободного воспитания», которая в общем виде заключается в том, что в каждом ребенке есть заложенный природой творческий потенциал, и задача взрослого – помочь ему раскрыться. Свободное воспитание основывается на принципе, что у ребенка есть права, в том числе право злиться, честно высказывать свои мысли, допускать ошибки, терпеть неудачи, иметь секреты от взрослых. Педагогу важно следовать за склонностями и потребностями ребёнка вместо того, чтобы пытаться ставить его в определённые рамки.

Эти педагоги претворяли свои идеи на практике в школах, которые они возглавляли. Свободное воспитание вовсе не было анархией. В школах осуществлялось детское самоуправление. Например, А. Нилл показал, что отказ от жесткой внешней дисциплины способствует развитию дисциплины внутренней: дети не начинают бездельничать, если их не принуждать учиться, напротив, у них появляется собственная мотивация и интерес к получению знаний. Правила принимались всем коллективом и были продиктованы реальной необходимостью в определённых ограничениях. В частности, в школе «Саммерсхилл» ребёнок был свободен в своих поступках, пока не нарушал свободы другого человека. Многие правила и ограничения касались именно защиты прав обитателей школы, а также были связаны с заботой об их здоровье.

Идеи педагогов-новаторов перекликаются с идеями представителей гуманистической и гештальт-психологии и психотерапии, где личность рассматривается как уникальная целостная система открытая для самоактуализации, устремленная к будущему, к свободной реализации своих потенций (Г. Олпорт), в особенности творческих (А. Маслоу), к укреплению веры в себя и возможности достижения «идеального Я» (К. Роджерс). Основной принцип гештальтпсихологии выразил А. Бейссер в статье «Парадоксальная теория изменений» (1970). Он писал: «<...> изменение происходит тогда, когда человек становится тем, кто он есть, а не тогда, когда он старается быть тем, кем не является. Изменения не возникают посредством принудительной попытки самого индивида или другого человека изменить его, но они происходят, если тот находит время и силы быть тем, кто он есть — полностью отождествить себя с тем, что происходит с ним в настоящем [1].



Мы предположили, что позитивное отношение учащихся к себе, кроме других факторов, обуславливается интернальным локусом контроля их педагогов. Локус контроля – склонность человека видеть источник управления своей жизнью либо преимущественно во внешней среде (экстернальный локус контроля), либо в себе самом (интернальный локус контроля). Эти различия отражаются в личностных особенностях: интерналы более уверены в себе, спокойны и благожелательны по отношению к другим. Экстерналы же характеризуются повышенной тревожностью, обеспокоенностью, конформностью, в то же время меньшей терпимостью по отношению к людям.

Для проверки гипотезы мы провели диагностику уровня интернальности педагогов (1) и уровня самооценки учащихся начальной школы (2), средних и старших классов (3). Тесты:

1. Уровень субъективного контроля Дж. Роттера (УСК) [2, с. 79-84.]. Здесь подсчитывались значения интернальности по семи шкалам: интернальность общая, в области достижений, неудач, межличностных отношений, в семье, в профессиональной сфере и в сфере здоровья.

2. Тест диагностики самооценки «Лесенка» В. Г. Щур [3, с. 54]. Здесь подсчитывались значения самооценки по пяти шкалам: оценка себя самим учащимся; оценка себя с точки зрения родителей, друзей, учителей и среднее арифметическое всех значений.

3. Блок самовосприятия теста «Определение уровня самоактуализации личности» Э. Шострома (САТ) [4, с. 27-30.]. Здесь подсчитывались значения самовосприятия по двум шкалам – самоуважение и самопринятие.

В исследовании приняли участие 30 педагогов (27 женщин и 3 мужчин); 30 учащихся 2-4 классов (22 мальчика, 8 девочек), 30 учащихся 7-9 классов (16 мальчиков, 14 девочек).

Полученные данные были подвергнуты дисперсионному анализу с помощью программы «STATISTIKA», где результаты учителей по тесту УСК, мы рассматривали как причины (независимые переменные), а результаты учащихся по тестам «Лесенка» и «САТ» (блок «Самовосприятие») как следствие (зависимые переменные). Независимые переменные были поделены на три группы: группа «1» – значения, относящиеся к низкому уровню; «2» – значения среднего уровня, «3» – значения высокого уровня. Зависимые переменные представлены сырыми баллами.

Рассмотрим результаты исследования. Нами были получены две статистически значимые модели дисперсионного анализа по критерию Roy's Largest Root на уровне достоверности  $p < 0,05$ .

Модель 1 объясняет 84% дисперсии ( $R^2 = 0,838$  при  $p < 0,05$ ) влияния независимой переменной на зависимую, где независимые переменные – интернальность в достижениях (Инт\_дост), в неудачах (Инт\_неуд), в межличностных отношениях (Инт\_межл); зависимая переменная – оценка учащимися себя с точки зрения друзей (Д).

Графики изменения зависимой переменной показывают, что самооценка учащихся 2-4 классов с точки зрения друзей достигает самых высоких значений, если у учителя высокий уровень интернальности в достижениях (Рис. 1), или низкий уровень интернальности в неудачах (Рис. 2), или средний уровень интернальности в межличностных отношениях (Рис. 3). То есть, учащиеся начальной школы склонны воспринимать отношение одноклассников к себе, как проявление симпатии, одобрения, если учитель оценивает свои достижения, как результат собственных усилий; или учитель приписывает ответственность за неудачи в своей жизни другим людям; или учитель полагает, что с некоторыми людьми у него хорошо получается выстраивать отношения, а с другими он не очень способен на это.



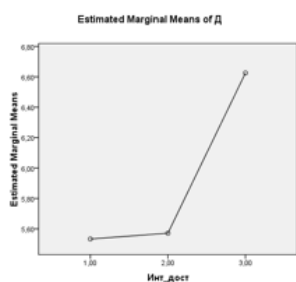


Рис. 1. Влияние интернальности в достижениях педагогов на самооценку учащихся 2-4 классов с точки зрения друзей.

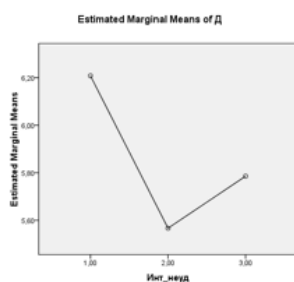


Рис. 2. Влияние интернальности в неудачах педагогов на самооценку учащихся 2-4 классов с точки зрения друзей.

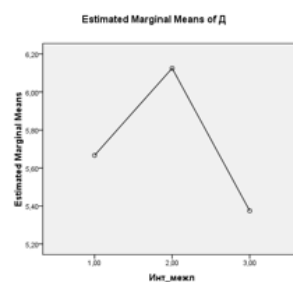


Рис. 3. Влияние интернальности в межличностных отношениях педагогов на самооценку учащихся 2-4 классов с точки зрения друзей.

Модель 2 объясняет 69% дисперсии ( $R^2 = 0,692$  при  $p < 0,05$ ) влияния независимой переменной на зависимую. В данной модели получены 3 независимые переменные – интернальность в межличностных отношениях (Инт\_межл); а также две сложные переменные – это взаимодействие интернальности межличностной и интернальности в семейных отношениях (Инт\_межл\*Инт\_сем), и интернальности межличностной и интернальности в достижениях (Инт\_межл\*Инт\_дост). Зависимые переменные здесь – самопринятие учеников (с\_прин) и позитивное самовосприятие (X2cp).

Рассмотрим графики изменения зависимой переменной.

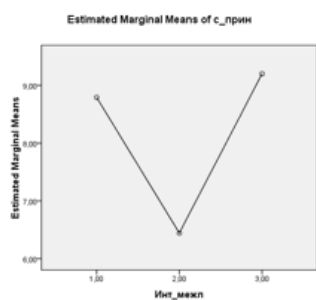


Рис. 4. Влияние интернальности в межличностных отношениях педагогов на самопринятие учащихся 7-9 классов.

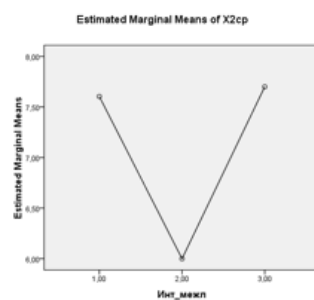


Рис. 5. Влияние интернальности в межличностных отношениях педагогов на позитивное самовосприятие учащихся 7-9 классов.

Самопринятие учащихся 7-9 классов достигает самых высоких значений, если у учителя либо низкий, либо высокий уровень интернальности в межличностных отношениях (Рис.4). Самовосприятие учащихся 7-9 классов достигает самых высоких значений, если у учителя либо низкий, либо высокий уровень интернальности в межличностных отношениях (Рис. 5). То есть, учащиеся среднего и старшего звена склонны принимать себя такими, как есть, вне зависимости от оценки их достоинств и недостатков, возможно, даже вопреки недостаткам; ценить свои достоинства, положительные свойства характера, уважать себя за них, если учитель либо видит себя как человека, который сам ответственен за то, как складываются его отношения с другими людьми, либо как человека, который не способен повлиять на свои отношения с окружающими.

Самопринятие учащихся 7-9 классов достигает самых высоких значений, когда у педагогов интернальность в межличностных отношениях низкого уровня сочетается с интернальностью в достижениях низкого уровня; либо когда у педагогов интернальность в межличностных отношениях высокого уровня сочетается с интернальностью в достижениях высокого уровня (Рис. 6); а также когда у педагогов интернальность в межличностных отношениях низкого либо высокого уровня сочетается с интернальностью в семейных отношениях среднего уровня (Рис. 7).

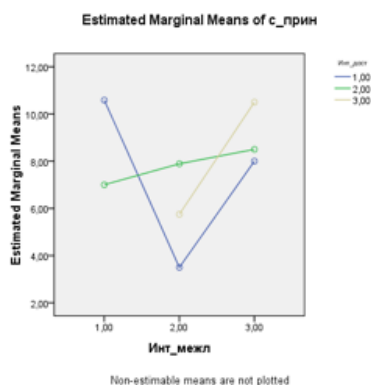


Рис.6. Влияние взаимодействия интернальности в межличностных отношениях и интернальности в достижениях педагогов на самопринятие учащихся 7-9 классов.

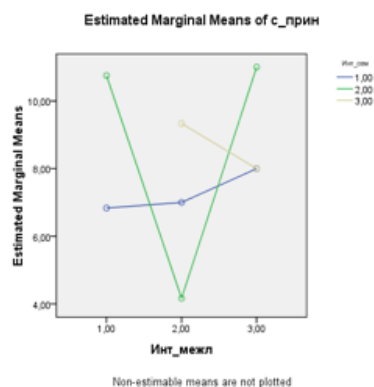


Рис.7. Влияние взаимодействия интернальности в межличностных отношениях и интернальности в семейных отношениях педагогов на самопринятие учащихся 7-9 классов.

То есть, учащиеся среднего и старшего звена склонны принимать себя такими, как есть, если учитель относится к себе как к человеку, который абсолютно не способен повлиять на свои отношения с окружающими, а также приписывает все свои успехи судьбе; либо, наоборот, видит себя как человека, который сам ответственен за отношения с другими людьми, а также сам добился всего хорошего, что есть в его жизни. Учащиеся склонны ценить свои достоинства, если учитель воспринимает себя как человека, который абсолютно не способен повлиять на свои отношения с окружающими, либо как человека, который полностью сам ответственен за его отношения с другими людьми, и при этом обязательно разделяет свою ответственность в семейных отношениях со своими близкими.

Выводы:

1. Учащиеся начальной школы воспринимают отношение одноклассников к себе, как симпатию и одобрение, если учитель соотносит свои успехи с собственными усилиями, а неудачи с действиями других людей; а свои коммуникативные способности оценивает средне.
2. У учащихся среднего и старшего звена положительное отношение к себе имеет более сложную связь с психологическими особенностями педагога, чем у учащихся начальной школы. Основное влияние на позитивное самовосприятие учеников оказывает либо явная экстернальность, либо явная интернальность педагога в сфере межличностных отношений. Можно предположить, что, некоторые дети в зависимости от стиля семейных отношений, воспринимают, например, экстернальность педагога в межличностных отношениях (фокус на ученике), как заботу и внимание к себе, а другие дети интернальность педагога в межличностных отношениях (фокус педагога на себе) могут воспринимать как доверие к себе, как возможность проявлять самостоятельность, активность.

#### Библиографический список

1. Бейссер А. Парадоксальная теория изменений. – URL: [http://gestalt.lv/wp-content/uploads/2015/07/Paradoksalnaja\\_teoria\\_izmenenia.pdf](http://gestalt.lv/wp-content/uploads/2015/07/Paradoksalnaja_teoria_izmenenia.pdf) (дата обращения 23.03.20022).
2. Карелин А. Большая энциклопедия психологических тестов. – М.: Владос, 2007. – 312 с.
3. Марцинковская Т.Д. Диагностика психического развития детей. – М.: ЛИНКА-ПРЕСС, 1997. – 176 с.
4. Психология личности: практикум. / Сост. Н.С. Колмогорова, А.В. Сивцова. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2013. – 89 с.

УДК 355.233.23  
ГРНТИ 14.27.09

## СОВРЕМЕННЫЕ ФОРМЫ ВОЕННО-ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ МОЛОДЕЖИ

Фролова Н. В.

*Челябинский государственный институт культуры,  
г. Челябинск*

Nat.bazh.oz@gmail.com

В статье актуализируются цель и задачи военно-патриотического воспитания молодежи. Автор дает обоснование рассмотрения военно-патриотического воспитания как интегративной образовательной технологии. Приведены основные методы, формы и средства современного военно-патриотического воспитания.

*Ключевые слова:* образовательная технология, военно-патриотическое воспитание, средства воспитания, воспитательная работа, самовоспитание, направления военно-патриотического воспитания, патриотизм.

## MODERN FORMS OF MILITARY-PATRIOTIC EDUCATION OF YOUTH

Frolova N. V.

*The Chelyabinsk State Institute of Culture and Arts, Chelyabinsk*

The article actualizes the purpose and objectives of military-patriotic education of young people. The author provides a justification for considering military-patriotic education as an integrative educational technology. The main methods, forms and means of modern military-patriotic education are given.

*Keywords:* educational technology, military-patriotic education, means of education, educational work, self-education, directions of military-patriotic education, patriotism.

События, происходящие сегодня в мировой политике, подтверждают необходимость и обязанность России защищать свои военные интересы по всему миру, сохранять духовно-нравственные ценности и формировать патриотические качества своих граждан. В условиях ярко выраженного укрепления государственности, возрождения культурно-исторических традиций становится очевидной необходимость безотлагательного воссоздания системы патриотического воспитания как основы консолидации общества и государства. Для успешного решения этих задач нужна единая государственная политика в области патриотического воспитания.

Современное развитие российского государства и общества ставит первостепенные задачи в области воспитания и обучения нового поколения. И именно военно-патриотическое воспитание учащейся молодежи способно внести существенный вклад в формирование ответственных, достойных граждан России. Непосредственно во время получения среднего и высшего образования закладывается основы военно-патриотического воспитания. Образовательная среда представляет большие возможности для создания фундамента патриотических ценностей.

По этой причине перед отечественной системой образования и российским обществом в целом стоит задача оптимизации военно-патриотического воспитания молодежи. Однако, решение поставленной задачи невозможно лишь в плоскости практических действий. Для

успешного достижения поставленной цели необходима разработка и реализация современных психолого-педагогических подходов и образовательных технологий.

Таким образом, разработка научно-теоретических и технологических, методических основ военно-патриотического воспитания является одной из первостепенных научно-практических задач современного российского образования, имеющих существенное значение для обеспечения безопасности и обороноспособности России.

В рамках исследуемой нами проблемы существует необходимость уточнения определений «педагогическая технология» и «патриотическое воспитание».

Понятие «педагогическая технология» стало широко применимо в 1960-х годах в результате развития научно-технического прогресса, а также намерения преподавателей вывести процесс образования на качественно новый уровень. Первоначально педагогическая или образовательная технология понималась как совокупность дифференцированных форм и методов, используемых в образовательном процессе. Сегодня в это понятие помимо прочего принято включать исследование принципов развития и поиск способов повышения эффективности процесса воспитания.

Сегодня военно-патриотическое воспитание выражается в практической воспитательной работе, представляющей собой комплекс индивидуально-психологических, информационно-пропагандистских, социально-экономических, правовых, морально-этических, спортивно-массовых, социально-культурных и иных мероприятий, целью которых является формирование патриотических ценностей.

Военно-патриотическое воспитание молодежи по своей сущности представляется как образовательная технология двойного назначения. С помощью педагогических форм и методов она нацелена на создание и развитие у юного гражданина основные морально-психологические качества, требующиеся ему как будущему защитнику Отечества, во первых, готовому и способному внести свой вклад в обеспечение безопасности общества и государства, а во вторых, как человеку в целом, как личности, гражданину России: смелость, твердость характера, ответственность, трудолюбие, самоотдачу, законопослушность, решительность, настойчивость, физическую выносливость.

Базовыми технологиями и формами воспитательной работы по военно-патриотическому воспитанию, входящими в состав педагогической технологии, являются: совместные и индивидуальные беседы, тематические вечера, конференции, лекции, викторины, вебинары, встречи с ветеранами Великой Отечественной войны и боевых действий, экскурсии по культурным местам и местам боевой славы, изучение современных образцов вооружения и военной техники, концертные программы, фестивали и другие формы культурно-досуговой деятельности патриотической направленности.

Краеугольным камнем применения технологий военно-патриотического воспитания является выбор верного метода обучения. Применение форм, методов и средств воспитания должно осуществляться комплексно, что позволяет гарантировать лучшее функционирование системы военно-патриотического воспитания и добиться высокой степени эффективности.

Средства воспитания являются основным звеном педагогической технологии. Использование в военно-патриотическом воспитании таких инновационных средств как мультимедийные технологии возможно благодаря развитию информационных технологий. Использование сетевых средств коммуникации и информационных технологий в процессе патриотического воспитания требует владения педагогами методикой интеграции информационных технологий в воспитательном процессе. В нынешней ситуации распространения зарубежной культурно-информационной среды в средствах массовой информации, особое значение приобретает умение преподавателей «отсеивать» информационные ресурсы, концентрируя внимание на тех материалах, где исследуемый вопрос представлен максимально доступно и полно.

С целью повышения активности в процессе обучения необходимо совершенствовать у них способность к самовоспитанию. Основой для включения обучающихся в процесс

самовоспитания являются внутренние мотивы, побуждающие беспрестанно работать и корректировать свое поведение, формировать у себя патриотические качества.

В современной России процессу формирования патриотических ценностей уделяется достаточное внимание: разрабатываются законы, методические рекомендации, публикуются учебные пособия по организации воспитательной работы, определяющие технологии патриотического воспитания, на федеральном уровне организуются мероприятия по развитию у молодежи патриотических качеств. Для того чтобы уровень патриотического воспитания продолжал расти необходимо постоянно контролировать эффективность используемых преподавателями методов, форм, средств воспитания, совершенствовать педагогический опыт, создавать условия для формирования у обучающихся способности к самовоспитанию и самообразованию, а также стимулировать у них развитие внутренних мотивов самосовершенствования.

С начала 21 века в России отмечаются процессы возрождения и активизации воспитательной составляющей в деятельности образовательных учреждений, силовых структур. Происходит переоценка ценностей, возрождение значения и востребованности гражданских, патриотических взглядов и убеждений. Складывается понимание того, что чувство национального самосознания (а его подъем неизбежен как ответ на крупные масштабные социально-политические потрясения, произошедшие на мировой политической арене) и чувство любви к Отечеству должны формироваться не стихийно, а быть воспитаны в человеке семьей, школой, системой образования. С помощью родителей основы патриотизма в подрастающее поколение нужно закладывать с самого раннего возраста и затем развивать его в образовательных учреждениях всех ступеней на всех уровнях.

Следовательно, задача воспитания патриотов, подготовки молодежи как защитников Родины, стоящая перед педагогами, работниками сферы образования весьма сложна и ответственна.

С учетом указанных обстоятельств в процессе педагогического исследования необходимо определить, комплекс каких форм, методов, приемов воспитания должен составить образовательную технологию военно-патриотического воспитания, реализация которой позволит педагогам, участникам процесса военно-патриотического воспитания достичь требуемого результата – привить современному школьнику, обучающемуся, молодому российскому гражданину чувства патриотизма, гражданственности, готовности к защите Отечества как в мирное, так и в военное время и соответствующие личностные качества, способствующие обеспечению национальной безопасности России, безопасности ее граждан.

В целом в деятельности образовательных учреждений, в т.ч. силовых ведомств, можно выделить следующие направления военно-патриотического воспитания молодежи:

1. Воспитание на истории государства, Вооруженных сил, других силовых ведомств и их традициях: мероприятия по увековечиванию памяти павших за независимость нашей Родины (вахты памяти, возложение цветов и др.), создание музеев, аллей, выставок в образовательных учреждениях, проведение экскурсий, встреч с ветеранами и участниками боевых действий, празднование памятных дат, организация форм социально-культурной деятельности.
2. Военно-спортивное воспитание: организация туристических слетов и походов по местам боевой славы, спартакиады и спортивные соревнования, посвященные памятным датам, организация и участие в военно-спортивных играх («Зарница» и пр.).
3. Воспитание через взаимосвязь и взаимосвязь образовательных учреждений и силовых структур: руководство военно-прикладными кружками и секциями, совместная организация оборонно-спортивных лагерей, сборов, встречи с сотрудниками правоохранительных органов.



Выделенные направления и формы военно-патриотического воспитания предлагается рассматривать и реализовывать в комплексе, как интегративную образовательную технологию, охватывающую как различные категории обучающихся, так и различные уровни образования, различные типы образовательных учреждений.

Подчеркивая значение указанных направлений военно-патриотического воспитания и отмечая роль внеучебной воспитательной деятельности, работы с обучающимися по военно-патриотическому воспитанию, необходимо отметить, что в основе всего воспитательного процесса должны лежать плановые учебные занятия.

Мы пришли к выводу о целесообразности рассмотрения и реализации военно-патриотического воспитания молодежи как комплексной образовательной технологии, включающей совокупность средств, форм, методов, приемов, обеспечивающих достижение целей военно-патриотического воспитания современной молодежи. При этом основную нагрузку по военно-патриотическому воспитанию подрастающего поколения должны нести образовательные учреждения.

#### Библиографический список

1. Бажин К.С. Состояние и перспективы патриотического воспитания молодежи в современной России // Концепт. – 2014. – С.3–4.
2. Инновационный потенциал молодежи: патриотизм, образование, профессионализм: сборник материалов Международной молодежной научно-практической конференции (Екатеринбург, 27–28 октября 2015 г.) – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2015. – 384 с.
3. Касимова Т.А. Патриотическое воспитание школьников: методическое пособие. – М.: Айрис пресс: Айрис дидактика, 2005. – 63 с.
4. Нархов Д.Ю. Трансформация технологий патриотического воспитания в современном российском высшем образовании // Вестник Тюменского государственного университета. Социально-экономические и правовые исследования. – 2019. – Том 5. – № 1. – С. 62–75.

# ГУМАНИТАРНОЕ ЗНАНИЕ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

УДК 177.7, 111  
ГРНТИ 02.51.15

## ОТВЕТСТВЕННОСТЬ КАК ОТНОШЕНИЕ МЕЖДУ МИРАМИ

Подзолкова Н. А.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

NAPodzolkova@mephi.ru

Данная статья продолжает исследования автора по проблеме взаимоотношения внутренних миров. С помощью некоторых постулатов новой науки мирологии это взаимоотношение интерпретируется как обмен запросами, в результате которого рождаются новые intersubjective ценности. Человек, выступая в роли *ответа* на запросы других миров, обретает подлинную *ответственность* за свои поступки и таким образом участвует в общем осмысленном движении Жизни.

*Ключевые слова:* ответственность, внутренний мир, отношение, свобода выбора, смысл жизни, ценность.

## RESPONSIBILITY AS A RELATIONSHIP BETWEEN WORLDS

Podzolkova N. A.

*OTI NRNU MEPHI, Ozersk*

This article continues the author's research on the problem of the relationship of inner worlds. With the help of some postulates of the new science of mirology this relationship is interpreted as an exchange of requests, as a result of which new intersubjective values are born. Man, acting as a response to the requests of other worlds, acquires true responsibility for his actions and thus participates in the general meaningful movement of Life.

*Keywords:* responsibility, inner world, attitude, freedom of choice, meaning of life, value.

«Я буду спрашивать тебя, а ты объясняй Мне».

Иов 40:2

### *Введение в проблематику ответственности*

Ответственность происходит от слова «ответ». Это означает, что если человек вырастает до ответственности, то его Я становится ответом. Ответом на что? На запрос самой жизни. Но что жизнь у нас запрашивает? Она запрашивает — смысл, понимаемый как свободный выбор в каждой новой ситуации. Но какой же выбор по-настоящему свободен? Тот, который исходит из глубины Я, а не обусловлен внешними причинами. Как же возникает эта глубина? Она уже есть, потому что каждое Я — живое. Так сама жизнь заглядывает в свою глубину, чтобы сделать её явной и вершиться через нас.

Описанный выше экзистенциальный круг — основной предмет данного исследования, цель которого лежит в области практической философии. Эта цель — привести в жизнь больше ответственности, научиться утверждать жизнь через полагание новых смыслов и ценностей.

Проблематику ответственности в экзистенциальной философии в наиболее острой форме задал Виктор Франкл — австрийский психиатр и философ, прошедший через

нацистский концлагерь. Именно в лагере естественным образом произошла «валидация» нового вида терапии, над которой Франкл работал ещё до Второй мировой войны. Он назвал этот новый вид — *логотерапией*, то есть терапией с помощью смыслов. Один из учеников Франкла впоследствии так описал этот метод: «[По Франклу] человек по сути своей тот, кого изначально «запрашивает» жизнь. Жизнь ставит перед человеком задачи, и, работая над ними, человек привносит самого себя, обнаруживает ценности (возможности пережить или создать что-то хорошее) и на их основании даёт жизни ответ. Ответственность, таким образом, заключается в добросовестном формулировании ответа на вопрос о смысле» [2, с. 104]. В нашей стране проблематикой личной ответственности занимался философ и литературовед М.М. Бахтин.

XX век действительно обострил проблематику ответственности, но возникла она очень давно — на заре философской этики — ясно проявившись уже в учениях Сократа и Гаутамы Будды. Каждый раз эта проблематика возникала в переломные моменты человеческой судьбы, когда речь шла о схватке между жестокими обстоятельствами и личностной (внутренней) свободой. Например, развёрнутый экзистенциальный анализ ответственности как лично переживаемого выбора можно найти в «Утешении философией» Северина Боэция (VI в.н.э.). Боэций написал свой бессмертный текст, находясь в тюрьме по ложному обвинению и ожидая казни.

Свобода наших выборов рождается не вдруг, она зависит от предыдущих выборов и решений. Так, подчиняясь давлению внешних обстоятельств, можно постепенно сужать поле своих ответов, а, следуя внутреннему нравственному закону, можно «работать на расширение». Сложность живого существа зависит, в том числе, от диапазона возможных ответов. Лист дерева может «отвечать», например, на запросы света: вернуть ли хлорофилл, вернуть ли электромагнитную волну определённой частоты (зелёный, жёлтый, красный цвет) и т. д. Животное может отвечать на запросы рефлексов, воспитания, ласки... Но у человека есть особый потенциал расширения — духовное измерение, в котором каждый поступок становится фундаментом либо для большей свободы, либо для большего рабства. Положение человека опаснее, ведь именно в человеческом мире просто ответ (ре-акция) возрастает до ответственности (духовной чуткости) или деградирует до без-ответственности (духовной глухоты).

### ***Введение в проблематику мирологии***

Мирология — трансдисциплинарная наука о мироподобных системах, то есть системах со своей относительно замкнутой и автономной онтологией, где есть собственное пространство-время, свои законы и своя материя [3]. Если взглянуть с точки зрения этой новой науки на внутренний (субъектный) мир человека, то он, с одной стороны, предстаёт как нечто цельное и замкнутое — лейбницевская монада «без окон и дверей», а с другой стороны, как нечто включённое во взаимодействие с другими внутренними мирами. Возникающий таким образом «мир людей» *онтологически слабее* мира отдельного человека. Пока этот мир, правильнее было бы назвать не миром, а *слоем общей субъектной природы* — природы человеческого. Между разными слоями (например, между слоями человеческого, животного, растительного и т.д.) тоже происходит мироподобное взаимодействие, только ещё более ослабленное. Задача мирологии состоит в том, чтобы усилить внутрислойные и межслойные связи, сохранив при этом целостность уже существующих миров. В контексте разговора о человеческой ответственности эту задачу можно переформулировать следующим образом: *как внутренним мирам людей раскрыться для ответа друг другу и остальным живым существам, чтобы все участники при этом не потеряли своей целостности и уникальности.*

Уровни развития — это «количественная» характеристика признания и понимания слоёв субъектности. Кто-то считает живым (т. е. обладающим внутренним субъектным измерением) только свой слой, кто-то свой и соседний (например, большинство людей считают друг друга субъектами, а животных — лишь близкими по субъектности существами),

но есть и такие, кто признает наличие субъектности у растений, минералов, элементарных частиц... Так можно предположить, что признание и понимание сразу всех слоёв субъектности характеризует Божественный мир.

Если межслойное взаимопонимание задаёт вертикаль отношений, то горизонталь отношений лежит внутри каждого субъектного слоя. Например, человек сначала сосредоточен только на собственном субъектном измерении (эгоизм), потом догадывается о том, что другие люди тоже обладают внутренними мирами (возникает эмпатия), затем появляется осознание «категорического императива» (раз он живой, то не может быть средством для моих целей), и наконец, случаются прорывы к настоящей интересубъектности, когда внутренний мир Другого переживается как собственное бытие без субъект-объектного разделения. Об этом тождестве писал в работе «Я и Ты» Мартин Бубер.

Возможно, настоящие прорывы к интересубъектности сопровождаются межслойными взаимодействиями, так что оба процесса развиваются параллельно.

### ***Работа, от которой не уклониться***

Гипотеза заключается в том, что *каждый человек может стать создателем смыслов для других миров, но для этого нужно совершить работу по превращению своих реакций на обстоятельства в ответы на глубинные запросы жизни*. Если человека «запрашивают», значит другие миры и субъектные слои нуждаются в тех ценностях, которые он может родить своими поступками. Возникает отношение: человек спрашивает вовне, а оттуда тоже приходит запрос — запрос на ответы-выборы, каждый из которых уникален и универсален одновременно. Действительно, для всех остальных миров — мой личный ответ-выбор уникален, потому что уникальны мои личные обстоятельства и мои конкретные поступки, с другой стороны, для меня самой этот ответ-выбор универсален, потому что непосредственно связывает меня с другими мирами. Это сложная работа по превращению стереотипного (т. е. имеющего ограниченный набор реакций на типичные обстоятельства) и единичного (т. е. каждый раз по-новому комбинирующего эти типичные обстоятельства и стереотипные реакции) в универсальное [4].

Рассмотрим несколько примеров того, как разные авторы понимают эту работу.

У А.Ф. Лосева она связана с мифом. Миф для него есть *чудо совпадения в некоторой точке разных личностных слоёв*. Нет чуда и нет мифа, если один слой не вторгается в другой слой, нарушая горизонтальную причинность удивительными совпадениями, необъяснимыми в рамках слоя. «Ясно, что в чуде мы имеем дело, прежде всего, с совпадением или, по крайней мере, со взаимоотношением и столкновением двух каких-то разных планов действительности. Это, по-видимому, и заставило многих говорить о вмешательстве высших сил и о нарушении законов природы» [1, с. 161]. Миф есть, кроме того, сама личностная история, ведущая к чуду совпадения. Эта история (т. е. действие, работа) противостоит расслабленности демифологизированного существования, в котором происходит редукция слоёв бытия. В таком однослойном и плоском мире (уилберовская «флатландия») встреча миров невозможна, поскольку каждый считает себя единственным.

К.Г. Юнг называет запрос другого слоя «нуминозностью». Нуминозность (лат. *numen* – божество, воля богов) — понятие, характеризующее важнейшую сторону религиозного опыта, связанного с интенсивным переживанием таинственного и устрашающего божественного присутствия. «Нуминозный характер переживаний означает, что они преодолевают человека: признанию в подобном чувстве противится не только наша гордость, но и глубоко укоренившийся страх перед возможной утратой сознания своего верховенства, а зачастую гордость — всего лишь отводящая глаза реакция, прикрывающая наш тайный страх» [6]. Юнг пишет о том, что, отказываясь принимать запрос, исходящий из *по-настоящему другого* мира, человек может «залатать дыру» от этого чуждого вторжения ложными и удобными объяснениями – рационализациями. Но эти объяснения имеют только временную

силу, нам не спрятаться за ними и не уклониться от настоящей работы – работы становиться взрослыми и давать жизни вершиться через нас.

Г.С. Померанц и З.А. Миркина назвали эту работу – *работой любви*. И даже создали одноимённый семинар, чтобы учить людей этой работе и самим никогда не разучиваться её делать. Работа любви – это рост души и рождение в ней внутреннего смысла, превышающего саму душу. Никто не может сделать за человека эту работу, но и сам он никогда с ней не справится, если не признает, что в глубине его мира живёт Другой и Другие, и что внутренняя Бесконечность, прорастающая из этой глубины, всегда растёт для Других.

Так мы приходим к понятию *смирения*, предшествующего подлинной ответственности. Смирение – это тоже работа. Работа понять себя как мир, внутри которого есть выход в более глубокий мир, превышающий свой собственный. А это значит, что отношение между мирами всегда есть *диалог, основанный на смирении*.

Возможно, имеет место некая спираль восхождения: сначала мироподобная структура может только реагировать (отвечать в рамках функциональности), затем она поднимается до вопрошания (устремляется за свои пределы), затем снова готова отвечать (но уже как ответственность), а затем снова спрашивать (но уже о самом существенном) и т. д. В какой-то момент этого восхождения мироподобная структура дорастает до того, чтобы стать онтологически полноценным миром.

Места разрыва причинности внутри одного мира (или слоя общей субъектности) — это и есть точки пересечения миров (слоёв), потенциальные точки Встречи. Именно они, не будучи освещены смирением-ответственностью, становятся местами для симулякров, суррогатов, ложных культов и т. д. Страх (вместо работы любви) перед принципиальной инаковостью, непонятностью и тайной других миров превращает такие места в настоящие камни преткновения. Смерть – одно из важнейших мест разрыва причинности – дыра в неизвестное, из которой буквально «хлещет» Иное. Страх смерти тоже необходимо постоянно трансформировать в работу любви. Этой работе противостоит также пошлость – заполнение мест встречи миров псевдосубстанцией, которая никуда не отправляет, не подразумевает никакой глубины и никакого подлинного Другого. *Страх и пошлость индивидуальны, даже если ими охвачены все. Работа любви – коллективна (диалогична), даже если её делает один человек.*

В конце этого небольшого исследования хочется снова обратиться к логотерапии Виктора Франкла. Вспоминая своё пребывание в концентрационном лагере, где он помогал людям, потерявшим смысл жизни и желающим покончить с собой, Франкл писал: «Нужно было попытаться произвести в них своего рода коперниканский переворот, чтобы они уже не спрашивали, ждть ли и что им ждть от жизни, а получили представление о том, что, наоборот, жизнь ожидает их, что каждого из них, да и вообще каждого, что-то или кто-то ждть – дело или человек...» [5, с. 151].

#### Библиографический список

1. Лосев А.Ф. Диалектика мифа / Лосев А.Ф. Миф — Число — Сущность. – М.: Мысль, 1994. – с.5-216.
2. Лэнге А. Жизнь, наполненная смыслом. Логотерапия как средство оказания помощи в жизни. – М.: Генезис, 2021. – 144 с.
3. Моисеев В.И. Мирология: наука о мироподобных системах. – М.: Издательство URSS, 2022. – 600 с.
4. Подзолкова Н.А. Универсальность как новая оптика видения универсального и уникального // XXI Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2021». Материалы конференции. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2021 – С. 260-264.
5. Франкл В. Психолог в концентрационном лагере / Франкл В. Человек в поисках смысла. – М.: Прогресс, 1990. – с.130-156.



6. Юнг К.Г. Попытка психологического истолкования догмата о Троице // Электронная библиотека RoyalLib.com. URL:[https://royallib.com/book/yung\\_karl/popitka\\_psihologicheskogo\\_istolokovaniya\\_dogmata\\_o\\_troitse.html](https://royallib.com/book/yung_karl/popitka_psihologicheskogo_istolokovaniya_dogmata_o_troitse.html) (дата обращения: 04.04.2022).

УДК 111.8  
ГРНТИ 02.15.00

## СОВРЕМЕННЫЙ СПИСОК ТРАНСЦЕНДЕНТАЛИЙ

Борчиков С. А.

*г. Озёрск, Челябинская область*

kwsn@mail.ru

В статье приводится перечень и краткое обоснование категорий, которые в истории философии прошли апробацию на статус трансценденталий или, по мнению автора, претендуют на таковой.

*Ключевые слова:* категория, трансценденталия, сущее, Абсолют, предмет метафизики.

## MODERN LIST OF TRANSCENDENTIALIES

Borchikov S. A.

*Ozersk*

The article provides a list and brief justification of categories that in the history of philosophy have been tested for the status of transcendentalies or, in the author's opinion, claim to be such.

*Keywords:* category, transcendentalia, existence, Absolute, subject of metaphysics.

Целью научной конференции, кроме прочего, является отчет исследователей о проделанной за год работе. Отчитываюсь: за год с прошлой конференции я занимался развитием теории трансценденталий. Перечислять различные аспекты и этапы этой работы сейчас не место. Ограничусь лишь современным списком (перечнем) трансценденталий, на который я вышел.

Определение трансценденталий даю здесь самое общее. Это суперуниверсальные категории, которые способны преодолевать свои категориальные и сущностные границы, обретая предикат сущести (сущего).

Первоначально, на заре схоластики, трансценденталий было всего три: *unum, verum, bonum* (единое, истинное, благое). Потом Фома Аквинский довел число трансценденталий до шести, добавив сущее (*ens*), вещь (*res*) и чтойность (нечто, *aliquid*). Дунс Скот добавил мудрость. Дальше в истории философии было много попыток увеличить число трансценденталий, вплоть до всех категорий философии и даже до значимых мифологических и религиозных символов. Но такое увеличение привело к своей противоположности – дезавуированию не только понятия трансценденталии, но даже и понятия категории. Поэтому я остановился в своих исследованиях на числе 12.

Вот перечень (список, таблица, веер) имен двенадцати трансценденталий, так или иначе апробированных в мировой философии (с коннотациями в скобках): сущее, бытие (*Dasein*), сущность (чтойность, интенция, *Sache*), единое, истина, благо (Я), вещь, форма, мудрость (София), понятие (мыслеидея), мышление (*Cogito*, логос), Абсолют (Бог).

Краткое обоснование.

1) *Сущее*.

Сущее является первотрансценденталией, поскольку, согласно определениям от Аристотеля до Хайдеггера, *всё, что существует, есть сущее*, начиная от какого-нибудь камня и инфузории-туфельки до Вселенной и даже Бога. «Аз есмь Сущий», – сказал Бог [1].

2) *Бытие*.

Те онтологии, которые приравнивают сущее и бытие, усекают список категорий на одну строчку, считая сущее и бытие просто логическим удвоением (дуплексом), с незначительными нюансировками. Собственно, так было в истории философии вплоть до Канта и особенно Хайдеггера, пока категория «Dasein» (здесь-и-сейчас-человеческое-бытие-существование) ни стала выделяться ими, претендуя на роль полноправного члена списка.

3) *Сущность*.

По сути, сущность не должна была входить в список трансценденталий, так как она одна из категорий Аристотеля, а трансценденталиям вменяется выход за категориальные границы. Но поскольку сущность является центральной категорией, суперкатегорией, она не может не детерминировать всю категориальную наличность. В истории философии так и происходило: выгнанная в дверь категория сущности стала проникать в жилище трансценденталий через окно под видом чтойности, нечто, интенции, субстанциальной вещиности и т.п.

В итоге в настоящее время совершенно очевидно, что трансценденталийная триада или триплекс «Сущее – Бытие – Сущность» является, пожалуй, самым мощным и инвариантным основанием всех философских систем в мире.

4) *Единое*.

Категория единого, мощно зазвучав в философии Платона, обрела статус трансценденталии в неоплатонизме. Из Единого эманурует весь мир, даже боги, не говоря уже об умах, душах и просто материальных телах.

5) *Истина*.

Тут обоснование излишне. Мышление и философия, которые не стремятся к истине как идеалу, не мышление и не философия вовсе. Даже скептики, отрицающие истину, высказывают свое отрицание в форме истинностного суждения, – известный софизм.

6) *Благо*.

Категория, которая тоже тянется от Платона. Она имеет тотальное подкрепление в этическом и религиозном сознании в виде дуплексной категории «добро», тем самым придавая онтологическим трансценденталиям антропологическую окраску.

В итоге очевидно закономерно, что первая классически-каноническая тройка трансценденталий так и выформировалась на заре схоластики как триада или триплекс «*unum – verum – bonum*», где каждая трансценденталия является обратимой с самим Сущим-Богом.

7) *Вещь*.

Куда без вещи? Эта трансценденталия фиксирует наличие локальных, замкнутых, конечных элементов у предыдущих бесконечных трансценденталий, т.е. элементов сущего, бытия, блага, мира и т.д. Больше того, сила этой трансценденталии такова, что сам *мир* получает определение максимально большой целокупной Вещи. С развитием наук вообще складывается дуплекс «Вещь – Мир» с инверсией трансценденталии вещь в Мир.

8) *Форма*.

Традиции формославия очень древние. Первый рефлексивный выплеск они получили в философии Аристотеля, у которого форма приравнивается даже к сущности. Тем не менее только с Канта, открывшего трансцендентальный метод, направленный на познание форм, эта категория начинает обретать сущие контуры. Последующие успехи кантовской философии дали мне основание сначала провозгласить *формалию* – субстанцию всех форм (см. теорию формалии [2]), а теперь – причислить форму к трансценденталиям.

9) *Мудрость.*

Философия, по определению, любовь к мудрости (софии). Как не отнести мудрость к трансценденталиям, детерминирующим всё бытие философии. Это для философа просто немыслимо, что и сделал в свое время Дунс Скот.

10) *Понятие.*

Под понятием в данном случае понимается не штамп из популярных учебников по формальной логике и философии, а скорее мыслесозерцаемая, мыслечувствуемая идея Платона, которая в учении Гегеля развилась до высшей точки – абсолютной Идеи в виде метакатегории «Понятие», давшей название третьему тому «Науки логики». Понятие – это иное-сущее, а мир – ино-бытие понятия.

11) *Мышление.*

Аналогично мышление – это не просто широкая психологически-антропологическая способность человека (хотя и она тоже), а особая субстанция или в терминологии Декарта – *Cogito*, коннотационно содержащаяся в его знаменитом лозунге *Cogito ergo sum* («мыслю, следовательно, существую»), лежащем в начале всей мировой философии Нового времени. Невозможно обойти такую трансценденталию.

12) *Абсолют.*

Как сущность стоит на вершине категорий Аристотеля, так Абсолют является вершиной трансценденталий. Сущее – в основании, а Абсолют – пик, супертрансценденталия. Можно даже сказать, что всё здание трансценденталий есть Абсолют, а каждая трансценденталия – его трансформерное состояние. Это полностью соответствует историософским традициям, когда Абсолют составляет дуплекс с Богом: неявно – во всей мировой философии, явно – начиная с Николая Кузанского, проходя через немецкий классический идеализм, вплоть до философии В.С. Соловьева включительно.

Таким образом, данный список отражает таблицу или матрицу взаимоувязанных трансценденталий числом 12, которые в качестве метакатегорий и в силу принципа универсальной трансцендентале-детерминации пронизывают, обосновывают и порой методологически явно объединяют всю мировую культуру, включая философию (особенно), в единое целое. Так что даже можно сказать, что трансценденталии – это сущий предмет философии или во всяком случае метафизики, ведь метафизику Дунс Скот точно считал наукой о трансценденталиях *per se* (самых по себе). Наша (философов) задача – продолжать их адекватное познание.

Библиографический список

1. Библия. Исх, 3:14.
2. Борчиков С.А. О метафизике формы // Философские науки. – 2014. – №8. – С.111-119.

УДК 130.2  
ГРНТИ 02, 13

**МИФОЛОГИЗАЦИЯ СОЗНАНИЯ: ВЧЕРА И СЕГОДНЯ**

Глазков Д. С.

МБОУ Лицей №39,  
г. Озёрск, Челябинская область

glazkovdima@list.ru

В статье анализируется феномен мифологизации человеческого сознания с целью ответить на вопрос: является ли миф архаической структурой, которую необходимо изживать,

или базовым свойством психики, которое необходимо изучать и использовать? От решения этой задачи зависит понимание многих процессов в современной культуре: от манипулирования сознанием в рекламной индустрии до искусства фотографии и драматургии.

*Ключевые слова:* миф, сознание, дискурс, знак, культура, коммуникация.

## MYTHOLOGIZATION OF CONSCIENCE: YESTERDAY AND TODAY

Glazkov D. S.

*MBOU «Lyceum №39», Ozersk*

The article analyzes the phenomenon of mythologization of human conscience in order to answer the question: is myth an archaic structure that needs to be eliminated, or a basic property of the psyche that needs to be studied and used? An understanding of many processes in contemporary culture, from the manipulation of consciousness in the advertising industry to the art of photography and high drama, depends on solving this problem.

*Keywords:* myth, conscience, discourse, sign, culture, communication.

Переход от мифа к логосу считается переломным моментом в развитии мышления человека. Первоначально необъяснимые явления трансформировались в простые аналогии, где сами эти явления сравнивались с чем-то более представимым или понятным. В ходе развития сознания начало себя проявлять научное мышление, в котором всё (даже странное и непонятное) стало восприниматься через постоянство соблюдения законов природы, обеспечивающих своеобразный контроль над происходящим. Можно было бы предположить, что мифологическое мышление уйдёт на второй план. Однако этого не произошло, а значит у мифа были веские причины, чтобы «задержаться» в нашем сознании. Попробуем разобраться с этими причинами.

Одна из основных функций мифа — давать объяснение, успокаивающее сознание. Когда человек не может обнаружить причинно-следственную связь — он (осознанно или неосознанно) её создаёт. Выходит, что *миф — это созданный текст, который возникает или считывается при столкновении с тем, что не поддаётся объяснению.*

Стоит также откинуть мнение, что миф — явление архаическое, поскольку и для современного человека по-прежнему существуют трудно объяснимые явления, которые хочется облачить в простую и доступную форму. Таким образом, можно заметить, что речь всегда идёт не о каком-то определённом типе мышления (мифологическом или научном), а об их взаимоотношении [4, с.163]. Заметим также, что миф оказался не менее устойчив, чем «новые» теории, пришедшие не из области повседневного. Из этого попробуем доказать, что *миф — это своеобразный язык повседневности, существующий за счёт постоянного самовоспроизведения.*

### *Создание мифа*

Поскольку миф имеет не только коммуникативную функцию, но манипулятивную, то он должен выводить к референту, который будет использоваться для достижения наибольшего понимания. Когда не существует знака (предмета, содержащего миф) или его содержимого, тогда не существует и мифа, поскольку это явление, которое имеет влияние лишь в целостности. Принимая это во внимание, говорим, что коммуникация возможно тогда, когда языком способны овладеть все, следовательно, сам миф должен быть прост и воспринимается всеми однозначно во имя его общедоступности.

Обратим внимание также и на то, что и «миф», и «логос» можно перевести на русский язык как «слово», но это будут *разные* слова. Если логос претендует на конкретику, то миф образует тотальность высказывания. Логос — это разностороннее изучение проблемы,

которое включает в себя неоднозначные аспекты, в то время как миф всегда ярко выражен, за счёт чего он легче усваивается и обладает наибольшей универсальностью обращения. Также стоит отметить, что миф в современном понимании нельзя уподобить символу, поскольку тот имеет множество отличных от друг друга значений, определяемых ситуацией, а миф — только одно, но *бесконкретное*. Эта лёгкость усваивания достигается не одним лишь упрощением смыслов, но и постоянным повторением, что выражено в ритуалах, *закрепляющих* миф. Причём под повторением подразумевается не некоторый цикл, а постоянство действия, то есть миф существует как будто бы всегда. Атрибутика же этих ритуалов не имеет столь принципиального различия, поскольку формат их широк и разнообразен. Ритуалы наполняют вещь новым, дополнительным смыслом. Если же вещь уже *заполнена*, то она *переворачивается*, очищается и заполняется снова, что видно на истории фотографии, в которой фото, борясь со своей документальной природой, породило отрыв от реальности в виде, к примеру, отретушированных фотопортретов.

Вещь очищается от истории (от будущего и прошлого) и присутствует только в настоящем моменте. Она остаётся без собственности, то есть без принадлежности самой себе, а входит в оборот. Примером тут может послужить автомобиль, который в совокупности с квартирой, престижной работой, статусными фаворитами и другими атрибутами транслирует миф об успешном представителе общества. Всё это возводится в культ, становится служением некому идеалу, который сам по себе недостижим, но, ублажая его, мы можем примкнуть к «идеальному целому» в виде его составной части. Подобного рода служение дарует удовольствие, поскольку субъект не выбивается из *тиража* [2] и встречает одобрение со стороны других участников этого странного «культа». Всё это в совокупности приводит к тому, что предмет не мыслится в собственных качествах, а только лишь по критериям соответствия мифу. Человек оценивается по исполнению разного рода функций — по тому, как он встраивается в общую приемлемую систему. Сама эта система — мифология, которая составлена из множества мифов. В сознании современного человека выявить её чрезвычайно сложно, поскольку само это сознание фрагментарно [3]. Уход от метанарративов в середине прошлого столетия привёл к тому, что общество не имеет одной общей структуры знаков и понятий. Они существуют в нашем мышлении, не образуя никакой целостности. В то же время мифология продолжает стремиться к глобальному рассказу, достижимому только с помощью копирования дробной структуры сознания, где части, отсылающие к разным элементам реальности, закрепляются в мифологизированном сознании.

### *Работа мифа*

Для понимания структуры мифа, мы можем разбить его на три составляющих: *означающее, означаемое* и *знак* как связь между первым и вторым. Принципиально наличие третьего элемента, поскольку без него не достигается целостность. Если выбрать подход, предполагающий рассмотрение одного из компонентов в отрыве от другого, то нарушится связь, а значит, и действие. Иначе говоря, подход станет либо циничным, уводящим взгляд от первоначального посыла, либо ложно обличающим, предполагающим существование одного лишь посыла. При столкновении с реальностью мы не воспринимаем явление как трёхчастную структуру, а видим его как нечто целое. Это «склеивание» достигается при помощи переживания, то есть восприятия через близкое — причем не просто хорошо понятное, а не отделимое от нас самих. Подобное легко заметить в драматургии, в которой трагедия общества может преподноситься через трагедию индивида. Выбор делается в пользу частного примера, а не безликой абстрактной массы.

Продолжая речь о фрагментарности, отметим, что *миф подвижен и подстраивается под современную для него среду*. Он деформируется, вмещая в себя нововведения реальности, из-за чего сохраняет свою устойчивость. И всё это остаётся скрытым, поскольку области насыщения новыми компонентами безграничны. К примеру, перенимая элемент из популярной среды, приобретает сама популярность, из научной — иллюзия достоверности.



Всё это говорит о том, что миф избегает фиксации, поскольку для этого требуется выход за пределы собственного мышления, так как для нас нет ничего реальнее, чем сама мифология, ведь она и определяет нам эту картину реальности. Осмысливая мифы прошлого, мы смотрим на то сознание с нынешней высоты. Можно сказать, что власть над мифом обретает тот, кто способен его сформулировать и зафиксировать, выхватить те связи, которые отождествляют в сознании представления о мире с его объективной природой.

### *Разрушение мифа*

При возможности сформулировать миф открывается и возможность его переформулировки, за счёт чего вскрывается манипулятивная функция. Скажем так, чтобы избежать влияния мифа, следует его разрушить, что можно сделать лишь при помощи деконструкции, поскольку миф обладает постоянной изменчивостью, адаптацией. По Барту есть два антиномичных способа деконструкции: научный и художественный. Первый есть критический подход. Следует находить некие столкновения противоречий внутри мифологии. Таким образом мы пытаемся сблизить картину с реальностью, находя диссонирующие точки, от которых картина будет *рваться*. Но поскольку мифология по большей части основана на неосознанной вере, то такое сближение будет вновь отвергаться, ведь система уже предполагает и предотвращает возможность опровержения. Можно сказать, что критический подход может заставить усомниться в мифе, но не разрушить его [1].

Второй подход представляет собой возведение мифа в миф. Это можно представить в виде чрезмерного нагромождения, из-за которого структура начнёт сама себя разрушать. Если части структуры стоят так плотно, что их замена практически невозможна, то такой подход требует равноценного действия критики и сосуществования (квазимифа). Критика должна быть в общем поле метадискурса, мифологии, чтобы иметь возможность проникнуть внутрь или облачиться сверху, а поскольку этот метод требует довольно много изящества, в особенности художественного, то обращение к литературе, художественному тексту наиболее действенно для нашей цели, ведь вбирает себя как популярность изложения, так и использует переживания в своём наборе средств. По словам Камю, чтобы философствовать — следует писать романы.

В нашем же случае наиболее наглядным примером послужит драматургия сразу по нескольким причинам. Первая заключается в устройстве театра, внутри которого выстроена иерархия — от зрителя к сцене. Важна также и публичность представления, располагающая к полемике. Вторая причина определяется временем. Спектакль существует в момент игры актёров, что выстраивает иерархию уже на уровне информационных приоритетов. То есть зрителя заставляют погружаться в действие и сопереживать героям, из-за чего происходящее на сцене (порой и в зале) становится для него (зрителя) истинным.

Примером подобного театра может послужить драматургия Н.В. Гоголя, в которой незримо присутствует автор, что уже добавляет трансцендентный уровень. Обращаясь к творчеству писателя, можно заметить, насколько любим им приём создания театра в театре: разыгранное представление вокруг Ихарева в «Игроках»; комедия положений в «Ревизоре», где все поддаются ненамеренному (само-)обману; и, наконец, появление самого автора комедии в «Театральном разъезде...», наблюдающего за не-спектаклем после спектакля во время самого (с точки зрения зрителей) спектакля. В этом ряду интереснее всего «Женитьба», поскольку она совмещает черты остальных пьес. Действие здесь намеренно опошляется, превращаясь в водевиль, который ломается в конце пьесы. Так автор как будто создаёт миф, а потом дважды его разрушает: сначала на уровне фабулы, а затем на уровне всей структуры произведения. Во всех случаях можно наблюдать, как Гоголь, пользуясь социальной сатирой, не оспаривает всё прямыми жестами, а делает это, последовательно проникая в мир персонажей.

Так или иначе, миф нельзя принимать однозначно негативно. На современном этапе он неизбежен. Можно сказать, что появление мифа характеризует *время и сознание современного*

человека. В то же время выход из мифологии, её преодоление может символизировать следующий шаг на пути развития сознания.

#### Библиографический список

1. Барт Р. Мифологии. – М.: Академический проект, 2014. – 353 с.
2. Бодрийяр Ж. Общество потребления. – М.: АСТ, 2020. – 320 с.
3. Неклюдов С. Введение в теоретическую фольклористику. Курс лекций. / Сайт Постнаука.ру – URL: <https://postnauka.ru/courses/31551> (дата обращения: 25.03.2022).
4. Эванс-Причард Э. История антропологической мысли. – М.: Восточная литература, 2003. – 358 с.

УДК 008

ГРНТИ 00.08

#### БИФУРКАЦИЯ 22.02.2022

Войцехович В. Э.

*Тверской государственный университет,  
г. Тверь*

[synerman@gmail.com](mailto:synerman@gmail.com)

Указ Президента РФ 22.02.2022 вывел Россию на собственную траекторию эволюции. Формируется система международных отношений, акторами которой являются США, Китай, Россия. В Российской цивилизации начинается становление собственной идеологии, политики, экономики, культуры.

*Ключевые слова:* цивилизация, социальная синергетика, бифуркация, траектория эволюции, актор, ценность.

#### BIFURCATION 22.02.2022

Voitsekhovich V. E.

*Tver State University, Tver*

The Decree of the President of the Russian Federation on 22.02.2022 brought Russia to its own trajectory of evolution. A system of international relations is being formed, the factors of which are the United States, China, and Russia. The formation of its own ideology, politics, economy, and culture begins in the Russian civilization.

*Keywords:* civilization, social synergetics, bifurcation, trajectory of evolution, actor, value.

#### *Поворот мировой истории*

22 февраля 2022 произошёл поворот мировой истории: Президент РФ В.В. Путин подписал указ о признании ДНР и ЛНР. Возобновилась активная борьба России против Запада, точнее, против США.

Первыми поставили вопрос о принципиальном различии России и Европы славянофилы, особенно Н.Я. Данилевский. Его догадка об отсутствии единого исторического процесса на планете Земля, о том, что разные цивилизации эволюционируют разными путями, развивалась О. Шпенглером, А. Тойнби, С. Хантингтоном и другими.

Столкновения Запада и России продолжались более четырех столетий. Поляки, французы, немцы пытались колонизировать Россию. С 1985 г. отношения с Западом смягчились, противостояние ослабело. Но с 2008, особенно с 2022 года борьба ведётся уже не скрытно, а явно, грубо, военными способами, пока не дошедшими до Третьей мировой войны.

### ***Критика западной цивилизации***

В соответствии с моделью Шпенглера Запад (точнее, элиты — политические, научные, военные) в XX веке вошёл в стадию деградации. Поэтому он породил фашизм (национал-социализм), две мировых войны, навязывает свои социально-культурные образцы всему миру. С конца XX в. Запад потерял способность выдвигать принципиально новые парадигмы развития цивилизации. Продолжает варьировать идею капитализма (К. Шваб, Римский клуб, З. Бжезинский и т.п.). Отдельные же политики ради сохранения своей власти готовы развязать Третью мировую войну и уничтожить большую часть человечества. Методы социального управления на Западе проэволюционировали от мягких к жёстким, всё более основаны на лжи, пропаганде, психическом и физическом насилии.

Какова та новая социальная реальность, в которую входит человечество с 2022 года? Описать, объяснить и прогнозировать современный социальный кризис могла бы социальная теория, точнее, общая теория эволюции социальных систем. Попытки приблизиться к теории мирового процесса предпринимались многократно, начиная с Г. Гегеля, К. Маркса, Данилевского, Д. Белла. Однако общепринятой теоретической схемы нет до сих пор. Почему? В объект исследования входит субъект (учёный, научное сообщество), поэтому возникает субъект-объектное знание, которое признают одни группы учёных и не признают другие. Возникает «эффект Эдипа». Мировоззрение, система ценностей учёного (представителя той или иной цивилизации) определяют структуру теории, которую назвать объективной и научной нельзя.

### ***Социальная синергетика***

Новые попытки создания теории эволюции социума (ТЭС) произошли вследствие открытия теории самоорганизации в СССР в 1950-е годы, а затем в Германии и Бельгии в 1960-70-е годы XX века. Первоначально синергетика успешно работала в естественных науках. Возникла синергетическая (фрактальная) парадигма.

В 1995 В.П. Бранский первым выдвинул теорию самоорганизации социальных систем [2]. Тогда любое общество моделируется как самоподобная развивающаяся система. Она проходит стадии порядка и хаоса, входит в точку (период) бифуркации, в которой идёт борьба множества акторов (групп действия, партий). Победа одного из двух главных акторов толкает социум на соответствующую траекторию развития. Траектория эволюции проигравшего актора остаётся в потенции. В точке бифуркации общество в состоянии высокой сложности и малой предсказуемости. В период между бифуркациями властный актор управляет социумом. Сложность мала. Общество формируется как социальный фрактал (самоподобная система) [3].

Так, в России в 1917 г. шла борьба трёх акторов: монархического (законная власть), либерального (буржуазного) и социал-демократического (большевики в союзе с советами трудящихся). В феврале либеральный актор одолел монархический. Началась борьба оставшихся двух. В октябре победил большевистский актор, закрепившийся на 73 года. С 80-х годов в СССР формируется соперник властного актора — либеральный (буржуазный). В августе 1991-го он захватывает власть. Казалось бы, Россия стала частью Запада. Однако буржуазная программа привела к деградации многих областей цивилизации Россия (наука, образование, медицина, рождаемость, социальная гармония). Полуколониальный статус страны перерастал в колониальный. С 2008 противостояние Западу обострилось и перешло в прямое столкновение на территории Украины. С 2008 по 2022 годы — период бифуркации — шла борьба двух акторов: «государственников» и «либералов» (иначе: «силовики» и «буржуазии»). Победили «государственники».

Самоподобие России как развивающейся цивилизации (социального организма) диалектически и синергетически описал А.С. Ахиезер, раскрыв историю России за тысячу лет как семеричный фрактал [1].

Какая же международная ситуация сложилась к 2022 году? На какую траекторию эволюции вышла Россия?

6 В мире проявились три независимые, самодостаточные цивилизации, три актора: США, Китай, Россия. Остальные страны — либо примыкают к одному из трех «действителей», либо держат временный нейтралитет.

7 Россия противостоит Западу (особенно США), сближается с Китаем (временно, на 10 - 20 лет, пока это выгодно обоим, пока продолжается ослабление США и не обострились противоречия с Китаем).

8 В мире за последние 2 – 3 столетия сложился образ России как консервативной страны, носителя традиционных ценностей (духовность, государство, семья, народ, справедливость). В то же время, это цивилизация, способная на революционно-творческие скачки как в социальном, так и в научном развитии.

9 Глобализация как «американизация» останавливается на всей планете. Россия частично «закрывается», внедряет политику «опоры на внутренние силы». Продвигает идею новой ООН, Центра согласования интересов, который будут вести три актора.

10 Демократия как западная форма правления теряет влияние. Её теснит имперская форма правления. Эра капитализма (господства телесных ценностей) заканчивается. Приближается следующая эра развития человечества — «Новое средневековье», отличающаяся господством духовных ценностей. Возможно, это всемирная «экоцивилизация».

### ***Новые цели философского познания***

С момента бифуркации (указа президента РФ, подписанного специально в нумерологически значимую дату 22.02.2022) цивилизация России идёт своим путём. Строятся новая политика, экономика, культура, наука, в том числе, философия.

Новыми целями и задачами философского исследования являются:

- формулировка философских идей, специфических для российской цивилизации, развивающих идеи В.С. Соловьёва, Н.Ф. Фёдорова, И.А. Ильина, Э.В. Ильенкова и других;
- выработка собственного философского языка, в особенности, синтетических методов познания (для Запада характерны аналитические методы), в частности, концепций меры, красоты, гармонии, мироподобия и других интегральных методов [4];
- выдвижение новых идей, выходящих за рамки западных учений, в том числе, цивилизации синтеза, в которой происходит сближение и объединение религии, философии, науки, искусства, достижений Востока и Запада;
- разработка понятия цивилизации как самоорганизующейся самоподобной системы, её различных моделей, в том числе, имперской;
- разработка программы развития России как самодостаточной цивилизации (в аспектах – идеологическом, политическом, экономическом, социально-культурном, духовном и т. п.).

### **Библиографический список**

1. Ахиезер А.С. Россия: критика исторического опыта. Т.1-3. – М.: Философское общество, 1991. – Том 1: 319 с.; том 2: 378 с.; том 3: 471 с.
2. Бранский В.П. Теоретические основания социальной синергетики // Вопросы философии. – 2000. – № 4. – С. 112 – 129.
3. Войцехович В.Э. История как фрактал // Культура и культурная политика. – 2005. – Вып. 1. – С. 156 – 161.
4. Малинецкий Г.Г., Войцехович В.Э., Вольнов И.Н., Колесников А.В., Скиба И.Р., Сороко Э.М. Красота и гармония в цифровую эпоху: Математика – искусство – искусственный интеллект. Будущее и гуманитарно-технологическая революция. – М.: ЛЕНАНД, 2021. – 240 с.

УДК 304.4; 327.8; 355.014  
ГРНТИ 03.23.55

## НОВЫЕ СТАРЫЕ ВЫЗОВЫ РОССИЙСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ

Комаров А. А.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ  
г. Озёрск, Челябинская область*

AAKomarov@mephi.ru

В статье анализируются причины и формы противостояния двух типов цивилизаций – российской и западной — за последние сто лет. Вскрываются механизмы военного, экономического и идеологического давления на внешнюю и внутреннюю политику России со стороны Запада. Это пятая статья авторского цикла «Почему Россия — Россия».

*Ключевые слова:* российская цивилизация, «холодная война», экономика, политика, идеология, «железный занавес».

## NEW OLD CHALLENGES TO RUSSIAN CIVILIZATION

Komarov A. A.

*OTI NRNU MEPHI, Ozersk*

The article analyzes the causes and forms of confrontation between two types of civilizations – Russian and Western – over the past hundred years. The mechanisms of military, economic and ideological pressure on Russia's foreign and domestic policy from the West are revealed. This is the fifth article in the author's "Why Russia is Russia" series.

*Keywords:* Russian civilization, Cold War, economy, politics, ideology, Iron Curtain.

В предыдущих публикациях мы пытались разобраться с некоторыми особенностями менталитета русского народа с точки зрения исторической и природно-климатической. Эти особенности стали основой для формирования российской цивилизации, включающей множество народов, населяющих огромное евразийское пространство. При этом сама российская цивилизация — одна из самых молодых среди мировых цивилизаций. В отличие от многотысячелетних китайской, индийской, европейской цивилизаций она зародилась чуть более тысячи лет назад и всерьёз вышла на мировую арену в течение ближайших двух-трёх столетий.

По представлению людей старых цивилизаций, развивавшихся в условиях относительно благоприятного климата, на Земле есть пространство, не предназначенное природой для существования людей (и находится оно, как мы уже выяснили в предыдущих статьях, внутри «нулевой изотермы января» [3]). Это пространство заселялось различными мифологическими существами, и никто из народов старых цивилизаций на него не претендовал. Возможно, именно это архаическое воспоминание послужило причиной возникновения устойчивого мифа о том, что в условиях, где «нормальные» люди проживать не могут, селятся исключительно неприхотливые «варвары», люди «дикие» и принципиально не способные к культурному строительству.

Здесь мне видится корень той устойчивой подозрительности, зачастую переходящей во враждебность, по отношению к русскому народу со стороны «цивилизованной» Европы. Отсюда и многовековые попытки «окультуривания» («крестовые походы» на Русь от тевтонских рыцарей до гитлеровского нашествия, освященного верховными католическими лицами — римскими папами), и попытки отхватить лакомые кусочки «лишней» земли



(желательно, конечно, вместе с «диким» населением — кто-то должен на этой земле работать). И несть числа этим попыткам: с времён Киевской Руси до становления Московского царства были потеряны и часть Крыма с Таманью (Тмутараканское княжество), и земли нынешних Украины и Белоруссии, и северные приладожские и приневские земли. Последующее расширение государства Российского проходило, в основном, за счёт либо возвращения на исторические земли, либо за счет продвижения на север и восток на малообжитые и малоосвоенные территории внутри «нулевой изотермы», где претендентов со стороны более древних и сильных государственных образований до последнего времени практически не было.

Времена менялись, но вековые предрассудки никуда не исчезли. Вот почему, выйдя за последние триста лет на ведущие позиции в мировой «табели о рангах», Россия неизбежно столкнулась с двумя проблемами, непосредственно вытекающими из отмеченных особенностей её формирования. Одна из них — внешняя — связана с исторически враждебным или подозрительным отношением Запада, которое выразилось в трёх «холодных войнах», проведённых против нашей страны за последнее столетие. Вторая — внутренняя — проистекает из особенностей проявлений и деформаций национального менталитета в течение сложной истории нашей страны в XX — начале XXI века. Рассмотрим подробнее каждую из этих проблем.

Внешняя проблема. В тени «холодных войн»...

Каждый раз старт холодных войн приходился на период максимального ослабления нашего государства. Первая такая война, не получившая в политике и истории термина «холодная», но фактически являвшаяся ею, была развязана после революции, гражданской войны и интервенции. В ней участвовали 14 стран Западной Европы. Коллективный Запад долго не признавал новой власти, бойкотировал нашу страну политически и экономически, рассчитывая на её развал и полный переход под его управление. Однако построение крепкого государства в СССР вынудило пойти на дипломатическое признание и экономическое сотрудничество. Это сотрудничество одновременно стало для многих стран (США, Германия и др.) «палочкой-выручалочкой» при выходе из «великого кризиса» капиталистической экономики конца 20-х — начала 30-х годов XX века. Однако это вынужденное сотрудничество завершилось очередным объединённым походом на Советский Союз, в котором участвовали уже 16 европейских стран.

Вторая «холодная война» началась после завершения второй мировой войны, когда советская страна получила невиданные разрушения и понесла невиданные человеческие потери в ходе последнего «крестового похода» объединённой Европы под предводительством Гитлера. Эта война была провозглашена в знаменитой «фултонской» речи Уинстона Черчилля в 1946 году, а ударной силой, призванной добить Россию, стали США, меньше всех пострадавшие во Второй мировой войны. Германия, Англия, Япония, Франция и др. в большей или меньшей степени были непосредственно затронуты бомбёжками и военными действиями и были серьёзно подорваны экономически, поэтому США в 1945 году заняли, по разным сведениям, от 50 до 60% мирового производства, то есть стали абсолютным доминантом.

В тот послевоенный период давление на Советский Союз последовательно разворачивалось по трём основным направлениям.

Первое — военное — было связано с созданием в США атомного супероружия силами ведущих атомщиков мира (в том числе двенадцатью Нобелевскими лауреатами), бежавших из Европы от нацистов и объединившихся с целью опередить Германию, активно работавшую над созданием такого супероружия. Международной команде удалось опередить немецких разработчиков, но к этому времени Германия капитулировала, и единоличный мировой супергигант с атомной бомбой попытался радикально решить вопрос с Россией — были разработаны планы атомных бомбардировок СССР («Дропшот» и др.). Основные участники международной команды учёных расценили эти действия американского правительства как

предательские, так как они работали не на правительство США, а в интересах антигитлеровской коалиции, и считали необходимым передать все свои наработки Советскому Союзу. Поэтому, когда руководство США сделало политический разворот против СССР, многие ведущие физики мира (руководитель проекта американец Роберт Оппенгеймер, немец Клаус Фукс, еврей Альберт Эйнштейн, итальянец Энрико Ферми, венгр Лео Силард, датчанин Нильс Бор и др.) сделали всё возможное, чтобы помочь советскому атомному проекту.

Второе — экономическое направление — было связано с установлением экономической блокады с помощью так называемого «железного занавеса». Так как основной ареной Второй мировой войны была Европа, то именно в Европе этот занавес и был «смонтирован». США в качестве абсолютного мирового экономического лидера выдвинули «план Маршалла», по которому они оказывали помощь в восстановлении после войны только тем европейским странам, которые не допускали коммунистические партии к участию в правительстве. Страны Западной Европы, попавшие в зону влияния США и Англии по результатам Потсдамского соглашения и оккупированные американскими войсками, приняли этот план (даже ценой правительственных кризисов, связанных с изгнанием коммунистов из правительств таких стран, как Франция и Италия, где компартии были ведущими политическими партиями и основными силами антифашистского сопротивления). Страны Восточной Европы, в значительно большей степени пострадавшие в ходе войны, так как основным театром военных действий был Восточный, а не Западный фронт, вошли в зону советской оккупации и план Маршалла не приняли, но восстанавливались с помощью Советского Союза — наиболее пострадавшего и разорённого участника войны. Преодоление возникшего колоссального экономического разрыва потребовало от нашего народа огромных усилий и достаточно длительного времени. Только через 30 лет экономический разрыв (который был в несколько раз на 1945 год!) между США и СССР сократился. Доля США и СССР в мировом промышленном производстве стали составлять соответственно 30% и 20%.

И третье — идеологическое направление. Приведу лишь два примера. Первый. В 60-е годы в Западном Берлине издательский концерн Акселя Шпрингера — ведущего западногерманского магната, владельца масс-медиа — воздвиг крупнейший в Германии небоскрёб, расположенный в сотне метров от Восточного Берлина. Небоскрёб был заполнен всевозможными редакциями, радио- и телестанциями, развёрнутыми в сторону Востока, светился всеми красками рекламы и был «витриной западного образа жизни». Таким образом эффектно подчёркивалась разница между уровнями жизни Западной Германии (ФРГ) и Восточной Германии (ГДР). Но необходимо учитывать две вещи: 1) экономика ФРГ поднималась на американские деньги по плану Маршалла; 2) ФРГ значительно меньше пострадала во время войны, поскольку англоамериканская авиация интенсивнее бомбила восточные районы Германии, которые отходили к советской зоне оккупации по соглашениям Тегеранской конференции. Так уничтожение Дрездена [2] вошло в историю как крупнейшая бомбардировка, соизмеримая с будущей атомной бомбардировкой Хиросимы. Действительно, на территории ГДР военные руины оставались даже в столице ещё спустя десять лет после войны (из небоскрёба Шпрингера было на что посмотреть), однако в скором времени (не без активной помощи СССР) ГДР вошла в первую десятку индустриально развитых стран мира (с населением 16 млн. против 63 млн. в ФРГ).

Второй пример. В 1969 г. я лично слышал передачу BBC о своём непосредственном участии вместе с товарищами по студенческому общежитию в «демонстрации протеста против Международного Совещания коммунистических партий в Москве». Я-то знаю, что такой демонстрации не было, а просто у нас в общежитии МВТУ им. Баумана перед началом летней сессии проходил традиционный ежегодный «весенний шабаш», не имеющий к политике вообще никакого отношения. На основании этих примеров хорошо заметно, что информация об СССР в западных СМИ часто подавалась напористо и извращённо.

Высокий уровень жизни на Западе (некоторые объективные причины которого рассматривались в предыдущих публикациях [1, 3]) и «железный занавес» (ограниченность объективной информации) делали своё дело: у нас нарастало стремление включиться в западную цивилизацию, а на Западе нарастало негативное отношение к российской цивилизации и стремление её отменить (читай — устранить). Наше стремление интегрироваться в западную цивилизацию привело к событиям «перестройки» и развала СССР, но цивилизационная несовместимость (отсутствие в русском менталитете развитого рыночного сознания рассмотрено в [4]) привела лишь к глубокому кризису — третьему за последнее столетие — и к очередной попытке Запада упразднить российскую цивилизацию.

Эта попытка сначала заключалась во втягивании предельно ослабленной страны в полуколониальное состояние. Ослабление можно почувствовать по цифрам статистики. Если в период подъёма ВВП Советского Союза по отношению к США составлял 30% в 1941 году, 40% в 1975 году, то во времена исторических катаклизмов эта доля составляла 13% в 1921 году, 16% в 1945 году, 18% в 2001 году (при том, что 2001 год был уже годом некоторого подъёма экономики после 90-х) [5]. *То есть упадок после развала Советского Союза в относительной величине соответствовал последствиям гражданской и Великой Отечественной войн.*

Провал попытки прямого политического и экономического подчинения России требованиям Запада привёл к разработке украинского проекта. Здесь был сделан упор на использование определённой особенности менталитета южнорусской части общерусской общности — Украины. Имея общие исторические корни и условия формирования российской ментальности, эта часть восточнославянской общности развивалась в климатически более благоприятных условиях, нежели остальная часть России. Более мягкий климат и более плодородные земли давали возможность получать большие урожаи, обеспечивая дополнительную часть — сверх удовлетворения прямых потребностей — которая шла на продажу. Следовательно, рыночный, предпринимательский навык формировался на этих территориях активнее. Поэтому Украина при прочих равных оказалась ментально ближе к Западу (да и территориально имея более близкие и тесные связи с ним) и легче поддавалась призывам вхождения в общеевропейскую общность. Именно на этой почве удалось внедрить понятие «Украина — не Россия», а далее — вырастить на базе националистических настроений украинскую разновидность нацизма, представляющего настоящую «раковую опухоль» на теле российской цивилизации.

Паллиативные методы лечения этой опухоли, грозящей смертельной опасностью, применявшиеся в течение последних 15-20 лет Россией, не приносили облегчения. Опухоль разрасталась и приняла критически опасные формы. Объединённый Запад принял самое активное участие в стимуляции её роста и развития. России в третий раз за столетие брошен цивилизационный вызов, и она приняла этот вызов.

#### Внутренняя проблема. Расчеловечивание...

Внутренняя проблема российской цивилизации, с которой она столкнулась в XX — начале XXI века, проистекает, как уже отмечалось, из особенностей проявлений и деформаций национального менталитета. Строго говоря, исторически XX век с его потрясениями начался не в 1900, а в 1914 году. До 1914 года мировое сообщество жило в представлениях XIX века. Хотя признаки наступления новых времён множились, они растворялись в общей рутине существования. Но — началась мировая война. Первая мировая! Человечество со всем его многовековым обществом не было психологически к ней готово. Мировая — это значит: невиданный охват стран и миллионы людей, ввергнутых в неё. Технически её участники к этому времени с помощью науки и изобретательства были оснащены оружием массового поражения (пулемёты, химическое оружие и т. д.) и получили возможность его применения. Теперь противник поражался массово как обезличенная далёкая толпа. Результат — невиданная мировая бойня! Если поставить рядом для сравнения картины Василия

Верещагина — знаменитого баталиста конца XIX века, участника русско-японской войны, и Отто Дикса — знаменитого немецкого художника, участника Первой мировой войны, то знаменитый верещагинский «Апофеоз войны» покажется почти пасторальной картинкой.

В этой войне что-то надломилось (а может, и сломалось) в душе не одного человека, а человечества. Человечество — *расчеловечилось*. Для огромной массы людей, прошедших через ту войну, жизнь человеческая потеряла всякую ценность.

Это обстоятельство повлекло за собой чрезвычайно жёсткие (и даже жестокие) способы решения социальных и политических вопросов в первой половине прошлого столетия как в России (а затем в Советском Союзе), так и во многих странах Запада. Тяжёлые военные и социальные потрясения, многочисленные людские потери, которые понесла наша страна, привели к определённой накопленной усталости народа, к стремлению успокоиться, отдохнуть — и на этом фоне закружилась голова от возможностей наслаждаться европейскими красотами и выбирать колбасы и сыры из трёхсот сортов при снятии «железного занавеса». Изменения в условиях жизни и широкая информатизация создали условия для существенных ментальных сдвигов в сознании народа. Довольно многочисленная эмиграция из страны, сопровождающаяся весьма завистливым отношением к этому, во многом объясняется не только реальной тяжестью и опасностью жизни в России 90-х годов, но и массовой подвижкой в такой характеристической черте народа, как бессребреничество. Деньги, нажива стали реальной жизненной целью множества россиян.

Возможно, я излишне оптимистичен, но у меня создаётся впечатление, что морок, охвативший в 90-е годы население нашей страны, постепенно, с трудом, но рассеивается, и здоровый менталитет народа восстанавливается. Тот цивилизационный вызов, который сегодня приняла Россия, проявился в удивительной для остального мира форме: так, как воюет Россия на Украине, не воюет никто — с максимально бережным отношением к мирному населению, спасая народ от его собственных мерзавцев. Это — продолжение подвига Советской армии, освобождавшей немецкий народ от его нацистской заразы в 1945 году. Судьба русских — освобождать другие народы и заканчивать войны. И нет в нас той ненависти, которая взращивалась и в Германии, и в нынешней Украине. Ведь «если ты ненавидишь, значит, тебя победили».

#### Библиографический список

1. Комаров А.А. Дерево и камень как средовые истоки глубины исторической памяти // XX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2020». Материалы конференции. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2020 – С. 217-221.
2. Комаров А.А. Комплиментарность как важнейший элемент русской ментальности // XIX Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2019». Материалы конференции. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2019 – С. 179-183.
3. Комаров А.А. Почему Россия – Россия // XVIII Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2018». Том 2. Материалы конференции. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2018 – С. 105-108.
4. Комаров А.А. Формирование духа предпринимательства в российской ментальности // XXI Всероссийская научно-практическая конференция «Дни науки – 2021». Материалы конференции. – Озёрск: ОТИ НИЯУ МИФИ, 2021 – С. 253-257.
5. Селищев А.С. Макроэкономика: Открытая экономика. Причины экономического роста. Динамика рынков. – СПб.: Питер, 2005. – 459 с.

УДК 215  
ГРНТИ 02.71

## ПОИСКИ БОЖЕСТВЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЗДРАВОВОГО СМЫСЛА

Коробкина М. Д.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

mari.korobkina@bk.ru

В статье разбираются основные мотивы, которые побуждают современного человека продолжать поиски божественной реальности. Дается оценка философскому дискурсу с точки зрения его эффективности в этих поисках. Рассматриваются вопросы веры, знания, отношения к различным религиозным институтам.

*Ключевые слова:* божественная реальность, религия, эмпирический метод, рациональный метод, мистический метод.

## THE SEARCH FOR DIVINE REALITY FROM A COMMON SENSE PERSPECTIVE

Korobkina M. D.

*OTI NRNU MEPHI, Ozersk*

The article deals with the main motives that encourage modern man to continue the search for a divine reality. Philosophical discourse is evaluated in terms of its effectiveness in this search. Issues of faith, knowledge, and attitudes toward various religious institutions are examined.

*Keywords:* divine reality, religion, empirical method, rational method, mystical method.

С давних времён люди задумывались о человеке не только как о материальном существе, но и как о том, что содержит нечто, не воспринимаемое эмпирическими чувствами. Вместе с поиском вечного в себе, возникал вопрос и о силе, которая движет материальным и нематериальным мирами, о законах существования всего вокруг. Рассуждая на эти темы, люди приходили к выводам о существовании богов. Так рождались религии, где были свои боги (политеизм) или свой Бог (монотеизм) с определёнными замыслами и требованиями к людям. В своей работе я хотела бы разобраться с причинами, побуждающими людей снова и снова, как в древние времена, заниматься поиском вездесущей силы? Почему сейчас, в XXI веке, эти поиски продолжаются, несмотря на то, что многие ответы уже найдены или намечены, и наука каждый день предлагает нам всё более серьёзные объяснения устройства мироздания. Может быть, поиски Бога — это не только вопрос о движущей силе? Попробуем разобраться.

Одна из серьёзных причин, по которой люди ищут Бога и нуждаются в его существовании — желание расширить свои границы и возможности, приобрести величие и, в каком-то смысле, даже неуязвимость. Ведь каждый знает, что человеческое тело несовершенно и далеко не вечно. Возможно, некоторым людям проще жить, зная, что существует нечто превосходящее телесность, что-то более совершенное. А существование Бога как некой «души» Вселенной открывает путь и к существованию души человека. Удобство факта существования души кажется очевидным: неважно хорошо или плохо твоему телу, неважен твой статус в обществе, условия твоей земной жизни, ведь тело — преходящее, в отличие от души. Заботься о ней, живи по законам Бога, и твоя вечная душа получит своё вознаграждение.



Существует еще одна, причина искать Бога, связанная с работой разума. Исходя из неё действовали натурфилософы античной Греции. Поставив под сомнение мифологию, они решили ориентироваться на разум и заняться наблюдательной наукой. Казалось бы, как наука связана с поиском Бога? На этот вопрос не ответить, не разобравшись, что вкладывают люди в понятие «Бог»? Натурфилософы искали «первоначало» (архэ) — то, что существовало тогда, когда ничего еще не было, что послужило началом рождения нашего мира. Среди философов, предложивших свои версии первоначала, были Фалес, Гераклит, Эмпедокл, Анаксимен, Пифагор и многие другие. Но ведь «первоначало» — это тоже интерпретация идеи «Бога».

Так мы видим, что найденное человеком зависит от поставленных целей поиска. Человек, ищущий Бога для утешения, находит в Боге утешение, а человек ищущий Бога ради истинны, находит в Боге истину.

При этом цели могут объединяться и давать интересные синтезы. Так, например, произошло у философов Афинской школы. В теории Платона прослеживается представление о Боге как о первоначале («идея Блага»), влияющем на духовный и материальный миры, при этом преобразующим душу человека для вечности («путь философа» в диалоге «Государство»). Здесь можно найти как истину, так и утешение, чего нельзя сказать о теориях, связанных с существованием мифических богов, либо о теориях натурфилософов о первоначалах. Подобное синтетическое понимание Бога мы встречаем и у Аристотеля. И хотя его представления сильно отличаются от платоновских, Бог у Аристотеля тоже выступает и как двигатель мира (деятельная и формальная причина всего), и как преобразователь души в направлении совершенства (целевая причина всего).

Помимо мыслительных причин поисков Бога и души как нематериальной субстанции, существует ещё эмпирическая причина. Есть люди, которые не только думают о существовании Бога и верят в это существование, но и способны *непосредственно почувствовать сверхчувственную реальность*. Хотя, конечно, это «чувствование» находится за пределами пяти сенсорных систем. Очень сложно бывает разобраться в таких «ощущениях», понять их истинную природу. Кто-то утверждает, что чувственное восприятие Бога возрастает с возрастанием веры. Кто-то говорит о «сверхъестественном». Зинаида Александровна Миркина — известный поэт и переводчик XX века — писала о своём мистическом опыте так: «Прежде всего появилась полная уверенность, сверхразумная, вне всякой логики, что Творец этой красоты — совершенен. Это сердцу открылось. А затем произошло нечто, что не передашь прямым словом, потому что слова нашего языка однолинейны, а то, что я увидела, была многомерность. И хотя физические мои глаза не видели НИЧЕГО, кроме ослепительной красоты, внутренние мои глаза увидели Бога. И другим словом я этого не передам. Я увидела то, чего представить себе не могла, ибо этого не знала раньше душа. — Новый облик, новый взгляд, новый строй чувств...» [3].

Мне кажется нерациональным отрицать существование созидающей силы, ведь даже современная наука не в состоянии объяснить всю палитру мироздания. Быть может, любая наука в той или иной степени — это наука о Боге? Здесь можно вспомнить средневекового философа Фому Аквинского и его знаменитую «Сумму теологии». Именно в этом произведении Фома описывает пять путей «естественной теологии», доказывая, что разум способен собственными усилиями постичь некоторые истины о Боге и доказать его существование. «Следует сказать: то, что Бог есть, может быть обосновано посредством пяти путей. Первый же и самый очевидный путь тот, который берётся из движения...» [2, с. 66].

Я, конечно, не буду прибегать к схоластическим методам доказательства, поэтому нет необходимости их все здесь перечислять, но на основании приведённых выше размышлений, постараюсь сформулировать определение Бога в рамках своего мировоззрения. Определение получится синтетическим. Бог — это все, что нас окружает (пантеизм), а также то, что было изначально (деизм), и то, что послужило причиной возникновения человека (креационизм). Другими словами, мы живем в мире, который был создан некой созидающей силой (почему бы не назвать эту силу Богом), наша жизнь до сих пор поддерживается этой силой, и в нас

самых, в какой-то степени, содержится эта сила. Так почему же мы не можем ощутить того Бога, который и является всем, что мы способны чувствовать? Есть ли разница, как именно организовано наше чувственное восприятие: ощущаем ли мы реально существующие вещи или все «вещи» находятся только в нашем сознании? Мы не можем знать, каким именно должен быть мир и человек, не может точно назвать замысел созидательной силы (Бога). Возможно, он создал этот мир материальным (то есть существующим независимо от нашего сознания), а, возможно — нет. В любом случае, мы способны чувствовать — и чувствовать именно то, что и должны по замыслу созидательной силы.

Такой подход, с одной стороны, делает абсурдным существование различных религий. Ведь если мы никогда не поймем замысла Бога, то мы и не сможем строить теории об его сущности, а тем более о его требованиях и планах по отношению к человеку. Но, с другой стороны, данный подход утверждает необходимость их существования. Ведь, чтобы понять что-либо, человеку необходимо *привести это в соответствие с самим собой* — со своими чувствами, мыслями, способностями. Религия, в каком-то смысле, дает возможность сделать Бога более близким и как бы *доступным для восприятия*. Об этом говорит и современный мистик Экхарт Толле: «Слова уменьшают масштаб реальности до такой степени, чтобы ум человека смог что-то ухватить» [5].

Мне кажется удивительным и по-своему замечательным тот факт, что многие религии *предъявляют одинаковые и весьма разумные требования к образу жизни человека*. Складывается ощущение, что пока точные науки выявляли законы материального мира, религии выявляли законы мира духовного. Руководствуясь различными священными книгами, ориентируясь на самые разные исторические события, люди делали примерно одинаковые выводы о необходимой модели поведения человека. Ведь глубинная основа каждой религии одна и та же — забота о росте и развитии человеческой души. И по своему опыту я знаю, что законы, выявленные религиями, действительно работают.

Важно сказать несколько слов о религии как о социальном институте. Религиозный социальный институт может быть как поддержкой духовного развития человека, так и наоборот, служить источником духовной деградации. Слишком много несправедливости, угнетений и войн связано в истории человечества с религиозными институтами. Для меня это одна из самых печальных сторон нашей реальности. Уверена, что каждый в праве сам выбирать, во что и как верить. Считаю очень мудрым высказывание Аврелия Августина: «Люби и делай, что хочешь». Очень редко этот фрагмент приводится целиком: «Люби — и делай, что хочешь. Если молчишь, молчи из любви; если говоришь, говори из любви; если порицаешь, порицай из любви; если щадишь, щади из любви» [1]. Августин, несмотря на свою приверженность христианству, не утверждал истинность лишь своего пути. В этом он мог бы стать прекрасным примером для остальных религиозных деятелей. Об этом же говорил и Григорий Померанц: «Наше дело — идти по выбранной дороге, но не хулить чужие дороги. Они расходятся в долинах, а наверху сходятся и совершенно сливаются там, где время становится вечностью, а пространство — точкой целого. И почувствовав эту точку в груди, мы чувствуем любовь к другому, идущему другим путем, и не даем ревности и ненависти отвлечь от пути вверх» [4].

Философия помогла мне структурировать некоторые понятия и найти подходящие слова для определения своего мировоззрения, но мои размышления о том, как видеть и понимать этот мир, начались задолго до курса философии. Главный вывод, к которому я пришла, заключается в том, что истину нельзя объяснить словами, а это значит, что религиозные переживания неизбежно будут и дальше сопровождать философию. Потому что религия — это не социальный институт, не логическое объяснение и даже не этическая норма. Как писал Экхарт Толле: «Многие уже осознают разницу между духовностью и религией. Они понимают, что наличие у тебя системы убеждений и верований — набора мыслей, к которым ты относишься как к абсолютной истине, — не делает тебя духовным, какого бы свойства она ни была» [5]. Религия — это способ переживания самых глубинных истин о мире, который

некоторым людям дан от рождения, а некоторым приходится долго трудиться, чтобы взрастить в себе эту удивительную способность.

#### Библиографический список

1. Августин А. Рассуждения на Послание Иоанна к Парфянам. VII, 8. // Викицитатник. URL: [https://ru.wikiquote.org/wiki/Аврелий\\_Августин](https://ru.wikiquote.org/wiki/Аврелий_Августин) (дата обращения 23.03.2022).
2. Аквинский Ф. Сумма теологии. – М.: Издательство АСТ, 2019. – 320 с.
3. Миркина З.А. Очерк моей жизни. // Сайт «45 параллель». URL: [https://45ll.net/zinaida\\_mirkina/](https://45ll.net/zinaida_mirkina/) (дата обращения 21.03.2022).
4. Померанц Г.С. Человек человеку икона. // Сайт «Фома.ру». URL: <https://foma.ru/chelovek-cheloveku-ikona-20-ochen-silnyih-tsitat-grigoriya-pomerantsa.html> (дата обращения 21.03.2022).
5. Толле Э. Новая земля. Пробуждение к своей жизненной цели. – М.: РИПОЛ классик, 2017. – 368 с.

УДК 291.14, 291.15  
ГРНТИ 02.71, 13.91

### ТРАНСФОРМАЦИЯ СОЛНЕЧНОГО КУЛЬТА: МИФОЛОГИЯ, РЕЛИГИЯ, ФИЛОСОФИЯ

Крашенинников В. В.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ  
г. Озёрск, Челябинская область*

magistrtain@mail.ru

В статье предпринята попытка сравнительного анализа религиозных представлений древних цивилизаций с точки зрения поиска общих тенденций развития. По предположению автора одной из таких тенденций является движение от политеизма к монотеизму через трансформацию солнечного культа.

*Ключевые слова:* трансформация сознания, политеизм, монотеизм, мифология, солнце.

### THE TRANSFORMATION OF THE SOLAR CULT: MYTHOLOGY, RELIGION, AND PHILOSOPHY

Krashennnikov V. V.

*OTI NRNU MPhI, Ozersk*

The article attempts a comparative analysis of the religious beliefs of ancient civilizations in terms of finding common trends of development. According to the author's assumption, one such trend is the movement from polytheism to monotheism through the transformation of the solar cult.

*Keywords:* mind transformation, polytheism, monotheism, mythology, sun.

На протяжении всей своей истории человеческое сознание претерпевает множество метаморфоз. Вследствие развития человеческого общества магическое мышление, свойственное в первую очередь первобытным племенам и детям, перерождается в мышление мифологическое, связанное с цельным космогоническим мировоззрением и рассмотрением мироздания как целостного организма. Оно, в свою очередь, расходитя на мышление

религиозное — более системное, раскрывающееся через дихотомию поли- и монотеизма, и мышление философское — из которого в последствие рождается научное мышление. Важно отметить, что тип мышления не константа, но тенденция. И всё-таки указанные изменения — всего лишь схемы. Чтобы понять, как происходит реальная трансформация сознания, необходимо обнаружить те узловые точки — *символы трансформации* — своеобразные центры кристаллизации, вокруг которых «наращиваются» новые смыслы. Одним из таких, в буквальном смысле, *ярчайших* символов является Солнце.

Солнце всегда было самым видимым и наглядным образом, поэтому не удивительно, что солнечная эстетика оказывается типичным явлением для очень многих народов. Попробуем проследить, как трансформировался символ Солнца в разных культурах, как он служил связующим звеном между разными традициями и, наконец, какое значение этот древний символ имеет для развития человеческого сознания в современном мире.

### Греция

Образ солнца в сознании античных греков окутан бесчисленными мифами. Метафизика света существенно важна для понимания греческого мировоззрения. Само бытие у греков понималось как свет, потому что только благодаря свету разума впервые обнаруживалась упорядоченность и закономерность вещей. Уже у Гомера свет символически отождествляется со счастьем, здоровьем, спасением и победой: «Что находится в свете, то живет», «Боги живут в свете». Аналогичное осмысление света имеется у Эсхила и Софокла: «Свет есть жизнь, темнота — смерть», «Бог проявляется людям в свете», «Божественным светом озаряются и люди, бытие которых поднимается над обыденностью. Герои Гомера окружены сиянием», «Мистерии сопровождаются просветлением».

У пифагорейцев свет и мрак составляют одну из десяти пар противоположностей. Свет при этом отождествляется с определенной и ограниченной поверхностью вещи, мрак — с ее материальной скрытой природой. Пифагор считал невозможным «говорить без света». Этот запрет отождествляют с народным поверьем, что ночью велико число окружающих человека демонов, и потому опасно речью привлекать их внимание.

Парменид в предисловии к своим философским стихам описывает познание как путь из ночи в область света. Эта область света у него есть также область истины. На диалектике света и тьмы основывается у него структура космоса, в котором существует постепенное восхождение от менее светлых к более светлым областям. Сделав таким образом свет и тьму определяющими факторами бытия, Парменид заложил основу метафизики света.

У Платона греческая философия света достигает своей высшей точки. Значение света для онтологии и эстетики Платона раскрывается на примере «солнечного сравнения» в конце VI – начале VII книг «Государства». Здесь совершается разъяснение «идеи блага», жизненно важной для функционирования государства. «Солнечный» глаз, по Платону, начинает видеть, только когда встречается с тем, что родственно его природе, то есть со светом. Солнце есть аналог Блага. Ведь солнце не только делает вещи видимыми, но и вызывает их возникновение и рост, подобно тому как Благо есть не только основание для познания вещей, но и причина их бытия. Метафизическое значение образа солнца заключается в близости понятии Света и Блага. Благо есть тоже Свет, но не чувственный, а умопостигаемый. Материальный свет есть лишь тень духовного Света, который один истинен.

Свет и Мрак у Платона не являются простыми метафорами, но раскрывают существенное в бытии вещей. Степень бытия соответствует степени светоносности и разумности вещей. Чем интенсивнее бытие той или иной вещи, тем эта вещь ярче. Тем самым путь от мифологии к философии пролегает от тьмы к свету, из хаоса к гармонии. Платоновскую метафизику света подхватила позднейшая философия (стоики, Клеанф, Посидоний, Клеомед, неоплатоники, Плотин, Прокл). У Филона, Псевдо-Дионисия Ареопагита, Оригена и Григория Назианзина произошло скрещение платоновского учения о бытии как свете с христианством [3].

*Египет*

Развитие религиозной, монотеистической идеи в Греции на примере орфических и пифагорейских воззрений тесно связано с Египтом. Наиболее ярким примером египетского монотеизма является культ Атона, ставший основным и единственно разрешенным в правление Эхнатона. Но атонизм не был чем-то совершенно неестественным египетскому сознанию: «Убеждение в том, что за бесчисленными божествами пантеона пребывает единственный Бог, все более крепло в Египте. Простые верующие люди возносили свои молитвы одному Богу, богословы наделяли этого Бога, какое бы имя он не носил, высшей всемогущей силой. Из богатой сокровищницы египетской иконографии они подыскивали соответствующие ему образы и утверждали диалектическое единство между единым Богом и многочисленными божествами пантеона» [2].

У египтян не было фабульного (сюжетного, сказочного) богословия, которое было у греков, а значит и не было большого количества героев. Их богословие было сущностным. Египтяне описывали реальности, которые помогают человеку соединиться с Богом. Для этого могли использоваться вспомогательные образы и вещи. Тем не менее их религиозные отношения — это, скорее, отношения человека и Бога, а не богов друг с другом [1].

Когда Эхнатон провозгласил культ Солнца, многие египтяне, несомненно, стали сторонниками этого учения, однако присущая им любовь к фетишам — духам и богам — и неодолимый консерватизм, когда дело доходило до практического выражения личных взглядов, заставлял их выбирать видимые создания и вещи в качестве предметов поклонения. Сложные философские построения и религиозные верования были понятны далеко не всеми, хотя многие жрецы стали искренними почитателями Единого Бога, объявив о существовании самосозданного, самосущего и вечного Бога-духа, или Вечного разума. Жан-Франсуа Шампольон, учёный сумевший «прочитать» египетскую надпись на Розеттском камне, был уверен, что египетская религия — это чистый монотеизм, который только внешне проявляет в виде символического политеизма [2]. В то время как историк религии К.П. Тиле утверждал, что египетская религия была всё же политеистической, но развивалась в двух противоположных направлениях: в одном направлении боги множились из-за приобщения местных богов, в другом — египтяне все ближе и ближе подходили к монотеизму [6].

*Индия*

Индуизм принято описывать как политеистическую религию. Ни в какой другой религиозной традиции мира невозможно встретить такого изобилия богов и богинь, полубожественных и демонических существ, проявлений божества в человеческих и животных формах. Но всё это лишь внешний, красочный аспект глубокой религиозной традиции. В индуизме последователи многих течений вайшнавизма, шиваизма и шактизма поклоняются единому Богу, выступающему в роли спасителя верующих и выполняющему функции творца, хранителя и разрушителя материальной вселенной: «индийский монотеизм в его живых формах, от ведийского периода до наших дней, основан, скорее, на вере в единство богов в лице единого Бога, чем на отрицании многих богов ради единого Бога» [5].

В индуистском контексте, термин «монотеизм» имеет своё особое значение. В отличие от других монотеистических традиций в индуизме в рамках одной традиции существуют различные модели монотеистического Бога. В индуизме сами термины, которые используются для обозначения высшего божества, указывают на множественность и разнообразие космических сил: «Бог богов» (дева-дева), «Господь богов» (девеша), «Обладающий всеми достоинствами» (бхагаван) и т. д.

При поверхностном взгляде на предмет может показаться, что индуистский теизм похож на древнебиблейскую *монолатрию* — поклонение одному богу из множества как верховному божеству, однако это не так. Нельзя его назвать и *генотеизмом* — когда из пантеона многочисленных богов выделяется один самый верховный и могущественный бог. Индуистские богословы не считают множество богов индуистского пантеона отдельными друг от друга и независимыми, но рассматривают их как различные ипостаси и проявления



единого верховного божества. Такое же понимание природы Бога характерно для простых индуистов.

Для приверженцев традиций бхакти мотивы для монотеизма являются религиозными, а не философскими, и основаны на глубоком опыте общения верующего с личностным Богом. В отличие от иудейского и исламского монотеизма, основанного на «стремлении к праведности», индуистский монотеизм уделяет основное внимание «сознанию Бога», религиозному опыту божественного. Этический аспект монотеизма имеет в индуизме второстепенное значение.

Солнце и свет также имели большое значение в Индии. Так, к примеру, в индийских философских и философско-эзотерических учениях большое внимание уделяется «просветлению» сознания ищущего, а в религиозной традиции Сурья — божество Солнца — представлялся источником благодати. И в этом можно проследить связь индийской культуры с иранской, ведь они обе ведут начало от индоарийских кочевников, что разделились когда-то на две части.

### *Иран*

Одной из главных религиозных традиций древнеиранской культуры является зороастризм. Учение пророка Заратуштры (он же Зороастр) оформило и преобразовало верования иранских и ирано-язычных народов в первую монотеистическую религию. Зороастрийское вероучение было уникальным для своего времени, многие его положения глубоко благородны и нравственны. Зороастризм в части своих нравственных ориентиров оказал существенное влияние на формирование ислама. Вообще, влияние всех перечисленных выше культов на авраамические монотеистические религии современного мира, несомненно. На иудаизм сильно повлияла культура Египта, на христианство — религиозно-философская традиции Греции, а на ислам — иранская культура зороастризма.

Зороастр учил, что высшим божеством является Ахура-Мазда. Все другие божества занимают по отношению к нему подчинённое положение. По мнению учёных, образ Ахура-Мазды восходит к верховному богу иранских племён (ариев), именовавшемуся ахура (владыка). Высший ахура имел эпитет Мазда (Мудрый). Помимо божеств ахура, воплощавших в себе высшие моральные свойства, древние арии почитали дэвов — божества низшего ранга. Им поклонялась часть арийских племён, в то время как большинство иранских племён причисляли дэвов к силам зла и тьмы, отвергая их культ. Что касается Ахура-Мазды, то слово это означало «Владыка Мудрости» или «Мудрый Господь». Ахура-Мазда олицетворял собой высшего и всезнающего Бога, творца всего сущего, Бога небесного свода; он был связан с основными религиозными понятиями — божественной справедливостью и порядком (аша), добрым словом и добрыми деяниями. Значительно позже получило распространение другое название зороастризма — маздаизм.

И в этой традиции мы снова встречаемся с огромным влиянием солнечного света. Зороастр начал поклоняться Ахура-Мазде — всезнающему, премудрому, праведному, справедливому — с того момента, как увидел на берегу реки сияющее видение. Оно привело его к божествам, излучающим свет — существам, в присутствии которых Зороастр «не мог увидеть собственной тени». Поклонение верховному божеству Ахура-Мазде выражалось в первую очередь в поклонении огню. Именно поэтому зороастрийцев иногда называют «огнепоклонниками». Ни один праздник, церемония или обряд не обходились без огня (Атар) — символа Бога Ахура-Мазды. Огонь представлялся в различных видах: небесный огонь (солнце); огонь молнии; огонь, дающий тепло и жизнь человеческому телу; и, наконец, высший священный огонь, зажигающийся в храмах [4].

Так можно проследить тенденцию в движении сознания от мифологического мышления, склонного к фабульному политеизму, через религиозное монотеистическое мышление к философскому мышлению. И каждый раз, Солнце и Свет сопровождают сознание в его путешествии, являясь важными двигателями разнообразных ментальных трансформаций.

### Библиографический список

1. Бадж Э. А. Уоллис. Египетская религия. Египетская магия. – М.: Новый Акрополь, 1996. – 416 с.
2. Коростовцев М.А. Религия Древнего Египта. – СПб.: Журнал Нева; Летний сад, 2000. – 464 с.
3. Лосев А.Ф. История античной эстетики Высокая классика. – Харьков: Фолио; М.: ООО «Издательство АСТ», 2000. – 624 с.
4. Рак И.В. Мифы Древнего и раннесредневекового Ирана (зороастризм). – СПб. – М.: Журнал Нева-Летний сад, 1998. – 560 с.
5. Чаттерджи С., Датта Д. Введение в индийскую философию – М.: Издательство иностранной литературы, 1955. – 380 с.
6. Tiele C. P. Comparative History of the Egyptian and Mesopotamian Religions. Vol. I: History of the Egyptian Religion. London: Trübner & Ludgate Hill, 1882.

УДК 160.1  
ГРНТИ 02.21.21

### О ПИФАГОРЕЙСКОМ ЧИСЛЕ

Моисеев В. И.

*МГМСУ, г.Москва*

vimo@list.ru

В статье рассматриваются два вида числа — классическое («фаустовское») и неклассическое («пифагорейское»). Последнее, кроме линейного количественного параметра, обладает также угловым параметром — «углом бытия», который выражает степень законченности и завершённости (полноты) той или иной определённости. Даются наброски возможной алгебры пифагорейского числа.

*Ключевые слова:* число, фаустовское число, пифагорейское число, полнота, R-анализ.

### ON THE PYTHAGOREAN NUMBER

Moiseev V. I.

*Moscow State University of Medicine and Dentistry (MSUMD), Moscow*

In the article two kinds of number - classical ("Faustian") and non-classical ("Pythagorean") numbers are considered. The latter, besides a linear quantitative parameter, possesses also an angular parameter, the "angle of being", which expresses a degree of completeness and finality of this or that certainty. An outline of a possible algebra of the Pythagorean number is given.

*Key words:* number, Faustian number, Pythagorean number, completeness, R-analysis.

В данной статье я хотел бы вкратце коснуться феномена числа и обсудить один вариант числа, который отличен от используемого сегодня в математике типа числовых структур.

Современное число, вслед за немецким философом и историком Оствальдом Шпенглером, можно называть *фаустовским числом*, памятуя его обозначение западноевропейской культуры как «фаустовской культуры», в которой господствует архетип

бесконечного пространства и времени. Это бесконечное линейное число, представленное, например, в лице натурального ряда чисел 1, 2, 3, ..., где все элементы абсолютно однородны и уходят в бесконечную перспективу.

В то же время можно предполагать, что древние знали и использовали иное число, которое условно можно называть «*пифагорейским числом*», предполагая, что Пифагор и его последователи также знали такое число и положили его в качестве высшего основания в свою систему (вспомним знаменитое пифагорейское изречение «числа правят миром»).

Ниже я постараюсь выдвинуть гипотезу о природе пифагорейского числа и возможных более операциональных его выражениях.

Главное, что отличает пифагорейское число от фаустовского, — это присутствие наряду с линейным ещё одного параметра, который выражает степень законченности и завершённости той или иной определённости. Такой параметр удобно выразить углом от нуля до  $360^\circ$  (или  $2\pi$  в радианной мере), предполагая, что рост угла в данном случае выражает рост указанного параметра законченности-полноты. Такой угол я буду называть *углом бытия*, предполагая, что подобный параметр является предельно универсальным и характерен для любых состояний бытия.

Угол бытия можно геометрически интерпретировать как центральный угол окружности, выражающий степень законченности дуги окружности относительно полной окружности. 0 градусов этого угла выражает абсолютную неполноту, угол в  $360^\circ$  — полную законченность, промежуточные углы — промежуточные по степени законченности состояния.

В этом случае в простейшем виде пифагорейское число можно выразить парой  $(x, \varphi)$ , где  $x$  — неотрицательное вещественное число, выражающее линейный параметр,  $\varphi$  — угловой параметр (угол бытия).

Если мы берём некоторую конкретную числовую систему, где линейный параметр связан с угловым, то в общем случае рост линейного параметра будет сопровождаться и ростом углового, так что имеем некоторую неубывающую зависимость  $\varphi(x)$ . Здесь можно предполагать, что  $\varphi(0) = 0$  и  $\varphi(x^+) = 2\pi$ , где  $x^+$  — некоторый максимальный линейный параметр, на котором достигается полный угол бытия.

В простейшем случае можно предполагать однородную зависимость  $\varphi(x) = 2\pi x/x^+$  при  $0 \leq x \leq x^+$ . Но в более общем случае пока предполагаем, что зависимость  $\varphi(x)$  неубывающая, т.е.  $x_1 < x_2$  влечёт  $\varphi(x_1) \leq \varphi(x_2)$ .

Далее возникает вопрос: какова алгебра пифагорейских чисел, т.е. какие операции на них можно определить и каким законам они подчиняются?

Здесь следует прояснить смысл углового параметра пифагорейского числа и его связь с линейным параметром. Когда угол бытия достигаем  $2\pi$ , то это значит, что определённость, выражаемая числом, достигла полной законченности и завершённости (в рамках некоторой системы условий). Можем ли мы провести здесь некие аналогии с фаустовским числом?

Как уже было отмечено, фаустовское число полностью линейно, оно лишено ненулевого угла бытия. Но это значит, что любое фаустовское число  $x$  можно представить как частный случай пифагорейского числа вида  $(x, 0)$ , где  $0 = \varphi(x)$  для любого  $x$ , т.е. угол бытия любого фаустовского числа равен нулю. В то же время остаток законченности и полноты есть и в фаустовском числе. А именно, свою полноту фаустовское число обретает только в бесконечности, бесконечно стремясь к этой полноте, так что любой конечный элемент оказывается обладающим бесконечно малым углом бытия.

Так от нуля мы переходим к бесконечно малому, и более точно теперь можем записать для фаустовского числа  $x$  такое его пифагорейское представление:  $(x, \varepsilon(x))$ , где  $\varepsilon(x)$  — бесконечно малый угол бытия  $x$ , который практически можно приравнять к нулю. Можно также предполагать, что этот бесконечно малый угол бесконечно растёт, по-прежнему оставаясь бесконечно малым для любого конечного числа. В идеале можно принять однородную зависимость вида  $\varepsilon(x) = xdt$ , где  $dt$  — символ дифференциала независимой

переменной для  $x$ . И только в бесконечно большом пределе будет достигнута полная завершённость фаустовского числа, что можно выразить соотношением:  $\varepsilon(\infty) = 2\pi$ . В то же время, учитывая однородную зависимость, имеем:  $\varepsilon(\infty) = \infty dt$ . Объединяя два выражения, получим:  $\infty dt = 2\pi$ , откуда  $dt = 2\pi/\infty$ . Окончательно получаем для фаустовского числа следующее пифагорейское представление:  $(x, 2\pi/x)$ , т.е. ту же однородную зависимость, но при условии  $x^+ = \infty$  — равенства максимального линейного параметра бесконечности. Следовательно, фаустовское число можно рассмотреть как предельный случай пифагорейского числа  $(x, 2\pi/x^+)$  при  $x^+ = \infty$ .

Тогда и на пифагорейское число можно посмотреть как на некоторый трансформированный вариант фаустовского числа, когда от равенства  $x^+ = \infty$  мы переходим к соотношению  $x^+ < \infty$ , т.е. к конечности того максимального линейного параметра, на котором впервые достигается полный угол бытия.

В то же время эта конечность не должна быть конечностью фаустовского числа, численно хотя и равного  $x^+$ , но имеющего на этой величине нулевой угол бытия. Это должна быть такая конечность, на которой достигается такой же полный угол бытия  $2\pi$ , как на бесконечности фаустовского числа. Ранее в своих работах я предположил [1], что такую конечность можно получить использованием специальных отображений, так называемых *R-функций*, которые изоморфно отображают конечное в бесконечное и обратно. В частности, так называемая обратная *R-функция*  $y = R^{-1}_M(x)$  изоморфно сжимает всю вещественную ось в интервал  $(-M, +M)$ , где  $M > 0$ , сохраняя знак (является нечётной функцией). Если положить  $M = x^+$ , то мы должны получить множество пифагорейских чисел от нуля до  $x^+$  как множество значений функции  $R^{-1}_M$ , так что величина  $x^+$  станет уже не просто конечным числом, но образом сжатой в себе бесконечности:  $x^+ = M = R^{-1}_M(\infty)$ . Следовательно, каждая линейная составляющая  $x$  пифагорейского числа  $(x, \varphi(x))$  может быть представлена как *R-образ* некоторого аргумента  $x'$  обратной *R-функции*:  $x = R^{-1}_M(x')$ . Более полная запись такого числа примет вид  $(R^{-1}_M(x'), \varphi(R^{-1}_M(x')))$ .

Теперь мы можем перейти к определению операций на пифагорейских числах. Например, сложение будет выглядеть так:

$$(R^{-1}_M(x'_1), \varphi(R^{-1}_M(x'_1))) + (R^{-1}_M(x'_2), \varphi(R^{-1}_M(x'_2))) = (R^{-1}_M(x'_1 + x'_2), \varphi(R^{-1}_M(x'_1 + x'_2))),$$

т.е. мы переходим к *R-прообразам* линейных компонентов чисел, обычно складываем их, а затем берём *R-образ* их суммы, для которого определяем угол бытия.

Аналогично могут быть определены и все другие операции — вычитание, умножение, деление. В итоге, опираясь на *R-изоморфизм*, мы переносим структуру поля (относительно описанных *R-операций*) на линейные компоненты пифагорейских чисел.

Если, как это сделано выше, представлять угловой параметр пифагорейского числа как функцию линейного параметра, то это число вообще можно кодировать только линейным параметром, и тогда вся специфика этого числа подпадает под конструкции *R-анализа* — нового математического аппарата, развиваемого автором [1]. С другой стороны, если дано некоторое число в рамках *R-анализа*, то его всегда можно восстановить до пифагорейского числа, используя ту или иную зависимость угла бытия от линейного параметра числа.

В частности, в рамках *R-анализа* рассматриваются также многослойные числа (полчисла), что приведёт к возникновению соответствующих многослойных пифагорейских чисел. Операции на них производны от операций *R-анализа*, только с дополнительным определением углов бытия для каждого числа из *R-анализа*.

В *R-анализе* также числа могут быть разных знаков, в связи с чем возникает вопрос — как трактовать углы бытия отрицательных пифагорейских чисел? Например, если дано число  $(x, \varphi(x))$ , где  $x \geq 0$ , то каков угол  $\varphi(-x)$  в числе  $(-x, \varphi(-x))$ ? Здесь пока можно принять самую простую гипотезу, полагая, что  $\varphi(-x) = -\varphi(x)$  и понимая отрицательные углы как углы противоположного направления вращения относительно положительных углов. Это подтверждается и следствием следующего случая сложения:

$$(x, \varphi(x)) + (-x, \varphi(-x)) = (x-x, \varphi(x-x)) = (0, \varphi(0)).$$

Поскольку  $\varphi(0) = 0$ , то  $\varphi(x) + \varphi(-x) = 0$ , т.е.  $\varphi(-x) = -\varphi(x)$ .

Возникает, правда, вопрос — как содержательно трактовать отрицательные углы бытия?

Из описанной алгебры вытекает тот смысл, что отрицательный угол бытия — это не неполнота, но также некоторая мера полноты, только как бы полноты противоположного знака, которая способна обнулить исходную полноту, сделать её неполной. В связи с этим, наряду с категориями полноты и неполноты, необходимо ввести некое понятие «антиполноты» - полноты, противоположной по своему качеству исходной полноте. Если тот или иной фрагмент бытия обнаруживает определения не только полноты-неполноты, но и антиполноты, то для его описания могут использоваться отрицательные пифагорейские числа. Такова, например, онтология добра и зла. Как добро, так и зло могут обладать той или иной мерой полноты/законченности, но их полноты взаимно противоположны, взаимно уничтожают друг друга. И конечно, кроме этой симметрии, только добро на более глубоком уровне выступает как онтологическая полнота, в то время как зло есть неполнота и небытие.

И здесь мы подходим к важному вопросу — что меряют пифагорейские числа?

В общем случае они меряют те определённости, которые обладают не просто количеством, но количеством вместе с качеством (не)полноты. Это, например, спектральные цвета, которые лежат на цветовом круге, так что красный выражает высокую меру неполноты, фиолетовый — полноты. Это же элементы звуковой гаммы, где первые ноты октавы более неполны, а последние ноты — более полны. Это разного рода эстетические состояния, которые обладают большей или меньшей законченностью. Одно из измерений чувства красоты как раз связано с переживанием угла бытия (меры полноты) в той или иной определённости, и в рамках искусства ставится специальная задача создания повышенно законченных состояний, вызывающих сильное чувство гармонии-полноты.

Отсюда видно, что угол бытия во многом связан с природой сознания, которое как бы сообщает различным состояниям внешнего мира этот дополнительный параметр. В то же время можно предполагать, что угол бытия обладает и моментом объективного существования, реально присущим тем или иным природным процессам, так что природа сознания может не только искусственно приносить его извне, но и находить в природе самого бытия. Просто сознание более «искривлено», чем внешний мир, и склонно — вслед за своей онтологической кривизной — искривлять в более гармонических образах и более линейную структуру внешнего бытия.

Также многие категории связаны с углом бытия. Например, таковы понятия цели, смысла, действия, здоровья, идеала, гармонии, целостности и т.д. Кроме всего прочего, они содержат в себе важный момент законченности и завершённости, т.е. полный угол бытия. Например, понятие здоровья предполагает равновесие и гармонию всех полярных начал организма — органов, систем, стихий, ценностей. Цель завершает действие, сообщая ему полноту и законченность. Смысл жизни наполняет жизнь, т.е. сообщает ей полноту и завершённость.

Все такие состояния нельзя мерить обычным фаустовским числом. Оно разрушит столь искривлённые определённости своей бесконечной прямоотой. Онтологическая кривизна бытия может быть уловлена лишь соответствующей мерой, включающей в себя подобную кривизну. Пифагорейское число и есть такая мера.

#### Библиографический список

1. Моисеев В.И. Логика открытого синтеза: в 2-х тт. Т.1. Структура. Природа. Душа. Кн.1. – СПб.: ИД «Мирь», 2010. – 744 с.
2. Человек и Общество: образы синтеза. в 2-х тт. Т.1. – М.: Издательский дом «Навигатор», 2012. – 711 с.



## ЛИНГВИСТИКА И МЕЖКУЛЬТУРНАЯ КОММУНИКАЦИЯ

УДК 81  
ГРНТИ 16.21.33

### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭМОТИВНЫХ СМЫСЛОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ПРИМЕРЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ Ф.М. ДОСТОЕВСКОГО «ПРЕСТУПЛЕНИЕ И НАКАЗАНИЕ»

Зубаирова К. Ф., Ползунова М. В.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

MVPolzunova@mephi.ru

Данная статья посвящена рассмотрению эмотивных смыслов, выражающих уровень эмоционального интеллекта человека в художественном тексте на примере произведения Ф. М. Достоевского «Преступление и наказание».

*Ключевые слова:* эмоциональный интеллект, эмотивные смыслы, эмотивное пространство, преступление.

### FEATURES OF THE USE OF EMOTIVE MEANINGS IN THE ASSESSMENT OF EMOTIONAL INTELLIGENCE ON THE EXAMPLE OF F.M. DOSTOEVSKY'S WORK "CRIME AND PUNISHMENT"

Zubairova K. F., Polzunova M. V.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

This article is devoted to the consideration of emotional meanings expressing the level of emotional intelligence of a person in the literary text on the example of F.M. Dostoevsky's work "Crime and punishment".

*Keywords:* emotional intelligence, emotive meanings, emotive space, crime.

На протяжении существования человечества люди пытаются понять секрет успеха. В 2020 году по данным профессиональной социальной сети LinkedIn в пятерку навыков, востребованных крупными международными компаниями, вошел эмоциональный интеллект (EmotionalIntelligence).

ЕІ объединяет навыки 4 категорий: самоосознание (принятие своих слабых и сильных сторон, знание своих эмоций и умение их распознавать на начале зарождения), эмоциональный контроль (умение управлять собственными эмоциями и ограничивать их влияние), эмпатия (способность распознавать чувства других людей), умелое обращение с чужими эмоциями (умение ясно общаться с другими людьми, работать в команде и улаживать конфликты) [4].

Важным компонентом эмоционального интеллекта является умение осознавать свои эмоции, не поддаваться панике и отгородиться от негативных эмоций, таких как гнев, раздражение, ревность, зависть, злость. Эмоциональные вспышки, или эмоциональная лабильность, часто приводят к неожиданным, порой ужасающим поступкам, после которых сам исполнитель не может поверить в произошедшее.

Родион Раскольников, главный герой романа Федора Михайловича Достоевского «Преступление и наказание», в один из самых сложных моментов своей жизни, рассуждая о причине быстрого раскрытия любого преступления, пришел к мысли: «...сам же преступник, и почти всякий, в момент преступления подвергается какому-то упадку воли и рассудка, сменяемых, напротив того, детским феноменальным легкомыслием, и именно в тот момент, когда наиболее необходимы рассудок и осторожность»[3]. Понять причину такого поведения помогли исследования головного мозга.

Зрительный сигнал от сетчатки глаза поступает в таламус, где сигнал переводится в понятную для мозга форму. Затем большая часть информации передается в зрительную зону коры больших полушарий головного мозга, где определяется наиболее уместная реакция организма, и при необходимости поступает в миндалевидное тело (амигдала) для получения эмоциональной реакции. В это же время меньший объем первоначального сигнала очень быстро проходит из таламуса напрямую в миндалевидное тело, что обеспечивает практически мгновенную реакцию. Таким образом, миндалевидное тело может выдать эмоциональную реакцию в ответ на раздражитель до того, как зоны коры головного мозга осознают произошедшее. Амигдала отправляет срочные сообщения главным отделам мозга, вследствие чего мобилизуются обеспечивающие движение центры, активируются сердечно-сосудистая и мышечная системы организма. Выделяются дозы гормона норэпинефрина для усиления реактивности ключевых зон мозга, что усиливает восприимчивость органов чувств[2].

Определенные ответы на раздражители сформировались в человеческом мозге в ходе эволюции. Эмоциональные реакции на задачи, с которыми человек сталкивался регулярно, закрепились на уровне нейронных связей. Поэтому в критических ситуациях человек действует в соответствии со своими чувствами и эмоциями, а не с рациональным началом. Наиболее яркие эмоциональные решения видны в поведении животного и ребенка, отсюда и берется сравнение Раскольниковым преступников с детьми.

На сегодняшний день большая часть общества стремится к развитию эмоционального интеллекта. Одним из самых естественных способов является саморазвитие, когда человек наблюдает за собственными эмоциями и эмоциями других. Много о поведении людей можно узнать из литературы. Понять эмоциональный фон героев произведения позволяет эмотивное пространство текста.

В создании ядра эмотивного содержания текста участвуют диктально-эмотивные смыслы (мир человеческих эмоций) и модально-эмотивные смыслы (оценка этого мира с позиции автора). Образ персонажа складывается из нескольких групп эмотивной лексики: интерпритационно-характерологические (интерпретация с позиции автора текста) показывают скрытое состояние души героя, эмоционально-жестовые (поведение, жесты) создают внешний психологический портрет, эмотивно-оценочные (междометия, частицы, коннотативно-эмотивная лексика) оказывают эмоциональное воздействие на собеседника в процессе диалога. Особую роль при создании художественного текста играет точка зрения автора на объект, которая отображается интенциональными эмотивными смыслами. По объекту оценки они делятся на персонажные (действуют в рамках определенной типологической модели персонажа), ситуативные (эмоциональная оценка конкретной текстовой ситуации), частно-событийные (писатель показывает воздействие события на персонажа и одновременно изображает его эмотивную реакцию на это событие) и глобально-событийные (авторская глобальная оценка ситуации, описанной в произведении)[1].

Лингвистическая информация, создаваемая автором, влияет на сознание читателя и помогает ему ориентироваться в чувственном пространстве произведения. Чтобы определить степень данного влияния, важно уметь распознавать лингвистически выраженные знаки эмоций, которые способствуют здоровой эмоциональной оценке содержания текста.

В произведении Федора Михайловича Достоевского «Преступление и наказание» можно выделить несколько фрагментов, обладающих высоким уровнем эмотивного

воздействия: период до преступления, само убийство и кража и несколько часов после совершенного (главы 6 и 7 части I, глава 1 части II) [3]. По ним можно наглядно показать действие эмоционального и рационального начала человека в стрессовой ситуации на примере Родиона Раскольникова.

Эмоционально-смысловой доминантой в данном отрывке романа является сложная комплексная эмоция, заключенная в ключевых словах «озноб» и «лихорадка». Они обозначают общее состояние героя на протяжении всего текстового фрагмента: физическая слабость, неспособность мыслить разумно, страх, волнение, отсутствие порядка и контроля над ситуацией. Данная доминанта имеет связь и с общетекстовым эмотивным смыслом текста.

Анализируя эмотивные смыслы в структуре образов персонажей, мы видим, что текст наполнен различными контекстно-функциональными способами выражения эмоций. Активно встречаются фразовые эмотивные смыслы, которые отображают все мгновенные эмоциональные реакции Родиона на происходящее: *Возвратясь с Сенной, он бросился на диван и целый час просидел без движения; Он вздрогнул, очнулся, приподнял голову, посмотрел в окно, сообразил время и вдруг вскочил, совершенно опомнившись, как будто кто его сорвал с дивана; И, бросив ее [старуху], он прямо, без приглашения, прошел в комнату.*

Фрагментные эмоции обозначают преобладающие для определенной ситуации эмотивные смыслы в характере героя. Ранее были обозначены 3 выбранных фрагмента.

В первом (сборы перед преступлением) эмотивными пиками, характеризующими динамику внутренних переживаний Раскольникова, являются чувства бессилия и апатии: *...протянулся он опять на диван, но заснуть уже не мог, а лежал без движения, ничком, уткнув лицо в подушку,* – переходящие в ожидание неизбежного и волнения (см. пример выше). Это приводит к выводу о том, что организм готовится к стрессовой ситуации и накапливает силы. Лимбическая система (ключевые слои эмоционального мозга) в связи с ощущением сильных эмоций блокирует работу префронтальной зоны коры головного мозга, которая в обычных ситуациях подавляет или контролирует возникающие ярость и испуг, и лишает ее возможности поддерживать оперативную память[2]. Как результат, человек действует бездумно и не может собраться с мыслями. В последние часы перед убийством начинается резкая мыслительная деятельность и физическая активность: организм готов к стрессовой ситуации.

В период совершения преступления (второй фрагмент) преобладающей фрагментной эмоцией становится нарастающая паника с элементами злобы: *...до того страшно, что кажется, смотри она так, не говори ни слова еще с полминуты, то он бы убежал от нее. — Да что вы так смотрите, точно не узнали? — проговорил он вдруг тоже со злобой.* В момент убийства происходит всплеск активности лимбической системы. Это выражается выделением катехоламинов, что создает прилив энергии для однократного решительного действия, в данной ситуации – удара топором по голове старухи-процентщицы. Одновременно с этим появляется общий тонический фон готовности к действию, который длится несколько часов. Заключается он в увеличении силы и уровня гнева при появлении новых источников опасности [2]. Моментами префронтальная кора подавляет возникший испуг от совершенного или ярость, чтобы человек успешнее справился с ситуацией: *В нетерпении он взмахнул было опять топором, чтобы рубнуть по шкурке тут же, по телу, сверху, но не посмел.*

В третьем текстовом фрагменте (после совершенного убийства) доминантными эмотивными смыслами становится чувство страха, сменяющееся рассеянностью и отчаянием. Осознание совершенного ужасного поступка является последним ударом по душевному равновесию главного героя, вследствие чего эмоциональная часть мозга переводит Родиона в состояние уменьшающегося волнения: *Но какая-то рассеянность, как будто даже задумчивость, стала понемногу овладевать им: минутами он как будто забывался...*

В выбранном отрывке романа фрагментные эмоции предстают в различных контекстно-вариативных формах: повествование, диалог, рассуждение. Особое место занимает аутодиалог – спор персонажа с самим собой. Регулярные сомнения и внутренние

метания Раскольникова раскрывают нам две основные противоборствующие позиции в произошедшей ситуации: *...если бы только мог сообразить все трудности своего положения, всё отчаяние, всё безобразие и всю нелепость его, ... то очень может быть, что он бросил бы всё и тотчас пошел бы сам на себя объявить, и не от страха даже за себя, а от одного только ужаса и отвращения к тому, что он сделал.*

Для всего отрывка характерна передача смысла различными повторами, которые придают оттенок усиления испытываемых Родионом переживаний: *Почему, почему, почему я так наверно это решил; ...едва себя чувствуя, и почти без усилия, почти машинально; Остановят, всё пропало, пропустят, тоже всё пропало: запомнят.*

В текстовом фрагменте встречаются две функционально-текстовые разновидности эмотивных смыслов: интерпритационно-характерологические (*Наконец он почувствовал давешнюю лихорадку, озноб, и с наслаждением догадался, что на диване можно и лечь*); эмоционально-жестовые (*Руки его были ужасно слабы; самому ему слышалось, как они, с каждым мгновением, всё более немели и деревенели*). Многие внутренние эмоциональные переживания передаются в различных эмотивных жестах и порой странном поведении героя: *Если бы кто вошел тогда в его комнату, он бы тотчас же вскочил и закричал.*

Во фрагментах нередко встречаются вопросительные конструкции с многоточиями. Они ярко передают метания Раскольникова от одной мысли к другой, сомнения в собственных действиях: *Не бледен ли я... очень? — думалось ему, — не в особенном ли я волнении? Она недоверчива... Не подождать ли еще... пока сердце перестанет?..* Эти вопросительные синтаксические конструкции показывают такие эмотивные смыслы, как волнение, паника и многие другие, упомянутые ранее.

Эмотивные смыслы в структуре образа автора также разнообразны. Например, метафора «мертвая тишина» в предложении: *Но он не дал себе ответа и стал прислушиваться в старухину квартиру: мертвая тишина,* — является локальным ситуативным интенциональным смыслом, который дает тревожную оценку еще не состоявшегося убийства и играет роль «предсказания» автора по отношению к читателю.

Хотелось бы подчеркнуть отношение автора к событиям, происходящим в жизни Раскольникова. Используя ряд слов с оценочной семантикой (*убежал, в остервенении на самого себя*), эпитетами (*мучительная внутренняя борьба*), метафорическими номинациями (*искал возражений по сторонам и ощупью*), он показывает читателю контрастность происходящего в голове героя и в окружающем его пространстве.

В душе Родиона видна буря негативных эмоций, проявляемых в отношении происходящего вокруг, собственной «неразумности» и скачкообразного осуществления плана: *... лихорадочная и какая-то растерявшаяся суeta охватила его; чем окончательнее они [решения] становились, тем безобразнее, нелепее, тотчас же становились и в его глазах; но голос не послушался его, прервался и задрожал.* Присутствует большое количество сравнений, показывающих, что не все действия героя выполнялись осознанно: *как будто его кто-то взял за руку и потянул за собой, неотразимо, слепо, с неестественной силой, без возражений. Точно он попал клочком одежды в колесо машины, и его начало в нее втягивать.* Это в очередной раз отражает связь эмоций с мышлением, в данном случае влияние сильных переживаний на работу префронтальной зоны коры головного мозга.

Окружающий Родиона мир, наоборот, представлен эмотивными смыслами, содержащими в себе ощущения спокойствия и отсутствия хаоса: *Но на лестнице было всё тихо, точно все спали... Он отворил дверь и начал слушать: в доме всё совершенно спало.* Резкое противопоставление друг другу эмотивных пространств способствует усилению эмоциональности художественной речи. С их помощью автор более полно передает сложность внутренних переживаний Раскольникова.

Проведенный нами анализ данных коммуникативных ситуаций позволяет сделать вывод о том, что эмоциональный интеллект главного героя Родиона Раскольникова недостаточно высок. Раскольников не может справиться с охватившими его отрицательными

эмоциями: страхом, испугом, оцепенением, бессилием, паникой, злобой, гневом, отчаянием и рассеянностью. На уровень эмоционального интеллекта, безусловно, влияет множество факторов. Это генетика, воспитание, окружение, образование и др.. Все эти факторы, взаимодействуя друг с другом в той или иной степени, придают неповторимость и уникальность личности. Смысловая доминанта в рассматриваемых коммуникативных ситуациях «озноб», «лихорадка» выражена эмотивными смыслами в 3х стадиях: 1. чувство бессилия и апатии; 2. чувство нарастающей паники и истерии с элементами злобы; 3. чувство страха, переходящее в растерянность и рассеянность. Они буквально парализуют Раскольников, лишают его способности трезво мыслить, контролировать ситуацию и принимать взвешенные решения. Всё вышеизложенное позволяет заключить, что Раскольников не обладает навыками, присущими высокому эмоциональному интеллекту, т.е. навыкам самоосознания, эмоционального контроля, эмпатии и способностью обращаться со своими и чужими эмоциями. Поэтому эмоциональный интеллект Раскольникова находится на низком уровне.

Безусловно, данный анализ не отражает всей глубины поставленной проблемы и требует более глубокого рассмотрения. Мы всего лишь прикоснулись к данной теме.

#### Библиографический список

1. Бабенко Л. Г. Филологический анализ текста. Основы теории, принципы и аспекты анализа [Текст]: учебник для студентов филологических специальностей вузов - Москва; Академ. Проект; Екатеринбург: Деловая кн., 2004. – 462 с.;
2. Гоулман Д. Эмоциональный интеллект. Почему он может значить больше, чем IQ / пер. с англ. А. П. Исаевой; [науч. ред. Е. Ефимова]. – 11-е изд., переработанное и дополненное. – Москва: Манн, Иванов и Фербер, 2021. – 544 с.;
3. Достоевский Ф. М. Собрание сочинений в семи томах. Т. 2. Преступление и наказание: Роман в шести частях с эпилогом; Игрок: Роман (Из записок молодого человека). – М.: «Лексика», 1994. – 640 с.;
4. Как эмоциональный интеллект стал самым востребованным навыком. URL: <https://theoryandpractice.ru/posts/18280-kak-emotsionalnyy-intellekt-stal-samym-vostrebovannym-navykom> (Дата обращения: 10.02.2022).

УДК 81

ГРНТИ 16.21.33.

#### РЕЧЕВОЙ ЖАНР «ПРИЗНАНИЯ В ЛЮБВИ АВТОРА К СВОЕМУ ПЕРСОНАЖУ» НА МАТЕРИАЛЕ ХУДОЖЕСТВЕННОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ МАРИАМ ПЕТРОСЯН «ДОМ, В КОТОРОМ...».

Емельянова Е. М., Ползунова М. В.

*Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Озёрск, Челябинская область*

MVPolzunova@mephi.ru

Исследование коммуникационных возможностей между автором и читателем в текстовом фрагменте произведения Мариам Петросян «Дом, в котором...» на основе анкеты речевого жанра Т.В. Шмелевой.

*Ключевые слова:* речевой жанр, коммуникация, монолог, персонаж.



---

**THE SPEECH GENRE "CONFESSION OF THE AUTHOR'S LOVE FOR THEIR CHARACTER" BASED ON THE MATERIAL OF MARIAM PETROSYAN'S ARTISTIC WORK "THE HOUSE IN WHICH ..."**

Emelianova E. M., Polzunova M. V.

*OTI NRNU MEPhI, Ozersk*

The study of communication opportunities between the author and the reader in the text fragment of Mariam Petrosyan's work "The House in which ..." based on the questionnaire of the speech genre of T.V. Shmeleva.

*Keywords:* speech genre, communication, monologue, character.

Современная художественная литература похожа на бесконечный круглосуточный конвейер. Огромное количество новых авторов и произведений публикуется в интернете и издается на бумажном носителе. На наш взгляд, лишь немногие книги достойны внимания и обладают потенциалом для исследования и анализа.

В лингвистике художественный текст исследуют с разных точек зрения. В последние годы популярной и актуальной является теория речевых жанров. Она считается объективной и применяемой на практике моделью коммуникации, которая учитывает большинство исследуемых параметров (стиль, форма речи, диалог...). Размышляя о различиях литературоведческого и речевого жанров М.М. Бахтин предложил не ограничивать классификацию речевых жанров стандартными моделями, поскольку они являются продуктом человеческой деятельности, а главное – общения. Соответственно и количество речевых жанров бесконечно и разнообразно. [1]

Художественные произведения, как целостные структуры относятся к сложным (вторичным) речевым жанрам, поскольку состоят из отдельных простых (первичных) речевых жанров. К ним относят диалоги, письма, монологи... Важно отметить, что только после исследования первичных жанров возможен анализ художественного произведения целиком. В целом, речевые жанры рассматриваются через речь, коммуникации субъектов, что позволяет делать выводы об интерпретации деятельности говорящего и слушающего, увидеть особенности речевого поведения. [2]

В данной статье рассматривается речевой жанр «объяснение в любви автора к персонажу» с помощью отдельной единицы – монолога героя книги, в контексте молчаливого диалога с читателем, на основе работ Т.В. Шмелевой. [3] Она предлагает алгоритм анализа речевого жанра, который можно представить в виде анкеты с параметрами: коммуникативная цель, позиция адресанта (говорящего), позиция адресата (слушающего), событийное содержание, фактор коммуникативного прошлого и будущего. Прежде чем анализировать текстовой фрагмент, следует сказать несколько слов о самом произведении. Книга «Дом, в котором...» Мариам Петросян впервые была издана в 2009 году. С этого времени она прочно вошла в литературную жизнь и имеет огромное количество поклонников. Произведение помнят, перечитывают, обсуждают и неоднократно переиздают. Популярность этой книги удивительна из-за отсутствия привычных литературных шаблонов. Персонажи произведения – дети инвалиды, отвергнутые обществом. Дом-интернат стал для них целым миром, в котором они живут, общаются, учатся и реализуют себя. Инвалиды, калеки с уродливыми патологиями создают свой собственный социум и живут в нем полноценной жизнью. Как и в любом обществе есть группы по интересам, лидеры и вожаки, изгой и статусные личности. В Доме свои правила, мораль, свои конфликты, некоторые из которых заканчиваются трагически, потому что жизнь жестока и выживает сильнейший. И в это полотно модели обычного общества вплетается канва мистики и надежды, что где-то за пределами Дома существует другая жизнь, другой мир, попав в который инвалид становится здоровым полноценным человеком и может реализовать свои самые сокровенные мечты и желания. За

чередой обычных событий и поступков скрывается вера в то, что есть возможность изменить прошлое и повлиять на будущее. Есть чудеса и они реальны. Персонажи дома, главные герои – уникальны. Физическая неполноценность не только не мешает им быть интересными умными людьми, но и подталкивает их к саморазвитию и самоосознанию. Для нас одним из самых ярких персонажей является Шакал Табаки, колясник (передвигается на инвалидной коляске) из 4 группы. Все персонажи книги имеют «говорящие» клички, которыми награждают жильцы Дома, и Табаки не исключение, его кличка отсылает нас к произведению Р. Киплинга «Маугли». У Редьярда Киплинга Табаки – мелкое некрасивое существо, которое подслушивает, вынюхивает, подсматривает, распускает сплетни. Он физически слаб, но находясь в свите Ширхана (лидера) чувствует себя в безопасности, шакала никто не любит, но все боятся.

Почему для анализа был выбран именно Шакал Табаки? Он – действительно интересная, многогранная личность. Табаки не является ни положительным, ни отрицательным героем. Многие сюжетные линии и главные события в Доме связаны с этим персонажем.

Взяв за основу анкету речевого жанра Т.В. Шмелевой [3], проанализируем монолог Табаки.

Коммуникативная цель: Показать, как сам Табаки воспринимает себя. Он живет в абсолютной личностной гармонии со своим внутренним миром. Для того, чтобы показать это автор использует лексический прием повтора символичного и яркого глагола «люблю» более 30 раз. Шакал долго и с удовольствием описывает то, что ему нравится, тогда как времени – его табуированной теме – он уделяет чуть больше одного предложения. (*«А не люблю я часы. Любые. По причинам, которые утомительно перечислять. Поэтому я этого делать не буду»*). [4] Обо всем он готов бесконечно говорить.

Мариам Петросян подчеркивает материализм и предметность персонажа. Несмотря на огромное количество мелочей, деталей, увлечений Шакалу многого для счастья не нужно, потому что все, что его окружает, приносит ему удовольствие и входит в его зону комфорта. (*« Люблю сушить крапиву и чеснок, а потом пихать их во что попало»*) [4] В списке его любимых вещей практически нет потребности в признании его со стороны окружающих, Табаки самодостаточен и материалистичен.

Позиция адресанта (точка зрения автора): Раскрыть персонаж Табаки, как многогранную личность. Шакал довольно разносторонний и творческий, без каких-либо внутренних ограничений. (*« . Люблю писать на стенах со стремянки и без нее, баллончиком и выжимая краску прямо из тюбика. Люблю пользоваться малярной кистью, губкой и пальцем. Люблю сначала нарисовать контур, а потом целиком его заполнить, не оставив пробелов»*) [4]

Используя лексический прием перечисления существительных, которые относятся к абсолютно разным сферам жизни, Мариам Петросян подчеркивает необычность и уникальность персонажа. (*«Маски, зонтики, старинную мебель в завитушках, медные тазы, клетчатые скатерти, скорлупу от грецких орехов, сами орехи, плетеные стулья, старые открытки, граммофоны, бисерные украшения, морды трицератторов, желтые одуванчики с оранжевой серединкой, подтаявших снеговиков, уронивших носы-морковки, потайные ходы, схемы эвакуации из здания при пожарной тревоге»*). [4]

С помощью мало и редко используемых в подростковой и молодежной среде слов («блюзы», «геральдика», «эпосы», «завитушки», «обереги»...) [4] автор раскрывает высокий уровень интеллектуального развития.

Позиция адресата (с точки зрения читателя): Проникнуться масштабом личности Табаки, но одновременно с этим понять, что Шакал- далеко не идеальный человек, и не хочет им казаться. Для того, чтобы продемонстрировать это, автор использует слова с негативной коннотацией. (*«Люблю, когда много карманов, когда одежда такая заношенная, что*

кажется собственной кожей...», «Люблю намазать ладони эмульсией, а потом прилюдно ее отдирать.» , «...люблю иногда завопить так, чтоб всем стало плохо...») [4]

Упоминая о вредных привычках персонажа («Люблю...курить чужие сигареты», «Люблю пугать и пугаться»), [4] Мариам Петросян подчеркивает наличие отрицательных качеств героя, однако Шакал не делает из этого проблему, а получает удовольствие от жизни и окружающих его людей.

Особое внимание нужно уделить любви Шакала к дождю («В фильмах и в книгах люблю жаркие страны, а в жизни — дождь и ветер.») [4] Очевидно, что это отсылка к романтической стороне личности Табаки. Автор акцентирует внимание читателя на том, что дождь самая любимая вещь в жизни персонажа. Несмотря на то, что по своей сути он холерик, Табаки не чужда печаль, грусть и одиночество. Лексически это выражается в использовании трех коротких предложений. (*Дождь я вообще люблю больше всего. И весенний, и летний, и осенний. Любой и всегда.*»)

Событийное содержание: Знакомство читателя с важными событиями в Доме. Несмотря на то, что происходящее в книге описывается с точки зрения разных персонажей, о большинстве знаковых событий 2-го тома книги мы узнаем именно от лица Шакала. Почему он? Табаки- хранитель дома, его константа и вне Дома он существовать не может. («Я не люблю истории. Я люблю мгновения.. а здесь и сейчас, больше любого где-то потом.») [4] В перспективе у него нет будущего, как это будет у других жителей интерната после выпуска, потому что вся жизнь Шакала связана с Домом.

Фактор коммуникативного прошлого: Первоначальное описание Табаки, как героя фольклора Дома. Одна из важнейших мифологических фигур – Старичок. Сведения о нем передаются в Доме от поколения к следующему поколению в виде историй, рассказов, сказок, граффити. Выпускники верят, что однажды можно найти Старичка, попросить его выполнить одно самое заветное желание. Поскольку жители Дома – это люди с ограниченными возможностями и тяжелой судьбой, в приоритете у них не материальные мечты, характерные для здоровых сверстников. Обычно интернатовцы просят изменить свое прошлое или повлиять на будущее. Тогда Старичок достает одну из своих шестеренок от часов, с помощью которой можно вернуться в поворотный момент прошлого и изменить его. Однако он крайне неохотно отдает шестеренки, не любит изменять течение времени и временные события, поэтому и Табаки, который является одной из ипостасей Старичка, не любит все, что связано со временем. Кроме того, в домике Старичка все пространство занимают различные предметы, мусор и многое другое, в каждом из которых заключено потенциальное желание просителя. Поэтому доказательством ментальной связи Табаки и Старичка является любовь персонажа к собирательству, накоплению различных вещей.

Фактор коммуникативного будущего: Начало раскрытия персонажа Табаки, как условного Хранителя Дома, что приводит к пониманию читателем настоящей структуры жизни, правил, морали и мистического элемента в Доме.

Таким образом, проанализировав речевой жанр монолога Табаки, можно прийти к выводу, что Мариам Петросян не зря ввела в произведение этого персонажа. Через монолог происходит установление коммуникативной связи с читателем. Интерпретируя все факты о Шакале, которые автор реализует с помощью разнообразных лексических приемов в речевом жанре «Признание в любви автора к своему персонажу», читатель полюбит этого героя, потому что он многогранный, уникальный и один из центральных, знаковых персонажей книги.

#### Библиографический список

1. Бахтин М.М. Эстетика словесного творчества. М.: Искусство, 1979. 241-327 с.
2. Бабенко Л.Г. Лингвистический анализ художественного текста / Л.Г. Бабенко, И.Е. Васильев, Ю.В. Казарин. Екатеринбург, 2000.

3. Шмелева Т.В. Модель речевого жанра // Жанры речи. Вып. 1. Саратов: Колледж, 1997. 88-99 с.
4. Петросян М.С. "Дом, в котором...". 2009. 318-319 с.

УДК 81-25  
ГРНТИ 16.21.47

## СЛОВА-ПАРАЗИТЫ. ВОПРОС ТЕРМИНОЛОГИИ

Сулейманова И. В., Безногова Т. Г.

*Озёрский технологический институт – филиал ОТИ НИЯУ МИФИ, МБОУ «Лицей № 39»  
г. Озёрск, Челябинская область*

OTIkaflang@mephi.ru

В статье предпринимается попытка подобрать наиболее точный термин такому речевому явлению, как избыточная, лишённая смысловой нагрузки лексика.

*Ключевые слова:* разговорная речь, термин, слова-паразиты, дискурсивные слова.

## FILLER WORDS. A QUESTION OF TERMINOLOGY.

Suleimanova I V., Beznogova T. G.

*OTI NRNU MEPHI, MBOU "Lyceum №39", Ozersk*

The article attempts to find the most accurate term for such a speech phenomenon as redundant, devoid of any message vocabulary.

*Keywords:* colloquial speech, term, filler words, discursive words.

В современной функционально-стилевой парадигме особое место занимает разговорный стиль, выражением которого является разговорная речь. По своему характеру они являются некодифицированными, а значит, противопоставлены кодифицированным языковым стилям. Существуют как экстралингвистические, так и языковые особенности разговорной речи, проявляющиеся на всех уровнях: от фонетического до синтаксического. Одна из них выражается в употреблении лишних и бессмысленных в данном конкретном контексте слов и их частом многократном повторении.

Целью нашей работы является провести сравнительный анализ имеющихся на данный момент лингвистических терминов, определяющих такую группу лексических единиц, и выявить среди них тот, который наиболее точно раскрывает суть данного явления.

Логично, на наш взгляд, начать с того, что речь линейна, а мыслительный процесс нет. Из хаоса мыслей нужно выстроить определённую последовательность слов, соответствующую грамматической модели, принятой в языке. Для облегчения этого процесса часто удобно использовать слова, помогающие сосредоточиться, снять эмоциональное напряжение, а они не должны нести никакой значимой семантической нагрузки. Такой процесс возникает на стыке лингвистики и психологии. Палинфразия (от греческого palin – «снова, вновь», frasia – «фраза») буквально обозначает патологически частое повторение определенных слов или фраз в речи, в случае, когда человек нервничает или, наоборот, расслаблен. [8] Но этот термин скорее из области психологии. Его синонимами являются палилалия и эхолалия – произвольное, ничем не мотивированное и многократное повторение одного и то же слова,

нескольких слов, фразы, которые сам человек сказал перед этим. [9] А они уводят нас уже в медицинскую сферу. Считаем, что следует ограничиться лингвистическим взглядом на данный вопрос и считать вышеназванные термины не в полной и не в той мере раскрывающими это явление.

Чрезвычайно распространённым и известным является понятие «слова-паразиты». Оно не является строгим научным термином, но прочно закрепилось в языке. Однако его значение несколько разнится. Словарь-справочник под редакцией Д.Э. Розенталя и М.А. Теленковой: дает следующее определение «словам-паразитам»: «Слова или словосочетания, вносимые в речь, но не несущие никакой смысловой нагрузки». [5] Е.Э. Разлогова к ним относит выражения, «которые могут употребляться в спонтанной речи достаточно большого числа говорящих с неоправданно высокой с точки зрения слушающего частотой», и они неуместны «не своей семантикой, а частотой». [4]

В любом случае, термин «слова-паразиты» несомненно имеет негативную коннотацию, представляя данную группу слов, как ненужную в языке. Многие авторы статей, научных работ, посвященных проблеме чистоты языка, считают необходимым избавляться от этой категории словесного материала. Нам такой подход видится односторонним, а сам термин «слова-паразиты» довольно узким по ряду причин.

- Далеко не все из таких слов сами по себе являются «паразитами» (*короче, типа, в принципе, как бы*), а становятся ими только тогда, когда их приняли в не свойственном для них контексте.

- Кроме того, они могут выступать «смягчающими» синонимами грубых, ярко выраженных нецензурных слов.

- Такие лексические единицы как, например, *как бы, типа* выражают «неточную» передачу информации, указывают на то, что говорящий не несет прямой ответственности за сказанное буквально. Искажение информации может быть сознательное или восприниматься как неспособность или невозможность для говорящего передать ее в адекватной форме или, по крайней мере, как выражение его сомнения по этому поводу. В то же время эти слова и выражения направлены на собеседника именно как маркеры возможного отсутствия полного совпадения между действительностью и сказанным.

- Часто бессмысленные слова заполняют в речи так называемые паузы гезитации (от англ. *hesitate* – колебаться, сомневаться, не решаться) или речевых колебаний. [2, 3]. Они дают «потянуть время», позволить говорящему сосредоточиться, обдумать содержание своего высказывания и подобрать нужные слова. (например, *ну, э-э-э, м-м-м*)

- Такие единицы устной речи могут быть маркерами эмоционального состояния говорящего, его отношения к собеседнику, служить для выражения восхищения, сожаления, страха, возмущения и т.п.

- Они могут выполнять оценочную функцию, выражать заинтересованность в разговоре, проявляя тем самым ответную реакцию, вовлекать собеседника в диалог, побуждая отреагировать на высказывание.

- Кроме этого, рассматриваемые слова могут выступать в качестве апеллятивных маркеров требования или просьбы, которые часто могут быть имплицитными – адресату нужно самостоятельно домыслить ситуацию и сделать выводы. [1]

- Иногда говорящий прибегает к использованию таких лексических единиц, чтобы избежать ответственности за достоверность предоставляемой информации, «спрятаться», чтобы не быть слишком категоричным или скрыть свой страх сказать что-то не так.

Безусловно, невозможно отрицать тот факт, что лексические единицы, не имеющие семантической нагрузки, засоряют речь, часто делают её непонятной, снижают динамику диалога, ведут к пустой трате времени. Но в то же время они выполняют ряд важных функций, без чего коммуникация была бы неполноценной и неестественной. Здесь мы не учитываем употребление ненормативной лексики. А вот словами-паразитами могут стать вполне обычные нейтральные лексические единицы лишь вследствие их чересчур частотного



употребления. При этом они утрачивают первоначальное значение и используются в качестве связки полнозначных слов.

В докладе «Основы лингвистической “паразитологии”, или о словаре прагматических маркеров русской устной речи» профессор СПбГУ, преподаватель НИУ «Высшая школа экономики» Наталья Богданова-Бегларян позволяет по-новому взглянуть на это понятие: «Я не говорю слова-паразиты, я говорю слова-заменители или прагматические маркеры. К ним у меня столь лояльное отношение потому, что за ними стоит богатая речевая культура и попытка носителей языка её освоить, используя прагматические маркеры». [7]

Учёный выделила десять типов таких слов-маркеров – хезитативы (заполняют паузы в размышлениях – *ээ, это самое*), рефлексивы (мыслительная реакция на собственное речевое поведение – *так скажем*), аппроксиматоры (неуверенность в том, о чём говорит человек – *я не уверен, вроде бы*), разграничители (*значит, ну вот, думаю, что*), метакоммуникативы (осмыслить сказанное самому – *знаешь, понимаешь, да*), маркер самокоррекции (*поправь меня, если...*), маркеры замены (введение в речь чужой речи), ритмообразующие маркеры (*дабы не досталось сопернице*), маркеры-заместители (*если звёзды зажигают, значит это кому-то нужно*), слова-декоративы (декорирование речи лишними словами). [7]

Богданова-Бегларян убеждена, что слова, лишённые лексического значения, называемые словами-паразитами – «это вовсе не просто словесный мусор, они помогают строить речь, разбираться в речевых сложностях. За ними стоят не только изъяны речи, но стремление помочь себе говорить». [7]

Очевидно, что слова-паразиты не столь однозначны, как это можно понять из данного термина. Поэтому мы считаем его несоответствующим рассматриваемому нами явлению.

В современной лингвистике найден ещё один термин, который, на наш взгляд, и является самым оптимальным – это термин «дискурсивные слова» или «дискурсивы». Они представляют собой единицы, которые самым непосредственным образом отображают процесс взаимодействия говорящего и слушающего, а также то, как говорящий интерпретирует факты, о которых сообщает слушающему, как он их оценивает и так далее. Они также выполняют функцию привлечения (или отвращения) внимания к объектам или событиям, управляя возможными импликатурами. Нередко на основании дискурсивных функций формируются и синтаксические — указание на причинные связи (частицы *же, -то, ведь*), уступительность (*-то*) и т.п.

Термин «дискурсивные слова» больший акцент делает на семантической специфике слова, в то время как его формальные характеристики уходят на второй план. У дискурсивов есть и определенные морфологические и синтаксические признаки – это их неизменяемость (ср., *однако, один и единственный* в значении ‘только’); неспособность быть ядром синтаксической группы (в отличие от существительных, глаголов, прилагательных и наречий); синтаксическая функция союза или адьюнкта; возможность синтаксически связываться как с именной, так и с глагольной группой (в отличие от абсолютного большинства прилагательных и наречий).

Однако следует отметить, что на данный момент определение как границ, так и объёма этого класса слов остаётся дискуссионным. Он пополняется новыми единицами, которые входят в него в силу, например, десемантизации. Нас же интересует, кроме этого, повышенная частотность их употребления в речи, что значительно смещает ракурс, в котором они рассматриваются, и затрудняет выбор адекватного термина для их обозначения.

Итак, в результате проведённого нами анализа имеющихся на данный момент в лингвистической литературе дефиниций класса слов, не обладающих лексической значимостью (слова-паразиты, слова-сорняки, незначительная лексика, вставные элементы, лишние слова, слова-заменители, пустые частицы), а также причин их употребления носителями языка, характеристик, функций, мы пришли к выводу, что самым приемлемым можно считать термин «дискурсивные слова» или «дискурсивы». По нашему мнению, он является нейтральным и наиболее полно определяет этот класс слов.

Следует отметить, что мы не отрицаем проблему чистоты языка. Но не являемся сторонниками огульного отрицания так называемых лишних слов, поскольку ничего лишнего в языке не бывает. Дискурсивные слова выражают разнообразные/вспомогательные функции коммуникации, например, контактоустанавливающую, воздействующую функцию. Они являются в высокой степени интерактивными словами: проясняют позицию адресанта, регулируют отношения между говорящим и слушающим. Дискурсивные слова помогают обдумывать мысль или подобрать правильное слово, помогают в рассуждении на абстрактные темы, демонстрируют неуверенность в том, что говорящий хочет сказать, или являются отражением процесса подготовки мысли к изложению (скорость речи). Поэтому носителям языка необходимо понимать их цель. Дискурсивные слова представляют собой важный элемент свободного владения разговорным языком. Мы разделяем точку зрения заведующей кафедрой русского языка СПбГЭТУ «ЛЭТИ» Наталией Данииловной Стрельниковой: «Слова-паразиты всегда существовали с момента появления человеческой речи. Они засоряют речь, от них нужно избавляться. Однако нельзя не согласиться с противоположной точкой зрения лингвистов, которые утверждают, что шероховатости в устной речи неизбежны. Слова-паразиты несут ту же функцию, что и вводные слова в научном стиле речи. Основные причины использования слов-паразитов связаны не столько с недостаточным владением культурой речи, сколько с особенностями разговорной речи – неподготовленностью и спонтанностью».[6]

#### Библиографический список

1. Введенская Л.А., Павлова Л.Г. Культура и искусство речи. Ростов-на-Дону: "Феникс", 2007.576 с.
2. Земская Е.А. Русская разговорная речь: лингвистический анализ и проблемы обучения. М.: Русский язык, 1987.237 с.
3. Левонтина И.Б. О словах-паразитах. Действительно ли эти слова лишние в языке? 1 сентября. Русский язык. 2004. № 15. URL://<https://rus.1september.ru/article.php?ID=200401501> (дата обращения: 25.03.2022).
4. Разлогова Е.Э. К вопросу о специфических употреблениях модальных слов: слова-паразиты в русской и французской речи //Вестник Московского университета. – 2003. – №6.
5. Розенталь Д.Э., Теленкова М.А. Словарь-справочник лингвистических терминов. 3-е изд. – М.: Просвещение, 1976.
6. СПбГУ «ЛЭТИ» Слова-паразиты, лингвистические преграды и языковая интерференция: научная дискуссия в стенах ЛЭТИ URL://<https://clck.ru/ekhjE> (дата обращения: 28.03.2022).
7. Русский мир. Публикации. Слова-паразиты и культурное наследие нации. URL://<https://ruskiymir.ru/publications/281152/> (дата обращения: 29.03.2022).
8. [Электронный ресурс] URL: [https://telemetr.me/content/my\\_lexicon/post/179/](https://telemetr.me/content/my_lexicon/post/179/) (дата обращения 25.03.2022)
9. Энциклопедический словарь по психологии и педагогике. URL:// <https://clck.ru/ekj76> (дата обращения: 22.03.2022).

УДК 80  
ГРНТИ 16.21.49

## ПИЩА ДЛЯ РАЗМЫШЛЕНИЙ: ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНЫЕ ИДИОМЫ

Кашапова А. М.

*Трёхгорный технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ,  
г. Трёхгорный, Челябинская область*

kashapova.lina\_03@mail.ru

В статье рассматриваются случаи, когда фразы в переносном значении переводятся с английского языка на русский и обратно буквально с сохранением своего значения. Изучены исторические и фактические влияния на их образование, идиомы классифицированы по происхождению. Составлен первоначальный сценарий для проведения творческой мастерской, направленной на демонстрацию важности и частоты использования интернациональных идиом в повседневной жизни

*Ключевые слова:* английский язык, русский язык, фразеология, идиомы, интернациональное общение, обучение.

## FOOD FOR THOUGHT: INTERNATIONAL IDIOMS

Kashapova A. M.

*TTI NRNU MEPhI, Trekhgorny*

The article outlines cases of the ability to translate phrases that have a metaphorical meaning from English to Russian or, on the contrary, from Russian to English literally keeping the meaning. Historical and factual influences on their appearance are investigated. The idioms are classified according to their origins. The script draft for an event was created to demonstrate the importance and usage frequency of international idioms.

*Keywords:* the English language, the Russian language, phraseology, idioms, international communication, studying.

Речь играет важнейшую роль в нашей жизни. Это наш социальный инструмент, с помощью которого мы связываемся с другими. Наша жизнь не ограничивается небольшим кругом общения. А в разговоре важно, чтобы речь звучала естественно и приятно. Да что там говорить о небольшом круге; в современном мире даже страны с их языковыми барьерами не являются преградой. Интернет позволил нам разговаривать с людьми из других стран. В настоящее время активно распространяется такой термин, как рунглиш (runGLISH: Russian English). Общение становится все более интернациональным. При этом речь теряет в образности, потому что первоочередная задача – понять собеседника, а не запутать его. Использование идиом делает речь образной и приятной, что пригодится в разговоре, а также раскрывает культуру и историю страны. Кроме того, интернациональные идиомы могут раскрыть точки пересечения культур, их общую историю, общий быт.

Возникла гипотеза: использование интернациональных идиом способствует общению на другом языке, так как указывает на общие черты двух культур, а также обеспечивает более живую образную речь и лучшее понимание собеседника, чем при использовании уникальных для языка выражений. Целью работы стало продемонстрировать важность использования интернациональных идиом. Использованы такие методы исследования, как анализирование, сравнение, классификация и опрос.

Как можно сделать речь более живой и красивой, особенно если предстоит говорить на неродном языке? Возьмем в качестве такого языка английский. Большая часть общения происходит именно на нем, его также используют в качестве промежуточного жители разных не англоговорящих стран. А все потому, что это международный язык, который, благодаря глобализации, стал общим языком для всех.

Замечено, что дух народа проявляется в его крылатых выражениях, а знание пословиц и поговорок жителей той или иной страны способствует не только лучшему знанию языка, но и лучшему пониманию образа мыслей, характера, культуры и истории этой страны. Сравнение идиом разных народов может показать, как много общего имеют эти народы. Это способствует их лучшему взаимопониманию и сближению, более легкому и непринужденному общению. Правильное и уместное использование фразеологизмов придает речи особую выразительность.

Идиомы – устойчивые обороты речи, неразложимые сочетания слов, понимаемые, как правило, в переносном значении – существуют в каждом языке. Смысл всего крылатого выражения не определяется смыслом входящих в него слов, что затрудняет перевод и понимание их теми, для кого этот язык неродной. В русском языке термин “идиома” почти не употребляется. Вместо него используют слово с точно таким же значением – фразеологизм несмотря на мимолетные различия. Идиома, согласно понятию в русском языке, обладает национальным колоритом и не может быть переведена на другие языки, зачастую сохраняет архаизмы и соответствующую времени появления грамматику, даже мельчайшие изменения невозможны. Фразеологизм же может слегка меняться с течением времени, внутрь его конструкции возможно поместить слова (например, выражение “довести до белого каления” можно уточнить, превратив в “довести его до белого каления”), а также может переводиться на другие языки. В английском такого разграничения между этими понятиями нет, и идиома становится основной категорией крылатых выражений.

Английский язык богат фразовыми глаголами. С их использованием язык становится образным и живым, что важно для полного понимания сказанного даже в технической сфере. Например, для презентации проекта или при трудоустройстве необходимо не только донести нужную информацию до слушателя, но и вызвать его интерес и вовлеченность. Американский ученый Р. Диксон отмечает, что без знания фразовых глаголов речь иностранца будет «неестественной и заурядной, даже при хорошем знании грамматики».

В английском языке чаще употребляются как раз фразовые глаголы, аналогами которых в русском языке может быть как поговорка, так и преобразованное при помощи морфем слово с вполне буквальным значением. В отличие от русского языка, пословицы в английском языке почти не используются в обычной речи. Зато их можно встретить в книгах и фильмах.

Идиомы редко переводятся буквально. Часто они отражают уникальные для народа культурные особенности, исторические события или используются в очевидном только для носителей языка смысле. Причина этому – основная функция языка, состоящая в сохранении культуры и передаче его другим поколениям людей. Кроме того, фразеологизмов насчитываются тысячи, и с каждым поколением появляются новые или изменяются старые, поэтому подобрать аналог к каждому в каждом языке не представляется возможным.

Несмотря на все, идиомы, имеющие буквальный перевод, все-таки имеются. Интернациональные идиомы не просто имеют приблизительные аналоги в других языках – они переводятся буквально. Они имеют общие корни с теми, что привычны и понятны жителям многих стран. Изучение таковых будет гораздо проще, чем заучивание фразеологизмов, смысл которых не так близок и понятен. Использование даже небольшого числа выражений может значительно украсить речь и дать начало последующему изучению данной темы. Кроме того, не менее интересными являются условия, которые повлияли на происхождение таких идиом. Как правило, в крылатых выражениях отражен исторический опыт народа, представления, связанные с трудом, бытом и культурой людей. Так, по мнению А.И. Молоткова, интернациональные фразеологизмы «возникали в разных языках за счет

переосмысления словосочетаний и предложений преимущественно из текстов античных и средневековых писателей, известных всемирной истории».

Как правило, крылатые выражения отражают культуру народа. Если идиома является интернациональной, значит народы, для которых этот фразеологизм общий, имеют какие-то пересечения в истории и быте. Изучение причин появления таких идиом может сблизить культуры, при использовании выражений общие черты становятся видны.

Для того чтобы разобраться, как такие идиомы появились, был составлен список из английских фразеологизмов и их русских аналогов. Можно выделить несколько основных способов происхождения фразеологизмов:

1. Идиомы, основанные на наблюдениях за окружающей средой и природой. Например, фраза “fan a spark into a flame” и аналогичная ей “раздуть из искры пламя” отсылают к наблюдению за тем, как ветер способен раздуть огонь.
2. Идиомы, основанные на историческом событии. Так, выражение “to cross the line” или “перейти черту” с большой долей вероятности появилось после того, как Гай Юлий Цезарь перешел небольшую речку Рубикон, что дало начало гражданской войне.
3. Идиомы, основанные на мифологии и религии. Тексты легенд и священных писаний переводятся на все языки мира, а сюжеты находят свое отражение в крылатых выражениях. Известные фразы “Ахиллесова пята” (Achilles' heel), “яблоко раздора” (apple of discord), “ящик Пандоры” (Pandora's box) и даже “пища богов” (food of the gods) пришли из греческой мифологии. Из Библии взяты такие выражения как “разбитое сердце” (broken heart), “кожа да кости” (nothing but skin and bones), “око за око” (an eye for an eye).
4. Идиомы, не имеющие четкого происхождения. Лингвисты только пытаются отыскать их этимологию в рукописях, истории или иных свидетельствах, что фраза начала использоваться. Выражения порой складываются сами собой в обычной жизни, и уже никто не может сказать, почему долг зовет (or it's the call of duty for someone) или неприятную правду можно сравнить с горькой пилюлей (a bitter pill).

Для того, чтобы доказать, что интернациональные идиомы действительно способствуют лучшему общению и пониманию, а также делают речь образной, был проведен эксперимент. Выбраны три категории фразеологизмов: интернациональные, уникальные русские и уникальные английские. Для каждой идиомы подобраны 3 значения, только одно из которых правильное. Задача опрашиваемых была выбрать нужный вариант ответа.

В качестве русскоговорящих опрашиваемых были студенты 1 курса ТТИ НИЯУ МИФИ, в качестве англоговорящего собеседника - Luis Emilio Gonzalez Lopez, Льюис Эмилио Гонсалес Лопес. Ни для кого из опрошенных английский не является родным языком, а используется как промежуточный. Таким образом, возможно доказать, что именно интернациональные идиомы способны улучшить общение людей разных национальностей и разных языковых групп. Для опроса использовались разные группы идиом: интернациональные, исконно английские и исконно русские, буквально переведенные на английский. Для каждого выражения дано три толкования: одно настоящее и два ложных. Таким образом, исходя из выбранных вариантов ответа, можно судить о понимании смысла идиомы. Опрос показал, что и для русскоговорящих, и для англоговорящих гораздо проще понимать интернациональные идиомы, нежели уникальные. Ответы гораздо чаще давались правильные.

Чтобы продемонстрировать важность идиом и их повсеместное использование в мире вокруг нас, было решено провести мероприятие. Таким образом можно будет рассказать и показать большому числу людей примеры интернациональных выражений. Ежегодно в ТТИ НИЯУ МИФИ проводится марафон «Неделя английского». Создан он с целью популяризации изучения английского языка для студентов технических специальностей и направлений подготовки.



Безусловно, изучение интернационального языка важно. Ведь английский – это инструмент личностной и профессиональной коммуникации, позволяющий открыть для себя мир вне языковых границ. Кроме того, марафон расширяет кругозор, образовательный и творческий потенциал студентов.

План для этого мероприятия составляется задолго до предполагаемой даты его проведения, апреля этого года. На данный момент марафон включает в себя несколько активностей, таких как олимпиада, интерактивные перемены, конференции, посвященный английскому языку номер студенческой газеты, оформление стендов и фотозон, творческие мастерские.

В рамках этого мероприятия возможно продемонстрировать важность использования интернациональных идиом, а также их распространённость. Охват марафона достаточно велик – в прошлом году пик активности пришелся на 26 марта – 614 человек просмотрели записи сообщества, в котором марафон проводился, а общая активность за март поднялась до 1524 человек. Выполнив несколько простых заданий, участники лучше запомнят идиомы. Также приводятся примеры из обычной жизни и массовой культуры, например, названия товаров, строчки из песен и фильмов. Название для творческой мастерской было выбрано «Food for thought» - пример интернациональной идиомы.

Таким образом, интернациональные идиомы – крылатые выражения, имеющие буквальный перевод на другие языки с сохранением своего значения. Таких фразеологизмов немало, и их можно использовать в общении с жителями других стран. Это также ускорит обучение. История идиом проливает свет на культуру и историю народа. Был проведен опрос, доказывающий, что интернациональные идиомы действительно понятны людям из разных стран. Для этого был проведен опрос русскоговорящего и англоговорящего студента. Пользуясь всей теорией, был составлен первоначальный сценарий творческой мастерской, в ходе которой можно было бы продемонстрировать, что интернациональные идиомы действительно существуют, они часто используются и упрощают понимание людей из разных стран. Проведение мероприятия запланировано в рамках марафона “Неделя английского”, проводимого ежегодно в ТТИ НИЯУ МИФИ с целью популяризации изучения английского.

#### Библиографический список

1. Лаптинова Анастасия Викторовна, Головина Алина Андреевна - “Особенности перевода английских пословиц и поговорок на русский язык”, журнал “APRIORI. Серия: Гуманитарные науки”, 2015 г.
2. Молотков А.И. - “Основы фразеологии русского языка.” – Л.: Наука, 197
3. Невзорова Галина Вениаминовна - “Некоторые аспекты преподавания и использования фразеологизмов, идиом и фразовых глаголов в английском языке”, журнал “Образование и право”, 2020 г.
4. Шихова Т.М. - “Интернациональная фразеология в диахроническом и синхроническом аспектах”, 2005 г.

## АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ АВТОРОВ

- Адамова Г. В., 90, 101, 109  
Азизова Т. В., 41, 44, 52, 79, 97, 109  
Азон С. А., 36  
Акинцева А. В., 120  
Баландин П. С., 188  
Банникова М. В., 48, 97  
Баранцев В. В., 217  
Бармин А. В., 197  
Бежин Н. А., 22, 25, 27  
Безногова Т. Г., 282  
Белканов В. С., 171  
Белов А. А., 36  
Бехтерева Н. В., 64  
Блохин М. А., 202, 208  
Борчиков С. А., 249  
Брагин Е. В., 41  
Брикс К. В., 52  
Бугаев М. А., 133  
Войтко С. А., 224  
Войцехович В. Э., 255  
Войщев П. Р., 148  
Волков Д. А., 184  
Волкова Т. С., 18  
Геберт К. В., 150  
Глазков Д. С., 251  
Гнездилов М. И., 164  
Голоднова Л. В., 54  
Григорьева Е. С., 41  
Гусев Г. А., 133  
Денисенко К. М., 133  
Довгий И. И., 22, 25, 27  
Дружинская О. И., 58  
Дружинский В. О., 58  
Друца А. В., 117  
Дьяконова В. А., 124, 143  
Елисеев Н. В., 165  
Емельянова Е. М., 278  
Ена В. А., 128  
Жильцова О. Ю., 197  
Занора Ю. А., 64, 87  
Зубаиров А. Ф., 161  
Зубаирова К. Ф., 274  
Зубова Н. В., 228  
Иванеева А. В., 61  
Ивашкевич Н. А., 18  
Изюмин В. А., 150  
Иксанова А. Р., 180  
Камалиев Д. Э., 164  
Капранов С. В., 25  
Кашапова А. М., 286  
Кожевников А. В., 36  
Козедуб А. С., 79  
Козловская О. Н., 27  
Кольжецов Д. А., 67, 139  
Комаров А. А., 114, 258  
Кондратьева А. А., 232  
Копанева К. О., 30  
Корзников А. Н., 220  
Корзников Н. И., 217  
Корнилов А. С., 30  
Коробкина М. Д., 168, 263  
Коростелев Г. Е., 173  
Крашенинников В. В., 266  
Курочкин К. А., 71, 75  
Леденева С. В., 61  
Лобанов В. С., 202, 208  
Логунова Э. Р., 136  
Любимова Е. В., 30  
Макаренко А. И., 169  
Макарихин В. Д., 188  
Маклаков А. И., 133  
Милютин В. В., 25  
Миниханова Д. А., 202  
Михалев В. Р., 153  
Моисеев В. И., 270  
Морозова А. В., 67, 139  
Мосеева М. Б., 44  
Нагорнов А. А., 128  
Некрасова Н. А., 25  
Некрутов Д. А., 176  
Нижегородов Д. С., 33, 35, 206, 215  
Обеснюк В. Ф., 93  
Осипова Н. В., 124, 143  
Ослина Д. С., 109  
Осовец С. В., 79  
Папынов Е. К., 36  
Пастухова К. Э., 220  
Пичугова О. Д., 18  
Плешка А. В., 184  
Подзолков П. Н., 155  
Подзолкова Н. А., 245  
Ползунова М. В., 274, 278  
Попова О. А., 87  
Похитонов Ю. А., 12  
Пузыня К. Ю., 143  
Румянцева А. В., 97

Рыбкина В. Л., 90, 101, 109  
Савинова И. Ю., 87  
Салахова А. Р., 30  
Сёмин Е. Н., 158  
Смагин А. И., 75  
Соловская И. М., 87  
Сотник Н. В., 54, 61  
Старовойтов Н. П., 18  
Степанов К. И., 33, 35, 206, 215  
Сулейманова И. В., 282  
Тананаев И. Г., 22, 27, 36  
Тарасова И. А., 161  
Теличко А. В., 224  
Тельнов В. И., 44, 105

Токарев А. С., 124, 143  
Усенкова А. А., 192  
Фаткуллина М. Б., 236  
Федоров А. А., 128  
Фёдорова О. В., 36  
Фролова Н. В., 241  
Чепыженко А. И., 27  
Чернавских Е. Н., 212  
Чернышев К. П., 133  
Шакиров А. Р., 133  
Шибецкая Ю. Г., 27  
Шичалин О. О., 36  
Шишкин А. А., 133  
Щербаков И. А., 133

**XXII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ  
ДНИ НАУКИ ОТИ НИЯУ МИФИ — 2022**

Материалы конференции

Издательство: Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ  
456783, Челябинская обл., г. Озёрск, пр-т Победы, 48

